

Udgivet 07.03.2024

# Gødningsstrategi for tildeling af kvælstof og svovl til økologisk vinterraps

**Økologiske Landsforsøg viser, at der kan opnås et merudbytte for kvælstof, mens behovet for svovl afhænger af kvælstofniveauet.**

Af Sidsel Birkelund Schmidt, Inger Bertelsen

Effekten af kvælstof- og 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 og betydning af kvælstofmængde. Artiklen er suppleret med data fra et demoforsøg hos Økologisk VKST i 2017 samt data fra monitoring på markniveau i perioden 2017-2019.

## Resultater og konklusioner mht. tildeling af kvælstof og svovl til vinterraps

### Hovedpointer fra forsøgsserien

Kvælstof skal prioriteres til økologisk vinterraps, men hav også fokus på svovl. I 4 Økologiske Landsforsøg er der merudbytte for kvælstofgødskning. Der er gødet med 75 til 150 kg ammonium kvælstof med forskellig fordeling mellem efterår og forår. Alle gødningstildelinger er med og uden svovltildeling i foråret som ikke har givet sikre merudbytter. Tildeling af 35 kg svovl pr. ha i forhold til tildelingstidspunkt (forår eller efterår) og gødningstype (kieserit eller naturgips) og afprøvet når gylle er tildelt med 50 (efterår) + 100 (forår) kg ammonium kvælstof.

### Overordnede konklusioner:

- Vinterrapsen responderer på store mængder tildelt kvælstof.
- Der bør være kvælstof nok til rådighed for planterne ved såning.
- Kvælstof bør også prioriteres udbragt i foråret til vinterraps.
- Der kan tildeles en svovlgødning som "forsikringsstrategi".
- Svovlgødningens effekt er afhængig af tilstedeværelse af tilstrækkelige mængder kvælstof.
- Svovl bør tildeles i efteråret i forbindelse med såning, hvis der vurderes behov.

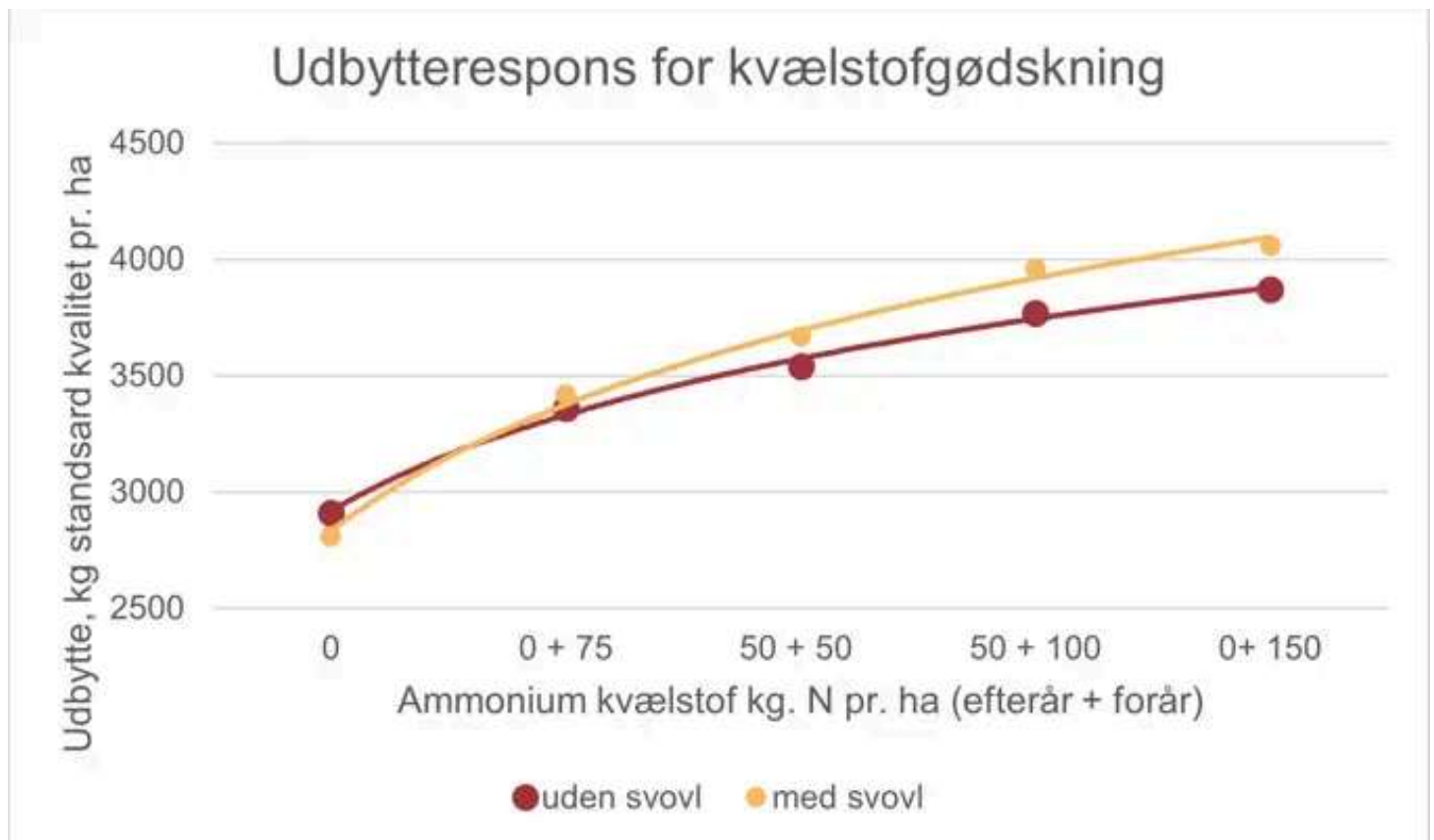
I det følgende kan læses mere om forsøgsresultaterne og hvordan svovlbehov kan vurderes.

