

# Næringsstofferne

## Kvælstof

Kvælstof (N) er det næringsstof, der har størst betydning for udbyttet i de fleste afgrøder. Derfor er der ofret mange kræfter på at bestemme afgrødernes behov for kvælstof.

### Optagelse

Planterne vil helst optage kvælstof i form af nitrat, men de kan også optage kvælstof som ammonium. Optagelsen sker aktivt, det vil sige, at planternes rødder søger efter kvælstof i jorden, og planten bruger energi på at "suge" kvælstoffet ind i rødderne.

### Transport

Kvælstof transporteres let rundt i planten, og de dele af planten der har størst behov, får derfor først. Derfor ses kvælstofmangel altid først på de ældste blade.

### Anvendelse

Planten anvender kvælstof til at danne aminosyrer, som er nødvendige til opbygning af celler i planten. Underskud af kvælstof medfører, at der ikke kan laves så mange nye celler i planten, og derfor bliver planterne mindre.



Foto: Agrofoto (kvælstofmangel)

### Mangel på kvælstof

Hvis planten mangler kvælstof, giver det sig udslag i flere ting.

- Proteinindholdet falder, på grund af for lidt aminosyre.
- Udbyttet falder, da opbygningen af nye celler reduceres.
- Afgrøden modner tidligere, den "skynder" sig.
- Afgrøden modner mere uens.

### Overskud af kvælstof

Tilføres en afgrøde mere kvælstof end den har behov for, vil planten alligevel optage mere kvælstof end den har brug for (luksusoptagelse), men planten vil ikke give et højere udbytte. I nogle tilfælde vil en overgødsning resultere i lejesæd, som ofte forringer kvalitet og udbytte. Desuden vil en kraftig overgødsning medføre et større kvælstoftab til omgivelserne.

### Tilførsel af kvælstof

Da kvælstof optages som ioner, nitrat og ammonium, er afgrøden "ligeglad" med, hvor kvælstoffet kommer fra. Det er derfor ikke afgørende for afgrøden, om kvælstoffet tilføres fra husdyrgødning eller handelsgødning. Det er udelukkende mængden af kvælstof, som planterne har til rådighed, der er afgørende for udbyttets størrelse.



Foto: Agrofoto (kvælstofmangel)

## Gødskning med kvælstof

Vi ved, hvilke mængder kvælstof de forskellige afgrøder har behov for. Det betyder ikke, at vi ved, hvor meget handelsgødning der skal tilføres en given afgrøde, da der er flere forhold, der spiller ind. Først når der er taget hensyn til de andre kvælstofkilder, kan vi vurdere, hvor meget kvælstof der skal tilføres i handelsgødning.

## Markens reserver

Landbrugsjord i Danmark indeholder 5000-10000 kg N/ha. Det meste af denne kvælstof er imidlertid bundet som organisk stof og er dermed ikke plantetilgængeligt. Den plantetilgængelige mængde kvælstof i jorden afhænger blandt andet af jordtypen .

En **sandjord** indeholder normalt 15-20 kg plantetilgængeligt N/ha i foråret, inden planterne begynder at vokse. Denne værdi kaldes for N-min.

En **lerjord** indeholder normalt 30-40 kg N/ha i foråret, men kan indeholde op til 100-150 kg N/ha.

Bliver der tilført husdyrgødning til jorden, kan tallene komme meget højere op specielt på lerjorden.

## Jorden frigiver kvælstof

I løbet af foråret frigiver jorden noget kvælstof, som afgrøden kan optage. Mængden af frigivet kvælstof afhænger af flere forhold, hvor indholdet af humus, planterester og rester af husdyrgødning fra tidligere år er de væsentligste. I nogle tilfælde frigiver jorden så meget kvælstof, at afgrøden overforsynes, selv om der ikke tilføres gødning.

## Husdyrgødning

Husdyrgødning indeholder to typer af kvælstof: mineralsk kvælstof (i form af ammonium og nitrat) og organisk kvælstof (kvælstof bundet i proteinrester, som kan være mere eller mindre omsættelig).

