

ha. I forsøget er der en tendens til, at sorterne Aventura og Nofy er mere modtagelige over for knoldskimmel end de øvrige sorter. Udbytteneiveauet er generelt lavt i forsøget på grund af en lav kvælstoftildeling på 145 kg kvælstof pr. ha i form af husdyrgødning og protamylasse. Der er ikke statistisk forskel på udbyttet mellem de to skimmelresistente sorter, men forsøget viser et stort potentiale for anvendelse af resistente sorter i både økologisk, men også konventionel produktion af kartoffelstivelse.

Gødskning

> **TORKILD BIRKMOSE, LARS BØDKER, SEGES OG HENRIK PEDERSEN, AKV LANGHOLT**

Økonomisk kvælstofoptimum i stivelseskartofler

Det er vigtigt kontinuerligt at gennemføre forsøg for at finde det økonomisk optimale kvælstofniveau i stivelseskartofler, idet der løbende kommer nye sorter til med forskelligt kvælstofbehov. For at få et indtryk af de enkelte sorters udbyttepotentiale og kvælstofbehov under de samme jordbunds- og klimaforhold gennemføres en afprøvning af flere sorter ved forskellige kvælstofmængder. Resultaterne af sådanne forsøg udgør en del af grundlaget for fastsættelsen af NaturErhvervstyrelsens kvælstofnormer.

I 2016 er der gennemført ét forsøg med i alt ti stivelses-sorter. Forsøget er gennemført på JB 2 med et N-min indhold på 60 kg kvælstof pr. ha ved Dronninglund i Nordjylland. I forsøget er alle ti sorter afprøvet ved fire forskellige kvælstofniveauer (henholdsvis 0, 100, 200 og 300 kg kvælstof pr. ha i NS 27-4, som placeres ved lægning). Forsøget omfatter derfor 40 forskellige forsøgsled. Flere gange i løbet af vækstsæsonen er der målt nitratindhold og klorofylindhold i bladene.

Efter høst er stivelsesudbyttet beregnet for hver sort, og den økonomisk optimale kvælstofmængde er beregnet ud fra et andengradspolynomium, som er tilpasset stivelsesudbyttet som funktion af kvælstoftilførslen. Se figur 2. Den økonomisk optimale kvælstofmængde er beregnet ud fra en pris på stivelse og kvælstof på henholdsvis 3,00 kr. og 8,20 kr. pr. kg.

Optimale kvælstofmængder

De beregnede optimale kvælstofmængder, stivelsesprocenter og udbytter kan for hver sort ses i tabel 5, og kvælstofresponsskurverne ses i figur 2. Der ses en betydelig forskel mellem sorterne i optimale kvælstofmængder og udbytter ved optimum. I gennemsnit af ti sorter er der et økonomisk optimalt kvælstofbehov på 171 kg kvælstof pr. ha og et udbytte på 113 hkg stivelse pr. ha. De tre sorter Kuras, Axion og Festien giver alle et højere udbytte og lavere kvælstofoptimum end gennemsnittet. For disse sorter gælder også, at udbyttet i forsøget er faldet betydeligt i forhold til udbyttet ved optimum, såfremt hele kvælstofkvoten på 221 kg kvælstof pr. ha er tildelt.

