

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.

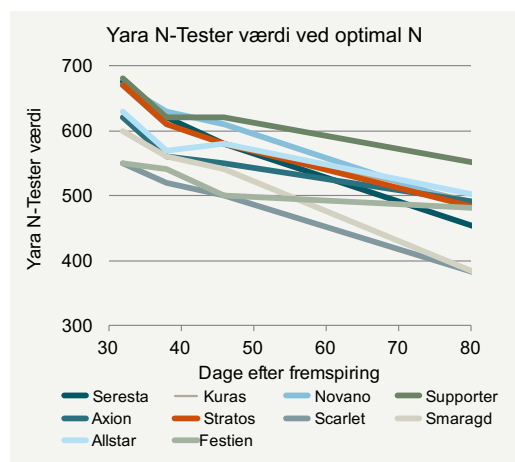
Figuren viser, at nitratkoncentrationen i saften ved den økonomisk optimale kvælstofmængde falder fra cirka 8.000 til 9.000 ppm tre til fire uger efter fremspiring til 1.000 til 2.000 ppm i midten af august.

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.

TABEL 7. Effekten af delt gødskning i stivelseskartofler. (Q6)

Stivelses-kartofler	Kam-form	Tilførsel af kvælstofgødning			Stivelse, pct.	Udb. og merudb. pr. ha		
		Kvælstofmængde og -type	Udbringnings-metode	Tidspunkt		hkg. knolde	hkg. stivelse	netto ¹⁾ , kr. pr. ha
2016. 1 forsøg								
1. Flad	171 kg N		Placeret	Ved lægning	22,1	655	145	42.008
2. Spids	171 kg N		Placeret	Ved lægning	21,7	4	-2	-540
3. Flad	126 kg N		Placeret	Ved lægning	21,9	6	0	375
4. Flad	126 kg N + 45 kg N i kalksalpeter		Placeret Bredspredt	Ved lægning 40-42 dage efter fremspiring	21,3	2	-5	-1.640
5. Spids	126 kg N + 45 kg N i kalksalpeter		Placeret Bredspredt	Ved lægning 40-42 dage efter fremspiring	21,7	-5	-4	-1.220
6. Flad	126 kg N + 9 N i Bio NS 15-2 + 9 N i Bio NS 15-2 + 9 N i Bio NS 15-2 + 9 N i Bio NS 15-2 + 9 N i Bio NS 15-2		Placeret Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning	Ved lægning 24-28 dage efter fremspiring 7 dage efter første bladgødskning 14 dage efter første bladgødskning 21 dage efter første bladgødskning 28 dage efter første bladgødskning	22,0	-24	-6	-1.770
7. Flad	126 kg N + 9 N i N-18, Flex F. + 9 N i N-18, Flex F. + 9 N i N-18, Flex F. + 9 N i N-18, Flex F. + 9 N i N-18, Flex F.		Placeret Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning	Ved lægning 24-28 dage efter fremspiring 7 dage efter første bladgødskning 14 dage efter første bladgødskning 21 dage efter første bladgødskning 28 dage efter første bladgødskning	21,4	-4	-5	-1.620
8. Flad	126 kg N + 9 N i N-18, DanG. + 9 N i N-18, DanG. + 9 N i N-18, DanG. + 9 N i N-18, DanG. + 9 N i N-18, DanG.		Placeret Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning Bladgødskning	Ved lægning 24-28 dage efter fremspiring 7 dage efter første bladgødskning 14 dage efter første bladgødskning 21 dage efter første bladgødskning 28 dage efter første bladgødskning	21,2	-22	-10	-3.120
9. Flad	85 kg N + 45 kg N i NS 27-4 + 45 kg N i kalksalpeter		Placeret Bredspredt Bredspredt	Ved lægning 24-28 dage efter fremspiring 40-42 dage efter fremspiring	21,7	29	4	947
10. Flad	126 kg N + 10 N i N-18, DanG. + 10 N i N-18, DanG.		Placeret Bladgødskning Bladgødskning	Ved lægning Ved begyndende afmodning En uge efter beg. afmodning	21,7	-3	-3	-695
LSD						ns		

¹⁾ Nettoudbyttet er beregnet ved en stivelsespris på 3,00 kr. pr. kg og en kvælstofpris på 8,20 kr pr. kg uanset gødningstype. Der er indregnet en omkostning til eftergødskning med bredspredt fast gødning på 80 kr. pr. ha. Derimod er der ikke indregnet en omkostning til bladgødskning, da det er forudsat, at den vil ske sammen med en skimmelsprøjtning.

Der er ikke effekt af kamformen, idet flade og spidse kamme giver stort set samme stivelsesudbytte. Der er en relativt svag kvælstofrespons, idet der er et lavt merudbytte for at øge kvælstoftilførslen fra 126 til 171 kg kvælstof pr. ha. Dette kan tilskrives, at kvælstofoptimum for



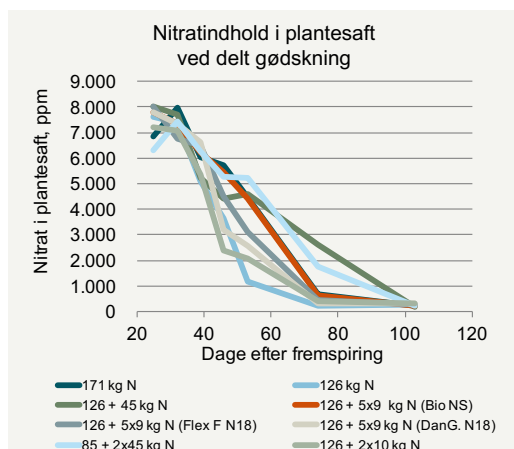
Udsprøjtning af flydende bladgødning kan forårsage bladsvindninger. Risikoen minimeres ved udsprøjtning på tørre planter i køligt vejr.