Ammoniumkvælstoffet kan afgrøden optage straks, mens den organiske kvælstof først skal nedbrydes af



bakterier og svampe, inden afgrøden kan udnytte kvælstoffet. Derfor virker kvælstof i husdyrgødning over en længere periode (op til 5 år ). Samtidigt betyder det, at kvælstoffrigivelsen fra husdyrgødning ikke kan begrænses til den periode, hvor planterne optager kvælstof. Dette er et problem rent miljømæssigt, da der er tidspunkter på året, hvor der ikke er planter, der kan optage den kvælstof, der frigives fra husdyrgødningen.

## Handelsgødning

Handelsgødning tilføres, når væksten er startet, således at afgrøden ikke mangler kvælstof i den kritiske periode, når de nye rødder dannes i foråret.

Da handelsgødning virker med det samme, kan en deling til vintersæd sikre, at afgrøden optager kvælstoffet mere jævnt over vækstsæsonen, hvilket i forsøg med vinterhvede har givet et merudbytte på 1-2 hkg. En kvælstofdeling på især sandjord bevirker, at faren for udvaskning er væsentlig mindre. Desuden er meldugangreb ofte mindre i marker, hvor gødningen er delt.

Mængden af kvælstof i handelsgødning bestemmes ud fra afgrødens behov fratrukket jordens reserver, jordens frigivelse og tilførsel i husdyrgødning. Desuden er der i dag lov for, hvor meget kvælstof der må tildeles hver afgrøde, og en overgødsning kan betyde, at landmanden får en bøde. Bestemmelse af det korrekte kvælstofbehov er en meget svær opgave, hvor der er rig mulighed for at lave fejl. Denne opgave bør derfor overlades til Planteavlskonsulenterne.

# Næringsstofferne

## Fosfor

Afgrøderne fjerner fosfor fra marken, og derfor skal der hvert år tilføres en tilsvarende mængde fosfor for at vedligeholde jordens dyrkningsværdi.

Fosfor bindes med tiden i jorden, så planterne får sværere ved at optage det. Derfor anbefales det normalt at tilføre den mængde fosfor, der fjernes med afgrøden i jorde med et middel fosforindhold. I jorde med et lavt fosforindhold anbefales det at tilføre lidt mere fosfor, end det planterne fjerner. Hvor der er et meget højt fosforindhold i jorden, kan man tilføre mindre fosfor, end det der fjernes med afgrøden, og derved tære lidt på jordens reserver.

### Optagelse

Fosfor optages kun i planterne på ionformen af fosforsyre. Optagelsen er aktiv, det vil sige, at planten bruger energi på at få fat i det fosfor, der er i jorden.

I jorden findes fosfor i mange forskellige former, men kun en lille brøkdel er direkte plante-tilgængelig. Derfor er det vigtigt, at fosforet i handelsgødningen er vandopløseligt og dermed plantetilgængeligt.



Foto: Agrofoto (fosformangel)

### Transport i planten

I planten transporteres fosfor til de dele, der er i kraftig vækst. Samtidigt frigøres fosfor i de dele af planten, der er ældst. Derfor ses fosformangel først i de ældre dele af planten.

### Anvendelse

Planten bruger fosfor til at opbygge skelettet i kromosomerne. Derfor dannes der ikke nye celler, hvis planten mangler fosfor. Desuden indgår fosfor som det vigtigste element i plantens energisystem. Koncentrationen af fosfor er højst i rødder, frø og kerner.

### Mangel på fosfor

Hvis planten mangler fosfor, giver det sig udslag i følgende.

Udbyttet falder, da der ikke kan opbygges nye celler.

Rodvæksten bliver mindre, og det medfører øget følsomhed overfor tørke. På grund af en mindre rodvækst vil planten også have svært ved at få fat i de øvrige næringsstoffer, som er nødvendig for en optimal vækst. Da planter ofte udbygger rodnettet tidligt i vækstsæsonen, er det vigtigt, at der er fosfor til rådighed på dette tidspunkt.

### Overskud af fosfor

Tilføres en afgrøde mere fosfor, end den normalt vil fjerne fra marken, vil der ikke ske noget ved det.

Planterne vil ikke optage mere fosfor end ellers.

Det overskydende fosfor vil indgå i den reserve, der findes i jorden.



Foto: Agrofoto (fosformangel)

## Tilførsel af fosfor

Da fosfor optages som ionformen af fosforsyre, er planterne "lige glade" med, hvorfra det kommer. Det er derfor ikke afgørende, om fosforet kommer fra husdyrgødning eller handelsgødning.