### Udbytterespons ved forskellig kvælstofmængde og -strategi

Kvælstof er tildelt i form af gylle i forsøgene, og er udbragt i forskellige mængder, som enten er nedfældet ved såning og/eller slangeudlagt i foråret ved begyndende strækning af rapsen (st. 31).

Jordtypen i de 2 forsøg i 2021 er JB4 og i de 2 forsøg i 2022 er jordtypen JB6.

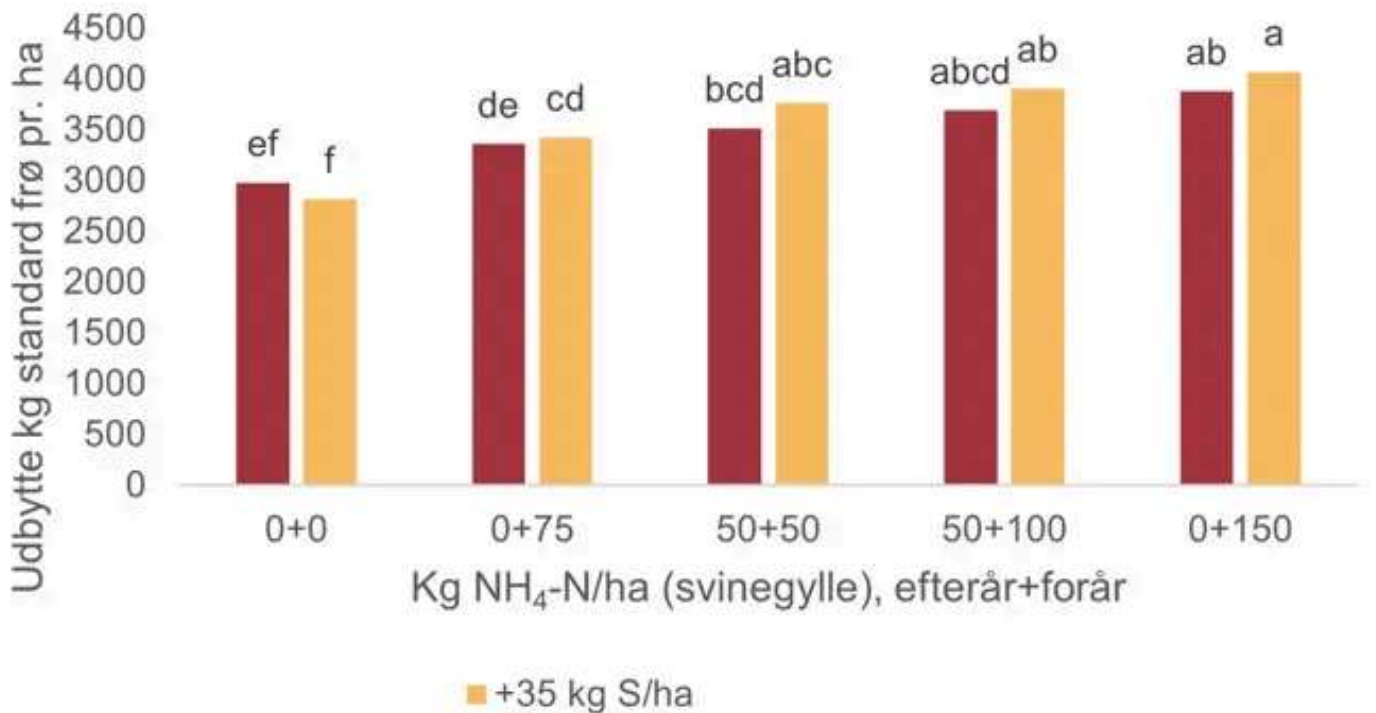
Udbyttet er stigende med stigende tildeling af ammoniumkvælstof fra 0 til 150 kg ammonium kvælstof pr. ha. Det er også interessant at se, at kurven for merudbytte er mere stejl, når der samtidig tildeles svovl (Figur 1). Forskelle mellem ugødet og 150 kg ammonium kvælstof i foråret er i kg standardkvalitet pr. ha 960 uden svovl og 1250 med svovl.



Figur 1. Kvælstofresponskurve for gødskning af vinterraps. 4 forsøg 2021-2022, med stigende tildeling af kvælstof. De to sidste led er begge tildelt 150 kg, men ved forskellig tildelingsstrategi.

Udbytteresponset er signifikant forskel mellem ugødede og gødede led med 100 kg ammonium kvælstof eller derover. Der er ikke signifikant forskel mellem led med og uden svovl ved samme gødningsniveau (Figur 2). Kun i ét af forsøgene har der været merudbytte for svovl, dog kun når der samtidig er tildelt kvælstof. I dette forsøg er merudbytte for svovl steget med kvælstoftildelingen.