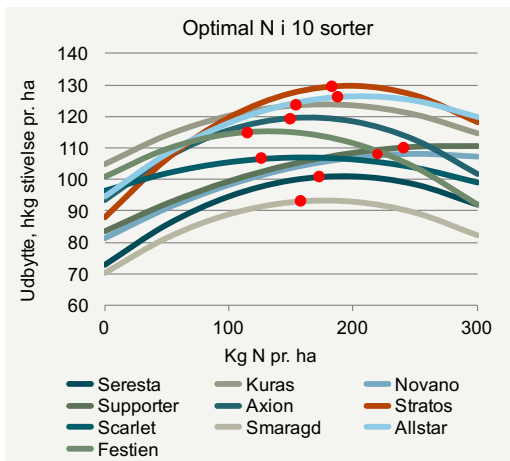
Forsøget illustrerer, at det er vigtigt at kende det økonomisk optimale kvælstofniveau for den dyrkede sort og det økonomiske tab ved at tilføre mere eller mindre kvælstof. I figur 3 er beregnet det økonomiske tab ved at tilføre 200 kg kvælstof pr. ha i stedet for den økonomisk optimale mængde. I for eksempel sorten Festien er den økonomisk optimale kvælstofmængde beregnet til 116 kg kvælstof pr. ha, og det medfører et økonomisk tab på næsten 1.800 kr. pr. ha at tilføre 200 kg kvælstof pr. ha.

Det økonomisk optimale kvælstofoptimum beregnes ved et prissæt for stivelse og kvælstof. Hvis dette prisforhold ændres, ændres også det beregnede økonomiske optimum. Hvis stivelsesprisen stiger, stiger optimum, og hvis kvælstofprisen stiger, falder optimum. Det gennemsnitlige optimum for de ti sorter er vist ved forskellige prisforhold i tabel 6.

TABEL 5. Beregnet økonomisk kvælstofoptimum i stivelseskartofler. (Q5)

Stivelseskartofler	Økonomisk optimalt N, kg pr. ha	Ved økonomisk optimum			
		Stivelse, pct.	Udb. og merudb., hkg knolde	Udb. og merudb., hkg stivelse	Udb. og merudb., netto, kr. pr. ha ¹⁾
<i>2016. 1 forsøg i Dronninglund på JB 2, N-min 60 kg kvælstof</i>					
1. Kuras	155	20,7	599	124	35.768
2. Seresta	174	21,5	-131	-23	-7.061
3. Novano	221	22,9	-127	-16	-5.318
4. Supporter	241	24,2	-144	-14	-4.809
5. Axion	150	19,9	2	-4	-1.264
6. Stratos	184	22,6	-26	6	1.511
7. Scarlet	127	22,7	-130	-17	-4.924
8. Smaragd	158	17,6	-70	-31	-9.198
9. Allstar	188	21,1	-1	3	500
10. Festien	116	24,4	-129	-9	-2.325

¹⁾ Nettoudbyttet er beregnet ud fra en stivelsespris på 3,00 kr. pr. kg, en kvælstofpris på 8,20 kr. pr. kg og en omkostning til udbringning på 80 kr. pr. ha.



FIGUR 2. Stivelsesudbytte i ti sorter af stivelseskartofler ved stigende mængder kvælstof. Kurven er et tilpasset andengrads-polynomium. Det røde punkt markerer den økonomisk optimale kvælstofmængde.

- > For hver 25 øre stivelsen stiger, stiger den økonomisk optimale kvælstofmængde med 1,5 kg kvælstof pr. ha.
- > For hver krone, som kvælstoffet stiger, falder den økonomisk optimale kvælstofmængde med 3 kg kvælstof pr. ha.

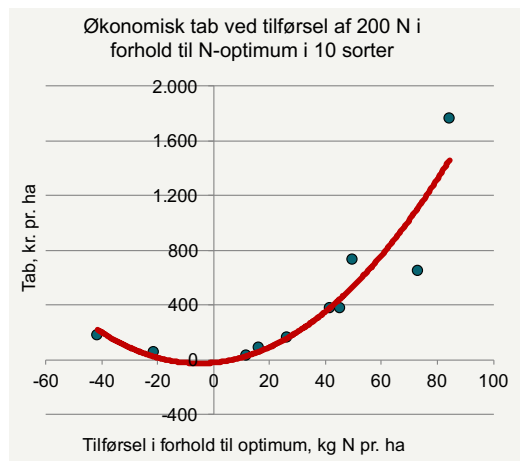
I forhold til for eksempel kornafgrøder er den økonomisk optimale kvælstofmængde relativt robust over for ændringer i prisen på stivelse og kvælstof.