## Gødsning med fosfor

Der udføres ikke længere forsøg med fosfortilførsel til afgrøderne. Det skyldes, at princippet med at dække planternes fosforbehov ved at supplere den af jorden frigivne mængde fosfor med fosfor i handelsgødning, har vist sig at være effektivt til at vedligeholde jordens dyrkningsværdi. Jordens indhold af plantetilgængelig fosfor bestemmes vha. en jordbundsanalyse.

## Jordens reserver

Jorden kan indeholde store mængder af fosfor (i danske jorde findes 1200- 2500 kg P pr. ha). Jordens indhold kan deles op i tre hovedgrupper.

Opløst fosfor som planterne kan optage direkte (ca. 1 %).

Løsttilgængeligt fosfor der i løbet af kort tid kan opløses og dermed indgå i den første gruppe (5 - 25%).

Tungtopløseligt fosfor der i løbet af en længere periode kan gå over i gruppe 2, og dermed på længere sigt kan optages af planterne (75 - 95%).

Der er stor forskel på forholdet mellem de forskellige grupper i de enkelte jorde.

## Jorden frigiver fosfor

Da jorden frigiver fosfor i forhold til, hvor meget fosfor der findes i gruppe to, vil jord-prøverne vise, hvor meget der kan trækkes på jordens reserver.

## Husdyrgødning

Husdyrgødningen indeholder en del ufordøjet fosfor fra foderet. Denne fosfor nedbrydes ret hurtigt og kan derefter optages af afgrøden. Fosfor i husdyrgødning virker derfor i løbet af nogle måneder.

Indholdet af fosfor varierer mellem de forskellige typer af husdyrgødning. I gødnings-håndbogen findes normtallene for husdyrgødning.

I gødningsplanlægningen regnes med en udnyttelse af fosfor i husdyrgødning på 80 - 100%

## Handelsgødning

Ofte har afgrøden behov for fosfor i form af handelsgødning. I gødninger fra Norsk Hydro er omkring 3/4 vandopløseligt og kan derfor optages direkte af planterne. Den sidste 1/4 bliver vandopløselig i løbet af kort tid, og hele fosformængden kan derfor regnes for plantetilgængelig.

Fosfor bør tilføres, så snart planterne går i gang med at danne nye rødder. Derfor skal vintersæd have fosfor i den første gødsning, og vårsæd skal have fosfor inden såning.

Ved placering af gødning lidt ved siden af og lidt under frøet kan planten nemmere få fat på fosforen, og man ser ofte en bedre vækst ved placering.

Bladgødsning med fosfor kan ikke forventes at have effekt, da fosfor i den første periode først og fremmest skal bruges i rødderne.



# Næringsstofferne

## Kalium

Afgrøderne fjerner kalium fra markerne, og derfor skal der hvert år tilføres kalium for at vedligeholde jordens dyrkningsværdi. Da kalium udvaskes fra jorden, anbefales det, at der hvert forår tilføres en mængde kalium, der sammen med den af jorden frigivne mængde kalium, svarer til den mængde, som afgrøden vil fjerne.

### Optagelse

Kalium optages aktivt, det vil sige, at planten bruger energi på at trække kalium ind i rødderne. I jorden findes kalium enten opløst i vandet, eller det findes bundet til ler- og humuspartikler. Næsten alt kalium i jorden er let at få fat i for planterne, og derfor er en kaliumanalyse et godt værktøj til at bestemme behovet for kalium

### Transport i planten

Kalium transporteres i planten sammen med det vand, som rødderne optager. Derfor kommer der mest kalium til bladene, hvor fordampningen af vand foregår. Kalium kan frigøres fra de ældre plantedele og transporteres til de nydannede dele, og derfor ses mangelsymptomer først på de ældste dele af planten.

### Anvendelse i planten

Planten anvender kalium til at holde saftspændingen oppe. Jo mere salt der er i plantesaften, jo stærkere er cellerne. Og da planterne ikke har et skelet, er de afhængige af safttrykket for at kunne holde bladene strakt ud.

Kalium indgår desuden i styringen af vandforbruget i planten. Planter der mangler kalium, har derfor et større forbrug af vand, og kommer lettere til at mangle vand.