## Effekt af kvælstof og forårstildelt svovl



Figur 2: Udbytte som funktion af ammonium kvælstof pr. ha (ved såning + forårstildelt). 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 ( $p < 0,05$ ).

Resultaterne antyder, at merudbytte for svovltildeling er betinget af høj kvælstoftildeling eller en forfrugt med høj kvælstof eftervirkning. Eller omvendt, at effekten af kvælstof afhænger af, at der er en tilstrækkelig mængde svovl til rådighed. Det hænger godt sammen med, at der i konventionel dyrkning opnås merudbytter for svovl, da der ved denne dyrkningsform er højere kvælstofniveau og højere udbytter. I den økologiske produktion kan disse sammenhænge være mere komplekse på grund af at mineralisering af kvælstof og svovl spiller en større rolle for den samlede næringsstoftildeling.

Svovltildelingen er den samme i forsøgene (35 kg pr. ha) uanset kvælstofniveau, men måske kan forholdet mellem kvælstof og svovl optimeres så en stigende svovltildeling ved et højt kvælstofniveau øger udbyttet. Der er i forsøgene udtaget planteprøver i foråret for at belyse hvilke næringsstoffer, der kan have været udbyttebegrænsende. I det forsøg, hvor der er opnået merudbytte, er kvælstofmængden høj i forhold til svovl. Se tabel 1

Tabel 1. Udbytte og planteprøver i 4 forsøg med gødskning af vinterraps.

