

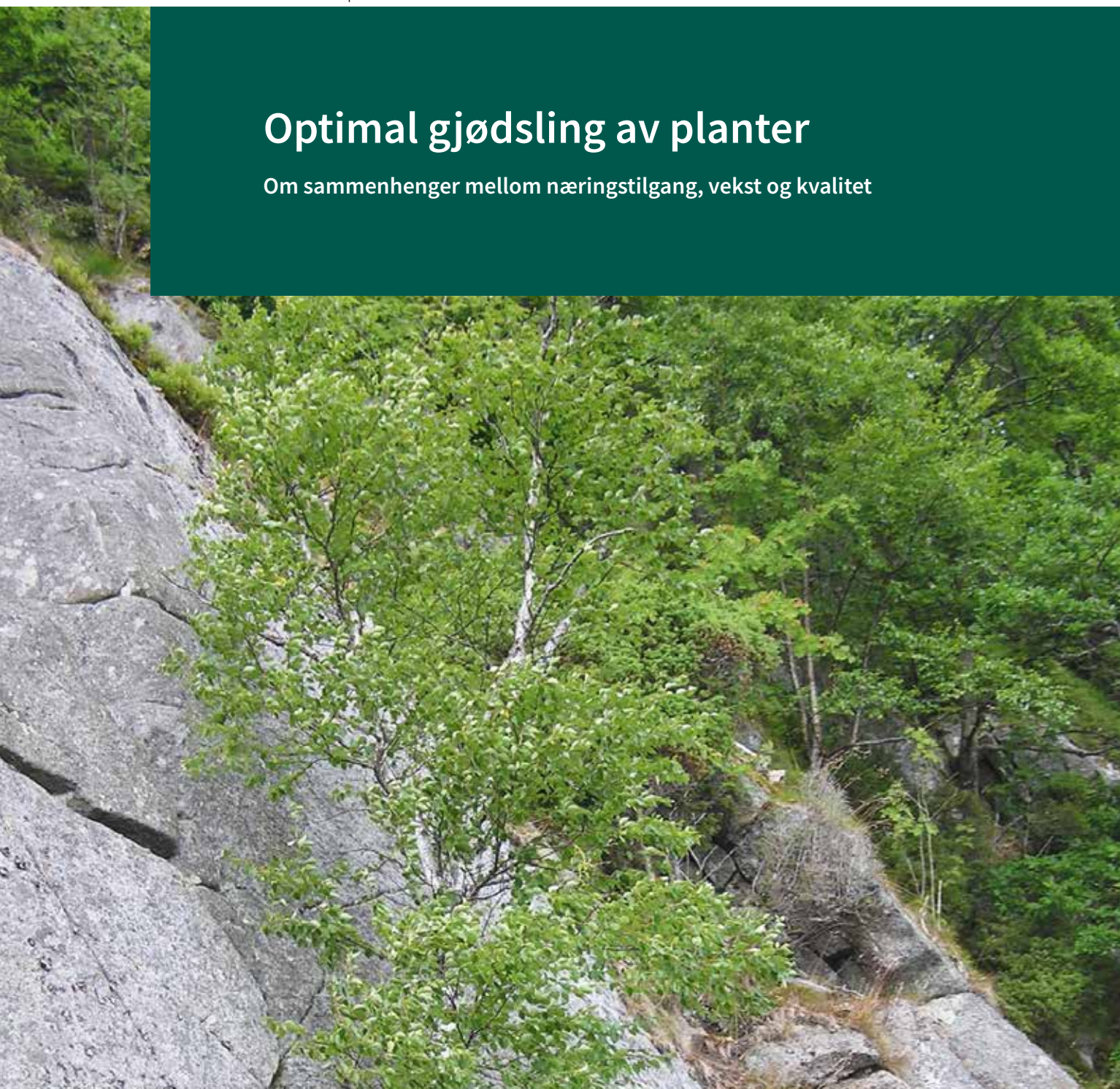


**NIBIO**  
NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

NIBIO BOK | VOL. 3 NR 7 2017

# Optimal gjødsling av planter

Om sammenhenger mellom næringstilgang, vekst og kvalitet



Forfattere: Agnar Kvalbein og Toril Drabløs Eldhuset  
Tittel: Optimal gjødsling av planter – Om sammenhenger mellom næringstilgang, vekst og kvalitet  
Ansvarlig redaktør: Forskningsdirektør Per Stålnacke  
Fagredaktør: Divisjonsdirektør Roald Sørheim  
Forsidefoto: Agnar Kvalbein