Koncentrationen af kalium er størst i blade og stængler, mens indholdet i rødder, frø og kerne er lavt. Derfor vil en fjernelse af halm og roetop betyde et større behov for kalium til den efterfølgende afgrøde.

### Mangel på kalium

Hvis planten mangler kalium, giver det sig udslag i følgende.

Udbyttet falder, hvis planten samtidig er underforsynet med vand, kan udbyttetabet blive stort. Bladene bliver slappe, og bladværten kan rulle ind over bladoversiden, hvorved tørstofproduktionen nedsættes.

### Overskud af kalium

De fleste planter påvirkes ikke af et overskud af kalium, men specielt kløver, kål, raps, og græs kan optage ekstra meget kalium, selv om afgrøden ikke har et behov (luksusoptagelse). Hvor afgrødens forsyning af magnesium ikke er lige så god som forsyningen med kalium, kan luksusoptagelse af kalium fremtvinge mangel på magnesium. De to næringsstoffer optages på samme måde af rødderne.



Foto: Agrofoto (kaliummangel)

## **Gødskning med kalium**

Tilførsel af kalium til de enkelte afgrøder bestemmes ud fra jordens reserver, så gødsningen med kalium supplerer den mængde kalium, som jorden stiller til rådighed, og derved dækkes afgrødens behov.

### **Jordens reserve**

Der kan være store forskelle i jordens indhold af kalium. Derfor anbefales det at tage jord-prøver med jævne mellemrum, så udgangspunktet for gødsningen kendes.

### **Jorden frigiver kalium**

Da kalium ikke bindes hårdt til jorden, kan afgrøden udnytte det meste af reserven i jorden. Derfor ses symptomer på kaliummangel først, når jorden er udpint for kalium.

Jordens reserver svarer under normale forhold til ca. 200 kg K/ha (K-tal = 8), og en kraftig græsmark kan optage 300-400 kg K/ha på et år. Derfor er der god grund til at være opmærksom på en korrekt gødskning med kalium.

### **Husdyrgødning**

Der er stor forskel på indholdet af kalium i de forskellige former for husdyrgødning. Kalium i husdyrgødning kan udnyttes direkte af planterne, da det optræder på samme form som i handelsgødning. I gødningsplanerne regnes med en udnyttelse på 80 %, hvis husdyrgødningen udbringes om efteråret. Hvis husdyrgødningen udbringes om foråret, regnes der med en udnyttelse på 100 %. Forskellen skyldes, at der udvaskes kalium i løbet af efteråret og vinteren.

### **Handelsgødning**

Handelsgødning indeholder normalt kalium sammen med klor, men i "klorfattige" gødninger, findes kalium sammen med sulfat.

De fleste afgrøder påvirkes ikke af klor, mens kartofler, juletræer og nogle grøntsager ikke tåler klor, og derfor anvendes en klorfattig gødning.

Da kalium anvendes i planternes blade og stængler, er tidspunktet for tilførsel ikke særligt vigtigt. Derfor kan kalium tilføres, mens væksten er i gang.

Bladgødsning med kalium kan lade sig gøre med kaliumnitrat, men det er en meget dyr løsning.

# Næringsstofferne

## Svovl

Alle afgrøder skal bruge svovl, men der er forskel på, hvor meget svovl de forskellige afgrøder optager i løbet af vækstsæsonen.

Indtil midten af 80'erne blev de danske marker tilført ca. 30 kg S/ha fra nedbøren (sur regn). Som følge af en bedre røgræsning er svovludledningen faldet betydelig og dermed også indholdet af svovl i nedbøren. I dag bliver markerne tilført ca. 10 kg S/ha fra nedbøren.

### Optagelse

Planterne kan kun optage svovl som sulfat. Optagelsen af svovl er en aktiv proces og den ligner meget optagelsen af nitrat.



Foto: Agrofoto (svovlmangel)

### N/S forhold

Undersøgelser vha. bladanalyser har vist, at forholdet mellem kvælstof og svovl ikke må overstige 20 (der må max. være 20 gange så meget svovl som kvælstof). Dette betyder, at i en situation hvor svovlforsyningen er i underkanten, vil en kraftig gødskning med kvælstof gøre tingene værre.