Forsøg	År	Vinternedbør, mm. (nov. – feb.)	JB	Forfrugt	Udbytte, hkg std. frø pr. ha 1)	Merudbytte for svovl hkg std. frø pr. ha <sup>2)</sup>	Pct. S pr. kg tørstof <sup>3)</sup>	Pct. N pr. kg tørstof <sup>3)</sup>	N/S forhold <sup>3)</sup>
1	2021	158	4	Vårhvede	3.641	508	0,61	6,14	10,5
2	2021	205	4	Rødsvingel, frø	4.990	147 (ns)	0,69	5,56	8,1
3	2022	266	6	Vinterrug	2.709	-112 (ns)	0,46	3,74	8,1
4	2022	246	6	Vårbyg	4.927	213 (ns)	0,42	4,95	11,8
Normalområde for planteanalyse							0,45 - 1	3,5 - 5,5	5 - 9

1) Udbytte i forsøgsled gødet i foråret med 150 kg ammonium kvælstof i svinegulle og 35 kg S i naturgips pr. ha.

2) Merudbytte i forhold til 150 kg ammonium kvælstof i svinegulle uden svovl.

3) Næringsstoffer i planteprøve udtaget i foråret, i forsøgsled gødet med svovl.

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

Raps har et stort svovlbehov sammenlignet med f.eks. korn. Ved svovlmangel mindskes topvæksten mere end rodvæksten. 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. Samtidig mineraliseres både kvælstof og svovl fra jorden i løbet af vækstsæsonen, hvilket kan have en betydning i forhold til økologiske produktion, hvor der også i de foregående år har været anvendt husdyrgødning.

På baggrund af en risikomatrix, baseret på jordtype og vinternedbør, kan sandsynligheden for at opnå en respons for svovltildeling i vinterraps groft estimeres. 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.

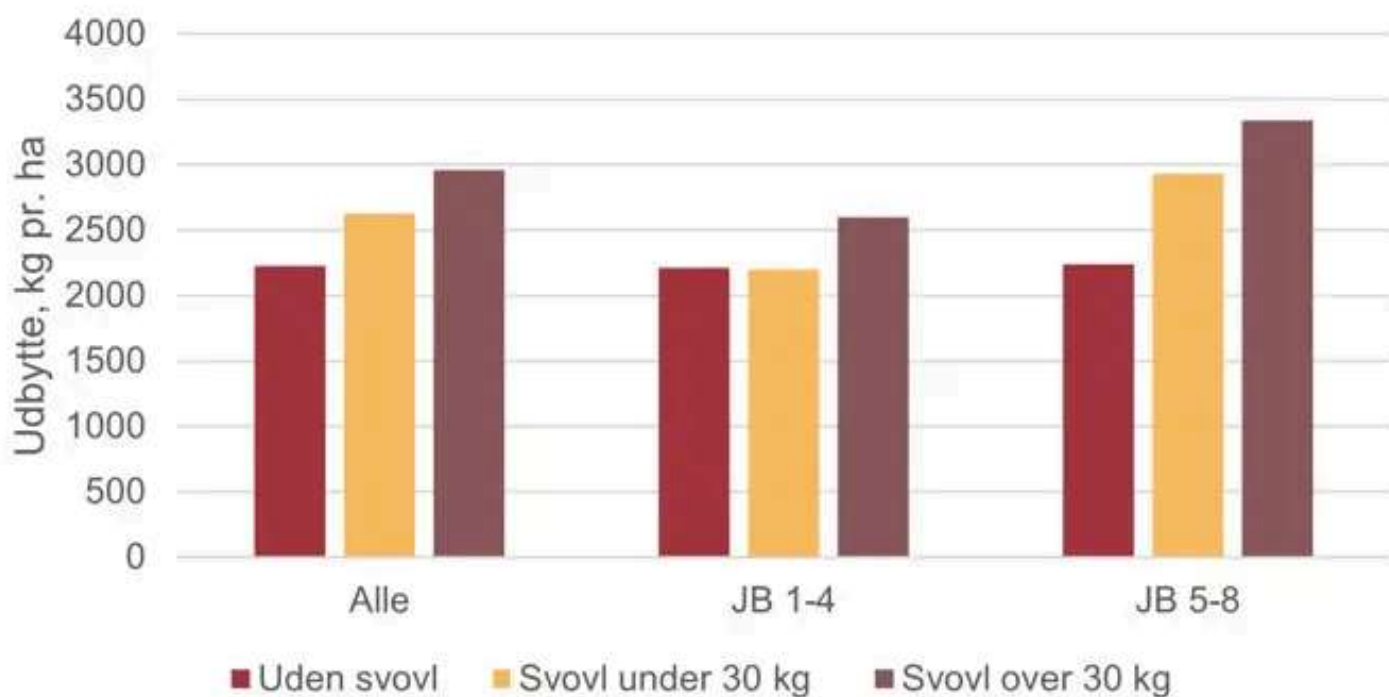
Tabel 2: Estimeret risiko for svovlmangel, og deraf estimeret sandsynlighed (lav, høj) for positiv udbytteeffekt af svovltildeling til vinterraps. (AHDB Nutrition Management Guide Section 4 Arable Crops)

