



## Overskrift

Kvælstof og svovl til økologisk vinterraps

## Beskrivende manchete:

*Effekten af svovltildeling til økologisk vinterraps er undersøgt i Økologiske Landsforsøg i perioden 2019-2022 med henblik på at fastlægge en gødskningsstrategi i forhold til tildelingstidspunkt, hvilken svovltype der anvendes, jordtype samt betydning af kvælstofmængde. Forsøgsserien er suppleret med data fra et demoforsøg hos Økologisk Vkst i 2017 samt data fra monitoring på markniveau i perioden 2017-2019.*

## Baggrund og introduktion til forsøgene:

Interessen for at dyrke økologisk vinterraps er steget de senere år, dels grundet forbedrede salgspriser (på kontrakt) og øget dyrkningssikkerhed, og har medført at det dyrkede areal er steget 10 gange i perioden fra 2015 til 2023, til i alt 7.077 ha i 2023. I økologien er vinterraps stadig en udfordrende afgrøde, og skal have prioritet i forhold til sædskifte og gødskning.

Svovldeponering fra atmosfæren er faldet drastisk de seneste 30 år, og det er derfor blevet nødvendigt at skærpe opmærksomheden omkring svovl i dyrkningssystemet, særligt for bælglplanter og korsblomstrede arter, såsom raps, som har et stort svovlbehov. Her er udfordringen at optimere tilgængeligheden af svovl sammen med kvælstof, - både tidsmæssigt i forhold til rapsens behov og med hensyn til svovltype og -mængde. Husdyrgødning er den mest almindelige kilde til svovl i økologisk dyrkning, men kun en mindre del af svovlen i husdyrgødning er umiddelbart plantetilgængeligt. Dog vil mange års brug af husdyrgødning og svovl opbygge et større potentiale for S mineralisering i rapsens vækstsæson. Svovl fra naturlige mineralske gødninger, såsom kieserit ( $MgSO_4$ ) og naturgips ( $CaSO_4$ ), er umiddelbart tilgængeligt for planterne.

Der blev i projektet 'Økologisk vinterraps' 2017-2019 arbejdet med vidensindsamling fra ca. 100 økologiske vinterrapsmarker, med fokus bl.a. på næringsstofforsyning. På baggrund af disse data, er der i perioden 2020-2022 udført Økologiske Landsforsøg for at belyse betydningen af kvælstofstrategi (mængde og delt gødskning), samt effekten af svovltildeling til økologisk vinterraps (gødningstype og tildelingstidspunkt). Effekterne af disse indsatsområder er samlet vurderet på baggrund af rapsudbyttet.

## I artiklen kan du læse om forsøgsresultater for:

Økologisk vinterraps – dyrkningsovervejelser

- Udbytterespons ved forskellig kvælstofmængde og -strategi
- Svovlmangel – risikovurdering ud fra tidligere brug af husdyrgødning, jordtype og vinternebdør
- Effekt af svovltildeling – tidspunkt og type
- Samlet gødskningsstrategi for kvælstof og svovl til økologisk vinterraps

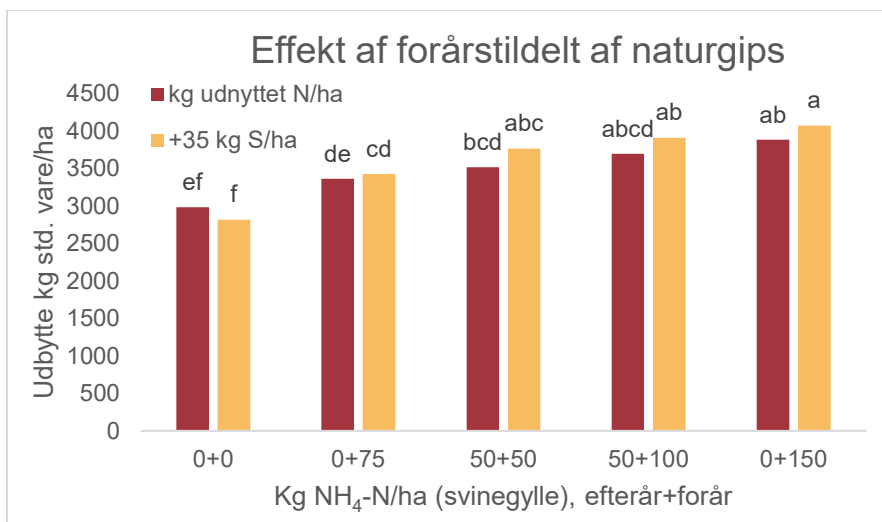
## Hovedpointer samlet fra forsøgsserien:

Kvælstof skal prioriteres til økologisk vinterraps, men hav også fokus på svovl. På baggrund af 4 Landsforsøg er det vist, at der ved tildeling af 100 kg udnyttet-N/ha og derover, opnås et merudbytte for svovltildeling til rapsen. Men timing, valg af svovlgødningstype og markens husdyrgødningshistorik skal vurderes, særligt på baggrund af jordtype, for at opnå den bedste effekt.