### Transport

Svovl transporteres let rundt i planten, hovedsageligt med vandstrømmen til blade og skud, men også i mindre grad med saftstrømmen fra bladene til aks. Modsat kvælstof, der kan frigives i ældre plantedele, frigives der ikke svovl i de ældre blade og stængler. Derfor ses svovlmangel altid først i de yngste plantedele.

### Anvendelse i planten

Svovl er en meget vigtig bestanddel i aminosyrerne cystein og methionin. men også i en række enzymer og vitaminer.

### Mangel på svovl

Da svovl indgår i aminosyrer og enzymer giver svovlmangel sig udslag i en række ting.

Udbyttet går ned.

Proteinindholdet i planterne falder.

Der ophobes nitrat, da kvælstoffet ikke kan omdannes til protein.

Vitaminindholdet reduceres specielt m.h.t. vitamin B1 og biotin.

### Overskud af svovl

Tilføres mere svovl, end planterne har behov for, vil der ske en luksusoptagelse. Det over-skydende svovl "opbevares" som sulfat i plantecellerne.

### Tilførsel af svovl

Jorden tilføres svovl fra forskellige kilder.

Forurening fra kul og olieafbrænding

Handelsgødning indeholder ofte svovl. Husdyrgødning indeholder lidt svovl, men kun en forsvindende lille del er plantetilgængeligt det første år. Der vil dog sandsynligvis ske en lille opbygning af jordens



Foto: Agrofoto (svovlmangel)

svovlpulje på jorde, som jævnlgt tilføres husdyrgødning, som så senere kan frigives fra jordens svovlpulje. Dog skal husdyrgødet jord tilføres svovl igennem handelsgødningen for at sikre afgrøden mod mangel.

### **Gødskning med svovl**

I de seneste år er der gennemført mange forsøg, for at bestemme forskellige afgrøders behov for svovl. Udfra disse forsøg og praktiske erfaringer i øvrigt kan de almindelige landbrugs-afgrøder opdeles i følgende 3 grupper.

Raps, kål og slætgræs skal tilføres 30 - 40 kg S pr. ha.

Ærter og afgræsningsgræs skal tilføres 20 - 30 kg S pr. ha.

Kornafgrøder ,bederoer og kartofler skal tilføres 10 - 20 kg S pr. ha.

På lerjorde og jorde som jævnlgt tilføres husdyrgødning, anvendes de laveste værdier.

### **Markens reserver**

Svovl udvaskes ligesom nitrat meget let fra jorden, hvorfor der ikke findes ret store reserver i jorden. Reserverne er mindst på grov sandjord og størst på lerjord.

### **Jorden frigiver svovl**

Hvis jorden indeholder meget uomsat organisk materiale, (humus eller husdyrgødning ), kan der ske nogen frigivelse af svovl. Frigivelsen er dog ikke tilstrækkelig til at dække afgrødernes behov.

### **Husdyrgødning**

Mængden af svovl i husdyrgødning er lav og kan ikke forsyne planterne med nok svovl.

### **Handelsgødning**

Efter at de fleste gødningstyper har fået øget deres svovlindhold, er det nu muligt at vælge en handelsgødning med det rette indhold af svovl.

Såvel NPK-gødninger, NP-gødning, NK-gødning, PK-gødninger og NS-gødning har nu et svovlindhold, så det er muligt at tilfredsstille afgrødernes behov for svovl.

Svovlindholdet i gødningen skal derfor indgå i overvejelserne, når der vælges gødningstype.

Det er muligt at tilføre svovl ved bladgødsning, men prisen er meget høj og virkningen ofte for dårlig, da skaden er sket på sprøjtetidspunktet. Derfor anbefales det at sikre afgrødens svovltilførsel i forbindelse med valget af handelsgødning.

# Næringsstofferne

## Magnesium

De fleste afgrøder fjerner 10-15 kg magnesium fra marken. Bederoer fjerner en del mere ca. 40 kg. Det anbefales, at der med års mellemrum tages jordprøver til bestemmelse af jordens indhold af plantetilgængeligt magnesium, og ud fra prøverne kan det bestemmes, om der skal anvendes gødning med magnesium.

### Optagelse i planterne

Magnesium optages af samme mekanisme som kalium, men da der er meget mindre magnesium i jorden, kommer planterne ofte i underskud af magnesium i den første del af vækst-perioden. Det retter sig normalt ret hurtigt, og giver ikke anledning til udbyttenedgang.