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

Landsmandsdata fra 103 økologiske vinterrapsmarker er indhentet i perioden fra 2017-2019. Registreringer af udbytte på tværs af forfrugt, kvælstoftildeling, gødningstype m.m. viser, at der ikke er signifikant merudbytte for tildeling af svovl. Men der er en tendens i den retning ( $P=0,0812$ , skal være under 0,05 for at det er signifikant).

## Udbytter i monitoring



Figur 3. I monitoring af 103 økologiske rapsmarker var der ikke signifikante merudbytter for at tildele svovl. Men der er en tendens til højere udbytter i de marker, hvor der er tildelt mindst 30 kg svovl.

## Betydning af tildelingstidspunkt og svovltype

I forsøgene er effekten af tidspunktet og typen af svovltildeling også undersøgt. 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.

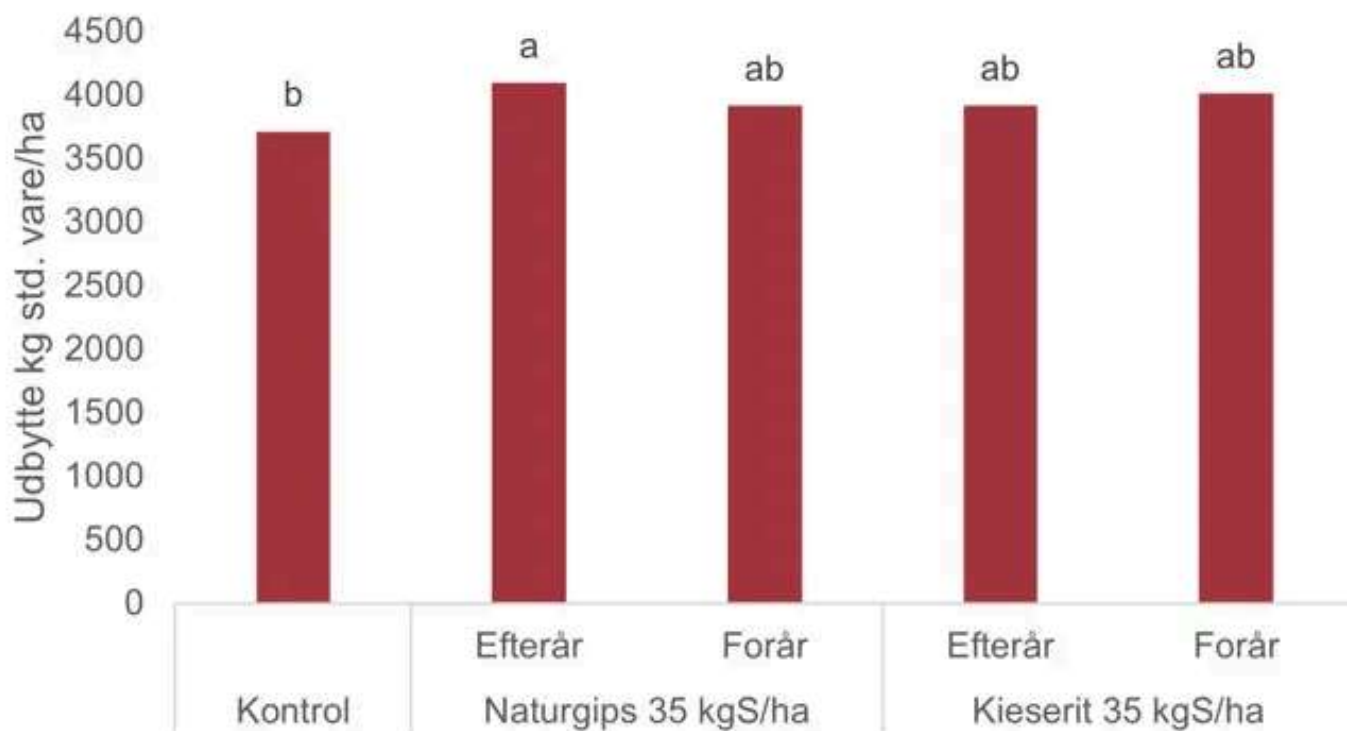
### Beskrivelse af Kieserit og Naturgips