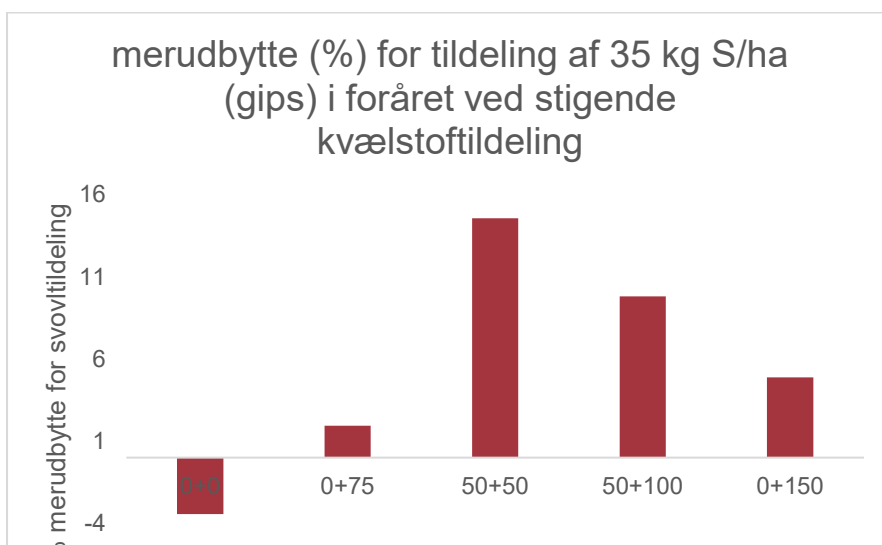


## Udbytterespons ved forskellig kvælstofmængde og -strategi

I forsøgene er kvælstof tildelt i form af gylle, som er udbragt i forskellige mængder nedfældet ved såning og/eller slangeudlagt i foråret ved begyndende strækning af rapsen (st. 31). På baggrund af 4 udførte Landsforsøg, er der på tværs af jordtype først opnået en svovleffekt ved en total kvælstofmængde på 100 kg udnyttet N/ha, og derover (se figur 1 og figur 2). Effekten af ekstra svovltildeling er altså betinget af høj kvælstoftildeling. Dertil antyder data, at der ved tilførsel af mere end 100 kg udnyttet-N/ha, kan være behov for tildeling af mere end 35 kg svovl/ha. Det optimale kvælstof:svovl forhold afhænger af mange forskellige faktorer. Herunder peger en engelsk analyse, udgivet af Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB), på at en relativ lav udnyttelse af kvælstof og svovl er en medvirkende faktor til de seneste års udbytteplateau i vinterraps, og at selektion for mere effektive sorter kan bidrage til at opnå større udbytter.



Figur 1: Udbytte som funktion af totalmængde udnyttet N (efterårstildelt kvælstof i gylle nedfældet ved såning + forårstildelt kvælstof i gylle slangeudlagt i rapsens vækststadium 31). Svovl (35 kg S/ha) er tildelt i form af naturgips i foråret. Datagrundlaget er 4 forsøg udført i 2021 og 2022. Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $p < 0,05$ )



Figur 2: Merudbytte (%) for tildeling af 35 kg S/ha i foråret i form af naturgips, som funktion af totalmængde udnyttet-N (efterårstildelt kvælstof i gylle nedfældet ved såning + forårstildelt kvælstof i gylle slangeudlagt i rapsens vækststadium 31). Datagrundlaget er 4 forsøg udført i 2021 og 2022.



## Svovlmangel – vurder risikoen ud fra jordtype og mængden af vinternedbør

Raps har et stort svovlbehov i sammenligning med f.eks. korn. Ved svovlmangel mindskes topvæksten mere end rodvæksten, og afhængigt af plantens kvælstofniveau, kan svovlmangelsymptomer (lyse blade) optræde på både de yngre (tilstrækkelig N-forsyning) og ældre blade (ved samtidig kvælstofmangel). Planter optager svovl som sulfat, som ligesom nitrat er meget mobilt i jordvæsken, og udvaskes derfor hurtigt på sandjorde, hvilket resulterer i en større risiko for svovlmangel på de lettere jorde.