### Transport i planten

I planten transporteres magnesium sammen med vandstrømmen til de dele der er i kraftig vækst. Samtidigt frigøres magnesium i de ældre plantedele, og transporteres til de nyeste. Derfor ses mangel først på de ældre dele af planten og kun ved meget kraftig mangel på de yngre dele.

### Anvendelse i planten

Magnesium indgår i en række enzymer og spiller en central rolle i opbygningen af klorofyl (plantens grønkorn). Mangel på magnesium giver sig derfor udslag i manglende grønkorn og lavere fotosyntese. Endeligt indgår magnesium i energistyringen i planterne.

### Mangel på magnesium

Hvis planten mangler magnesium, giver det sig udslag i følgende.

Planten mister sin grønne farve og bliver gullig, først på de ældre plantedele og senere på de yngre.

Fotosyntesen falder, og udbyttet går ned. Sukkerindholdet stiger. Proteinindholdet falder.

### Overskud af magnesium

Da planterne selv styrer optagelsen af magnesium, sker der ingen luksusoptagelse. Der er derfor ingen risiko ved at tilføre større mængder, end planterne har behov for. Overskuddet vil indgå i jordens reserver og komme planterne til gode i de efterfølgende år.

### Tilførsel af magnesium

Da magnesium både findes i en vandopløselig og en tungtopløselig form, har magnesium-kilden afgørende betydning for, hvor hurtigt der kan opnås en effekt.

### Gødskning med magnesium

Der laves ikke mange forsøg med tilførsel af magnesium. Ud fra jordprøver mener man, at det er muligt at sikre sig mod underskud af magnesium. Et passende højt indhold i jorden sikrer normalt afgrødernes optagelse af magnesium, men specielt i foråret kan der opnås en effekt af vandopløseligt magnesium i gødningen.

Tilføres en afgrøde meget kalium, kan optagelsen af kalium undertrykke optagelsen af magnesium, og der bør derfor tilføres vandopløseligt magnesium for at sikre en passende balance i planterne. Specielt i græs er det vigtigt, at planterne er velforsynede med magnesium, da et lavt indhold i forhold til kalium kan medføre sygdommen "græstetani" hos kvæg. Dette betyder, at det er specielt vigtigt, at magnesiumforsyningen er i orden på kvægbrug, og især hvis kaliumtallene er høje.



Foto: Agrofoto (magnesiummangel)

### **Jordens reserver**

Da jorden ikke binder den tilførte magnesium særligt hårdt, og der ikke frigives væsentlige mængder fra jorden, viser jordprøver, hvor meget magnesium jorden stiller til rådighed. Hvis jorden er tilført dolomit (105 kg Mg/ton) enten som kalkningsmiddel eller sammen med handelsgødningen, vil der langsomt frigives plantetilgængeligt magnesium.

### **Magnesium i husdyrgødning**

Da de fleste afgrøder ikke indeholder overskydende magnesium, er der heller ikke overskud af magnesium i husdyrgødningen. Specielt i kvæggylle og kvægajle er indholdet af magnesium lavt. Kun hvis der anvendes meget mineralfoder til dyrene, kan der ske en større udskillelse af magnesium i ajlen. Derfor er det vanskeligt at anvende normtal for husdyrgødningens indhold af magnesium. Magnesium i husdyrgødning er vandopløseligt.

### **Handelsgødning**

Handelsgødning kan indeholde magnesium fra to forskellige kilder. Tungtopløseligt magnesium stammer hovedsageligt fra tilsætning af dolomit. Let opløseligt magnesium stammer fra tilsætning af kiserit.

Tungtopløseligt magnesium i gødninger bliver løbende frigivet fra dolomitten og bliver dermed tilgængelig for planterne. Denne frigivelse foregår over flere år, og en tilførsel af Mg på denne form kan ikke hæve jordens indhold af plantetilgængelig Mg på kort sigt, men tilførslen er med til at opretholde jordens reserver af magnesium.

Vandopløseligt magnesium kan planterne optage straks, og tilføres magnesium for at sikre optagelsen her og nu i planterne, bør der vælges en handelsgødning med et højt indhold af vandopløseligt magnesium.