- 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 ammonium kvælstof pr. ha), opnås en udbyttegevinst på 10% for svovl tildelt som naturgips i efteråret i forhold til uden svovl. Effekten er størst på sandjord (figur 4) i overensstemmelse med opløseligheden og plantetilgængeligheden af naturgips, dog er effekten ikke signifikant ( $p = 0,055$ ).

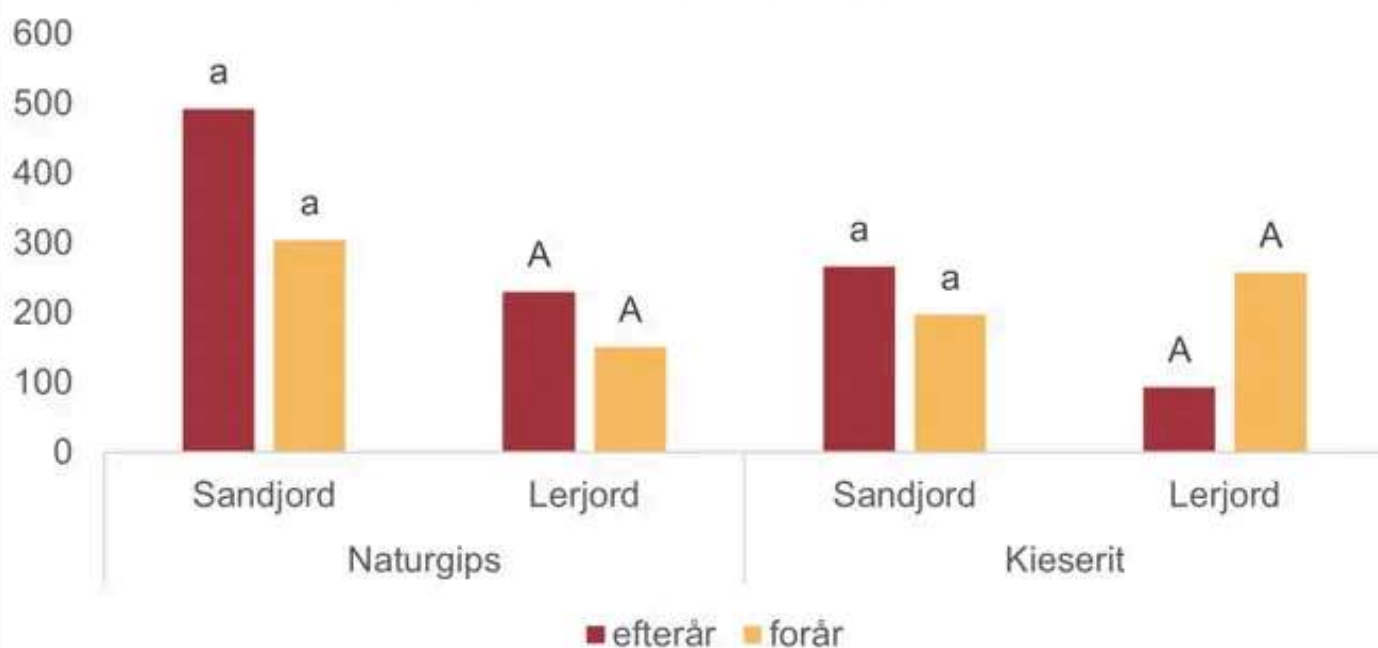
Svovltilførsel i form af lettilgængeligt kieserit gav samme udbytte uafhængigt af tildelingstidspunkt på tværs af alle forsøgene (Figur 3), dog med tendens til bedst effekt på lerjord ved forårstildeling (Figur 4, 2 forsøg, 2022). Der har ikke været signifikant forskel i udbytte mellem strategier med tildeling af gips og kieserit.