Nitrat i plantesaft

I USA, New Zealand, Holland og Sverige har man i flere år arbejdet med at korrelere indholdet af nitrat i saften fra plantestængler med det optimale kvælstofniveau. Formålet er at finde en metode, hvor man ud fra måling af nitratinholdet kan vurdere, om kartoflerne skal eftergødskes. Hvis nitratiniveauet i stænglerne falder for

TABEL 6. Kvælstofoptimum i stivelseskartofler ved forskellige priser for stivelse og kvælstof

Stivelseskartofler	Kr. pr. kg N				
	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
<i>2016, gennemsnit af 10 sorter</i>					
2,50 kr. pr. kg stivelse	177	174	171	168	164
2,75 kr. pr. kg stivelse	179	176	173	170	167
3,00 kr. pr. kg stivelse	180	177	175	172	169
3,25 kr. pr. kg stivelse	181	179	176	174	171
3,50 kr. pr. kg stivelse	182	180	177	175	173

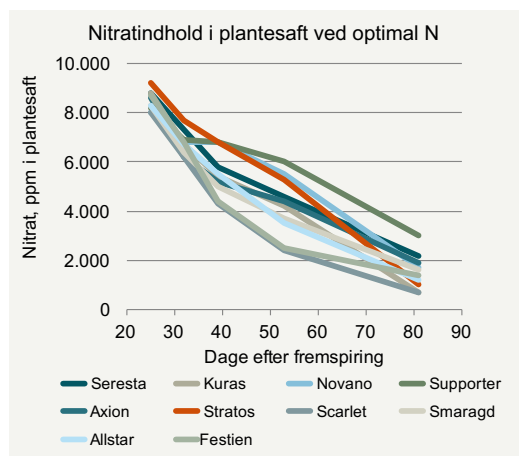


FIGUR 3. Det beregnede økonomiske tab ved at tilføre 200 kg kvælstof pr. ha i stedet for den økonomisk optimale mængde i ti sorter.

tidligt på sæsonen, er der risiko for, at kartoflerne afmodner for tidligt.

I forsøg med stigende mængder kvælstof i ti sorter ved Dronninglund er der i løbet af sommeren målt indhold af nitrat i saften fra bladstængler med en såkaldt Horiba NO₃-tester. Målingerne er foretaget fra 25 dage efter fremspiring (ved sankthans) og frem til midten af august.

Målingerne er udført i alle forsøgsled med stigende mængder kvælstof, og derfor kan man fastsætte nitrat-



FIGUR 4. Koncentrationen af nitrat i saften af bladstængler for ti sorter ved den optimale kvælstofmængde i løbet af sommeren 2016.

indholdet i plantesaften ved den kvælstofmængde, som er optimal for sorten. I figur 4 er nitratindholdet for de ti sorter anført ved den optimale kvælstofmængde som funktion af tiden. Én af prøvetagningsdatoerne er udeladt (5. juli), fordi forsøget er vandet kort før prøvetagningen, hvilket influerer på resultatet.

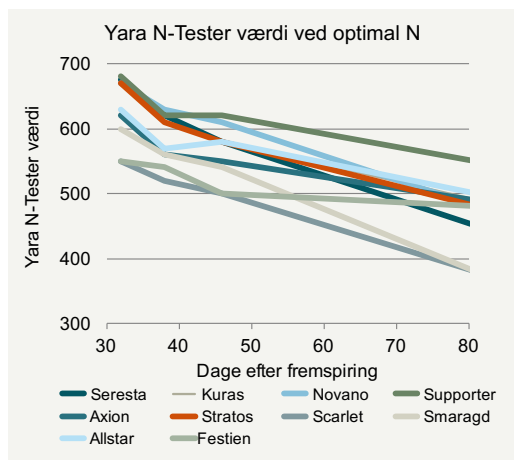
Figuren viser, at nitratkoncentrationen i saften ved den økonomisk optimale kvælstofmængde falder fra cirka 8.000 til 9.000 ppm tre til fire uger efter fremspiring til 1.000 til 2.000 ppm i midten af august.