På baggrund af en risikomatrix baseret på jordtype og vinternedbør, kan sandsynligheden for at opnå en respons for svovltildeling i vinterraps groft estimeres (tabel 1). Sandsynligheden for at opnå en udbytterespons ved tildeling af svovl til vinterraps, angives som lav eller høj (tabel 1). Udfra tabellen, er der altså størst grundlag for opnå et merudbytte for svovltildeling på de sandede jordtyper uafhængigt af vinternedbør, samt på de mere lerblandede sandjorde, hvor der er kommet store mængder nedbør hen over vinteren. Risikovurderingerne angivet i tabel 1 tager ikke højde for, at der ofte vandes på de sandede jorde. Grundvand indeholder typisk ca. 15 mg/S pr L, svarende til at der gives 4,5 kg S pr. ha ved 30 mm vanding. Væsentligt er det dog, at behovet for vanding typisk først opstår efter den kritiske periode for rapsens svovloptag.

Tabel 1: Estimeret risiko for svovlmangel, og deraf estimeret sandsynlighed (lav, høj) for positiv udbytteeffekt af svovltildeling til vinterraps.

Jordtype	Vinternedbør (nov-feb)		
	Lav (<175 mm)	Medium (175-375 mm)	Høj (>375 mm)
Sandjord	Høj		
Sandblandet lerjord	Lav	Høj	
Lerjord	Lav		Høj

## Effekt af svovltildeling – tidspunkt og type

I perioden 2017-2019 er der indhentet landsmandsdata fra 103 økologiske vinterrapsmarker. Registreringer af udbytte på tværs af forfrugt, kvælstoftildeling, gødningstype m.m. viser registreringerne opdelt på jordtype, at der i gennemsnit over de tre år, har været opnået merudbytter for tildeling af svovl, med størst effekt på de lettere jorde (Tabel 2).

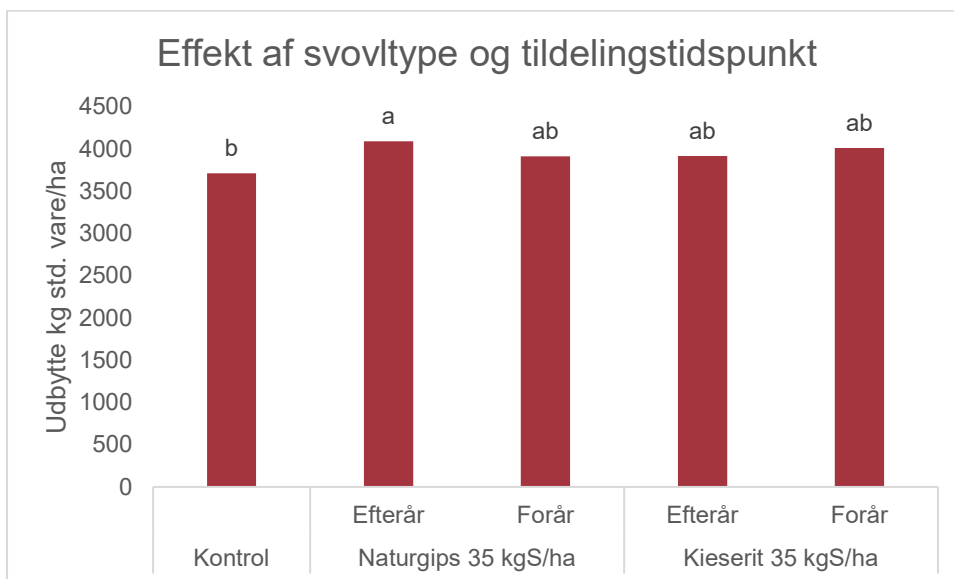
Tabel 2: Dataopgørelse på baggrund af 103 individuelle økologiske vinterrapsmarker i perioden 2017-2019. På marker med svovltildeling, er der givet 15-40 kg S/ha. Ved beregning af merværdi, er der anvendt en salgspris på 6 kr/kg frø.

	Udbytte, kg/ha		Merudbytte, kg/ha +Svovl	% merudbytte + Svovl	merværdi, kr/ha + Svovl
	-Svovl	+Svovl			
Sandjord (JB 1-4)	2066	2812	746	36	4475
Lerjord (JB 5-8)	2391	2758	367	15	2203