Kuras i 2016 er 155 kg kvælstof pr. ha på JB 2 til 4, som er midt imellem de to kvælstofniveauer. Der er en lille og ikke signifikant negativ effekt af delt gødskning og størst negativ effekt af bladgødskning. Gennemsnit af seks forsøg i 2014-2016 viser et merudbytte på 1,5 hkg stivelse ved delt gødskning. Der er dog variationer mellem årene. En mulig forklaring på den negative effekt af bladgødskning kan være svindninger på kartoffelbladene efter udsprøjtning af den flydende kvælstofgødning. I nogle af forsøgsparcerne er der registreret synlige svindninger i bladranden, og de største skader er observeret efter udsprøjtning af urea (N-18 fra DanGødning). Se foto.

Nitrat i plantesaft

Der er målt nitratindhold i plantesaften syv gange i løbet af vækstsæsonen fra 25 dage efter fremspiring ved sankthans og frem til begyndelsen af september. Resultatet af målingerne ses i figur 6.

Kurveforløbene inddeler sig groft set i tre grupper:



FIGUR 6. Koncentrationen af nitrat i saften af bladstængler i løbet af sommeren 2016.

1. Hvor der kun er tildelt 126 kg kvælstof pr. ha (og eventuelt bladgødsket meget sent), ligger kurverne nederst.
2. Hvor der er delt gødskning med fast gødning, ligger kurverne øverst, og kurverne får et markant "knæk" opad, når der eftergødskes.
3. Hvor der er anvendt delt gødskning med flydende gødning, eller hvor alt kvælstof er tilført ved lægning i midten, og kurverne er jævnt faldende.

Forsøget viser, at det er muligt at påvirke nitratindholdet i bladene ud fra kvælstofstrategien. Det må forventes, at effekten er størst i år med stor nedbør i perioden efter lægning, og hvor der kan være udvasket kvælstof fra rod-zonen.

Delt gødskning i kvælstofkrævende sorter

Et andet forsøg med delt gødskning i Dronninglund er gennemført i den kvælstofkrævende sort Novano. På trods af, at der er valgt en sort med et forventet højt kvælstofbehov, er der kun ringe respons for at øge kvælstoftilførslen udover 200 kg kvælstof pr. ha ved lægning. Der har heller ikke været effekt af at dele kvælstofgødningen, så en del af kvælstoffet er blevet udbragt som henholdsvis to og fire gange 25 kg kvælstof pr. ha i kalksalpeter fra slutningen af juni til starten af august. Forsøget kan studeres nærmere i Tabelbilaget, tabel Q7.

Effekt af forskellige gødningstyper

I dyrkning af specielt stivelseskartofler indgår gødningsstrategier indeholdende forskellige kombinationer af handelsgødninger og organiske gødninger, ligesom der anvendes forskellige udbringningsteknikker. Stivelsesfabrikkerne har over en årrække anbefalet protamylasse/K2 som primær kaligødning. Protamylasse og K2 er opkoncentreret kartoffelfrugtvand, som indeholder en relativt stor mængde kvælstof og klorfattigt kalium, men det indeholder også fosfor, magnesium og svovl. Indholdet varierer fra fabrik til fabrik. I 2015 blev der i samarbejde med Yara Danmark påbegyndt en forsøgsserie for at undersøge næringsstofudnyttelsen i protamylasse sammenlignet med fast handelsgødning. Samtidig undersøges effekten af placering af fosfor og kalium i samgranuleret gødning og mekanisk blandet gødning.

Forsøgsserien er videreført i 2016 efter næsten samme forsøgsplan. Forsøgsgødningerne er suppleret med kieserit, kaliumsulfat og tripelsuperfosfat for at sikre, at der udbringes samme mængde fosfor, kalium og magnesium i alle forsøgsled. Det er dog ikke lykkedes at ramme præcist i forsøgsled 4 med protamylasse, da en gødningsprøve, udtaget ved udbringning, har vist et højere indhold af næringsstoffer end forventet. Forsøgsplan og resultater fremgår af tabel 8. I tabellen er også vist resultater for 2015. Forsøgsplan og gødningsmængder i 2015 er lidt forskellig fra 2016, men i tabellen er kun vist plan og mængder for 2016.

I forsøgene er der kun fundet små og ikke signifikante forskelle mellem forsøgsbehandlingerne. I 2016 er der høstet et lidt højere udbytte for placering af mekanisk blandet gødning end for en samgranuleret gødning. I 2015 var det imidlertid omvendt, og i gennemsnit er udbyttet for de to gødninger ens.

I 2016 er der tilført mere kvælstof og kalium i protamylasse end tilsigtet, og derfor er der tilført cirka 240 kg udnyttet kvælstof pr. ha. Forsøgsleddet er derfor sandsynligvis overgødsket med kvælstof, hvilket betyder, at knoldudbytte og stivelsesprocent er relativt lave i forsøgsleddet.

I forsøgsled 4 er der kun tilført kalium i form af protamylasse. Der er opnået en meget høj udnyttelse af kalium, hvilket blandt andet kan ses af, at indholdet af kalium i bladstængler i august er højest i forsøgsleddet med protamylasse. Det gælder i både 2015 og 2016.