Den udeladte prøvetagningsdato lige efter vanding i begyndelsen af juli viser, at resultaterne af nitratmålinger skal tolkes med forsigtighed, hvis ikke prøvetagningen sker under samme vilkår fra gang til gang. Erfaringer viser for eksempel, at tørkestress vil resultere i højere måleresultater, og nedbør eller vanding vil resultere i lavere resultater. Også tidspunktet på dagen kan influere på resultatet.

Flere års forsøg i forskellige sorter og på forskellige lokaliteter skal vise, om det er muligt at opstille en generel model, som i praksis kan anvendes til at beslutte om, og i givet fald hvor meget der skal eftergødskes.

Klorofylindhold i bladene

Yara N-Testeren måler klorofylindholdet i bladene, og klorofylindholdet er korreleret til afgrødens kvælstofstatus. Målingen kan derfor bidrage til vurderingen af eftergødningsbehovet.



FIGUR 5. Yara N-Tester værdi i blade for ti sorter ved den optimale kvælstofmængde i løbet af sommeren 2016.

I forsøget med stigende mængder kvælstof til ti sorter er der målt med Yara N-Tester fire gange fra slutningen af juli og frem til midten af august. I figur 5 er den fastsatte N-Tester værdi ved det økonomisk optimale kvælstofniveau fastsat for hver af de ti sorter.

Kurveforløbet er stort set ens for alle ti sorter, og i gennemsnit falder N-Testerværdien cirka 3 enheder pr. dag. Falder værdien mere end cirka 3 enheder pr. dag over nogle uger, kan det være et tegn på, at afgrøden er ved "at løbe tør" for kvælstof. Der er imidlertid en klar niveauforskydning mellem sorterne. Det viser, at der er behov for en sortsspecifik kalibrering. Der er en klar sammenhæng mellem det økonomisk optimale kvælstofniveau og det målte niveau ($R^2 = 0,78$). Således ligger sorter med et højt målt optimum på det højeste niveau og sorter med det laveste optimum på det laveste niveau.

Der er imidlertid behov for flere forsøg og data, før der kan opstilles en generel tolkningsmodel.

Effekten af delt kvælstofgødning til stivelseskartofler

Kartofler har et relativt stort behov for næringsstoffer i den første vegetative fase og i knolddannelsesperioden. Mange marker afmodner for tidligt i forhold til det planlagte høsttidspunkt. Når der ses en synlig afmodning (gulning), har planterne allerede over en periode på tre til fire uger ikke produceret det potentielle udbytte. Optagelsen af næringsstoffer er ofte lav i begyndelsen af vækstsæsonen, men stiger hurtigt i knoldfyldningsperioden og aftager så igen, når planterne nærmer sig afmodning. Ved at udbringe hele kvælstofmængden før eller i forbindelse med lægning er der risiko for udvaskning af specielt kvælstof samt tendens til stor topvækst, som ikke omsættes i knoldvækst.

I 2014 blev der igangsat en forsøgsserie, der belyser muligheden for at anvende delt gødsning til stivelseskartofler, samt om det er muligt at anvende bladanalyser til en behovsbestemt gødsning i kartofler. I 2016 er der gennemført ét forsøg i Dronninglund på JB 2 i sorten Kuras efter en lignende forsøgsplan. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 7. I 2016 indgår der forsøgsled med forskellig kamform – henholdsvis spids og flad kam. Erfaringer fra USA tyder på, at flade kamme resulterer i et højere udbytte end en spids kam. Tillige indgår bladgødsning med tre forskellige flydende kvælstofgødninger.