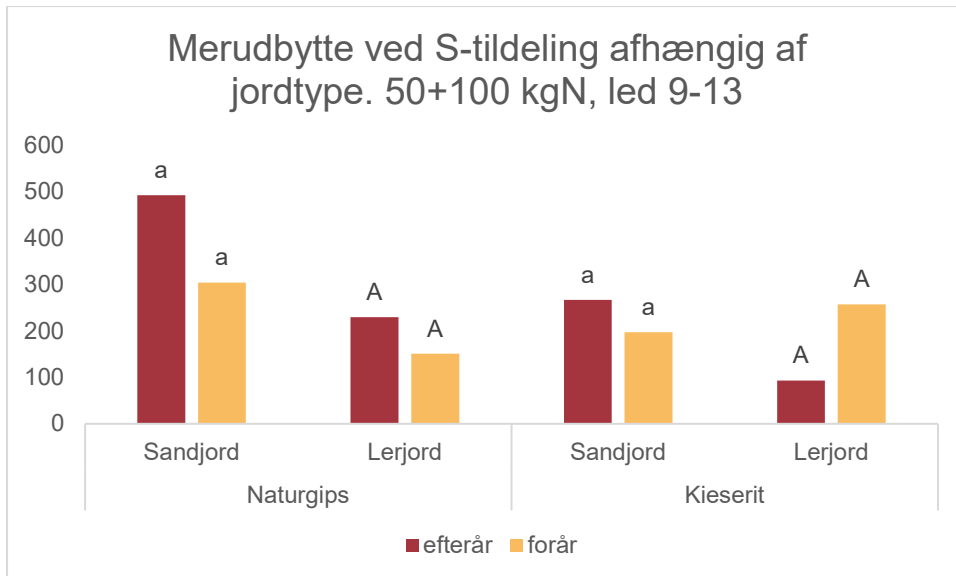


### Betydning af tildelingstidspunkt og svovltype

I Landsforsøgene er der i perioden 2021-2022 udført 4 forsøg, der har undersøgt effekten af svovltilførsel, tidspunkt og type. I forsøgene blev der tildelt 35 kg S/ha. Der findes flere muligheder for at tildele svovl til økologisk vinterraps. Landsforsøgene, og et lokalt forsøg ved VKST i 2017, har undersøgt effekten af henholdsvis Kieserit og Naturgips. Kieserit er et granuleret produkt, der indeholder 50% svovl på formen  $MgSO_4$ , og er letopløseligt i vand og umiddelbart plantetilgængeligt. Naturgips indeholder svovl på formen  $CaSO_4$  og kan have et varierende svovlindhold (Naturgips anvendt i forsøgene indeholdt ca. 15% svovl). Naturgips opløses langsommere end Kieserit, men jo finere formålet, jo hurtigere bliver svovlen plantetilgængelig. Opløselighed og deraf tilgængelighed af svovl fra forskellige svovlkilder er derfor vigtigt at have med i overvejelserne i forhold til tildelingstidspunkt. Ved højt kvælstofniveau (50+100 kg udnyttet-N/ha), opnås en udbyttegevinst på 10% for svovl tildelt som naturgips i efteråret. Effekten er størst på sandjord (figur 4) i overensstemmelse med opløseligheden og plantetilgængeligheden af naturgips, dog er effekten ikke signifikant ( $p = 0,055$ ), formentlig grundet det lave antal af forsøg. Svovltilførsel i form af lettilgængeligt kieserit gav samme udbytte uafhængigt af tildelingstidspunkt på tværs af alle forsøgene (Figur 3), dog med tendens til bedst effekt på lerjord ved forårstildeling (Figur 4, 2 forsøg, 2022). Der har ikke været signifikant forskel i udbytte mellem strategier med tildeling af gips og kieserit.



Figur 3: Udbyttegevinst af svovltildeling ved høj kvælstoftildeling (50 + 100 kg udnyttet-N) i gennemsnit af 4 forsøg i perioden 2021-2022. Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $p < 0,05$ )



Figur 4. Merudbytte for S-tildeling afhængigt af timing ved delt gylletildeling (50+100 kg udnyttet-N), opdelt på sandjord (2 forsøg, 2021) og lerjord (2 forsøg, 2022). Data afspejler ikke årsvariation. Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $p < 0,05$ )

## Samlet gødskningsstrategi for økologisk vinterraps

Gødskningsstrategi:

- Prioriter kvælstof til vinterrapsen
- Overvej delt kvælstofgødsning og tag højde for gylletype og svovlindhold
- Vurdér risikoen for svovlmangel i din vinterraps ud fra jordtype og nedbørsmængde (anvend risikomatrix) og på baggrund af tidligere tildeling af husdyrgødning i marken.
- Tildel 30-50 kg S/ha til vinterrapsmarker med vurderet risiko for svovlmangel
- Tildel fortrinsvis svovl i foråret - særligt på sandjorde, hvor risikoen for vinterudvaskning er høj
- Vælg svovltype baseret på tildelingstidspunkt og jordtype, samt eventuelle andre gødningsbehov i marken