## Effekt af svovltype og tildelingstidspunkt



Figur 4: 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 ( $p < 0,05$ ).

## Merudbytte ved S-tildeling afhængig af jordtype. 50+100 kgN, led 9-13



Figur 5: 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). Værdier med forskellige bogstaver er signifikant forskellige



( $p < 0,05$ )

## Samlet gødskningsstrategi for økologisk vinterraps

Gødskningsstrategi:

- Prioriter kvælstof til vinterrapsen
- Overvej delt kvælstofgødskning og tag højde for gylletype og svovlindhold
- Vurdér risikoen for svovlmangel i din vinterraps ud fra jordtype og nedbørsmængde og på baggrund af tidligere tildeling af husdyrgødning i marken
- Tildel 30-50 kg S/ha til vinterrapsmarker med vurderet risiko for svovlmangel
- Vælg svovltype baseret på tildelingstidspunkt og jordtype, samt eventuelle andre gødningsbehov i marken

## Baggrund for de Økologiske Landsforsøg om kvælstof og svovltildeling til vinterraps

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 7.077 ha i 2023.

I økologien er vinterraps stadig en udfordrende afgrøde, og derfor skal afgrøden have prioritet i forhold til sædskifte og gødskning. Derfor er der også stor interesse for at finde det rette gødningsniveau og et stort fokus på den rette kvælstoftildeling, både mht. tidspunkt og mængde. Ofte dyrkes vinterraps efter kløvergræs for at sikre kvælstofforsyningen, men i disse Økologiske Landsforsøg er de anlagt efter en anden forfrugt end kløvergræs.

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 bælgplanter 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, markvanding og give potentiale for at tilstrækkelig svovl mineralisering i rapsens vækstsæson. Svovl fra naturlige mineralske gødninger, såsom kieserit ( $MgSO_4$ ) og naturgips ( $CaSO_4$ ), er umiddelbart tilgængeligt for planterne.

Der blev fra 2017-2019 lavet en 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.



# Fonden for **økologisk landbrug** **Promille**afgiftsfonden for landbrug

## For mere information



### **Sidsel Birkelund Schmidt**

Specialkonsulent

Næringsstoffer,  
mikronæringsstoffer

+45 23 48 17 56

[sibs@icoel.dk](mailto:sibs@icoel.dk)



### **Inger Bertelsen**

Chefkonsulent

Bælgsæd, grovfoder, landsforsøg

+45 40 34 21 71

[iber@icoel.dk](mailto:iber@icoel.dk)