NIBIO BOK 3(7) 2017

ISBN: 978-82-17-01912-1  
ISSN: 2464-1189

Produksjon: [www.xide.no](http://www.xide.no)

# Optimal gjødsling av planter

Om sammenhenger mellom næringstilgang, vekst og kvalitet

## Forord

Den klassiske gjødsellæra ble utviklet for 150 år siden, og faget ble videreutviklet fram til slutten av 1900-tallet. Da fikk genetikken stor oppmerksomhet, og det synes å ha gått på bekostning av grunnleggende studier av sammenhengen mellom gjødsling og vekst. Forskningen har ofte fokusert på så detaljerte problemstillinger at det er lett å miste oversikten over de viktigste sammenhengene. Fagartikler er ofte knyttet til en enkelt planteart. Vi mener at planter har så mye felles at de her kan omtales samlet, vel vitende om at det finnes mange unntak. Dette overlater vi til spesiallitteratur for kulturvekstene og spesielle nisjer i økosystemene.

Denne teksten er et forsøk på å gi grunnleggende forståelse. Målgruppa er rådgivere, lærere og yrkes-

utøvere innenfor landbruk, gartnerier, parkforvaltning og hagesentre.

Vi har skrevet denne teksten fordi vi mener budskapet er viktig. Bedre ressursutnyttelse av fosfor og andre næringsstoffer er avgjørende for bærekraftig utvikling og for å redusere sult.

Stor takk til pensjonert forsker dr. Tom Ericsson (SLU) for inspirasjon og innsikt, og til våre kolleger Inger Sundheim Fløistad og Trygve S. Aamlid for kritisk lesning og innspill. Takk også til NIBIO for den autorisasjon som ligger i deres kvalitetskontroll før publisering.

Stokke/Kolbotn, 25. august 2017



**Agnar Kvalbein**

Utdannet i jordbruk ved NLH. Var i 25 år lærer ved Gjennestad gartnerskole. Deretter forsker i NIBIO med gras til grøntanlegg som fagfelt.



**Toril Drabløs Eldhuset**

Utdannet plantefysiolog ved UiO. Tok doktorgrad ved NLH 1987 under veiledning av bl. a. professor Torsten Ingestad, SLU. Ansatt ved NIBIO fra 1987 til pensjonering 2016, de siste årene som seniorforsker.

---

# Innhold

Klassisk gjødsellære gjelder ennå .....	6
Hvilke næringsstoffer påvirker kvaliteten mest?.....	8
Hvilke næringsstoffer kan styre plantevekst? .....	10
Den optimale gjødselblandingen.....	10
Mengde eller tilgjengelighet av gjødsel? .....	11
Veksttilpasset gjødsling .....	13
A. Plantenes vekstpotensial.....	13
B. Prioritering mellom skuddvekst og rotvekst .....	14
C. Tilpassing av gjødslinga til andre vekstfaktorer .....	14
Riktig gjødsling av planter .....	16
Tilpasning til jordas næringsinnhold .....	16
Gjødsling i praksis .....	17
Gjødsling, jordsmonn og økologisk dyrking.....	18
Et kritisk blikk på gjødslingspraksis i jordbruket .....	19
Nitrogen i parker og anlegg .....	19
Sluttord.....	20
Referanser .....	21

Planter henter all sin energi fra sola. Men for å vokse, trives og holde seg friske er de som mennesker og dyr: De trenger regelmessig tilførsel av balansert næring. Planter som vokser raskt må ha mer enn de som vokser sakte. Et godt prinsipp for gjødsling er å gi plantene en jevn strøm av balansert næring, der næringsmengden øker i takt med plantenes størrelse og tilpasses de vekstbetingelsene som klimaet og jorda byr på. Dette prinsippet gir stor vekst og avling – når det er målet. I tillegg får vi planter med stabil indre konsentrasjon av næringsstoffer og energireserver til å tåle stress fra tørke, beskjæring, vinter og angrep fra skadedyr og sjukdommer.

### Klassisk gjødsellære gjelder ennå

Oppdagelsen av at plantene tar opp næringsstoffer fra jorda som enkle ioner (elektrisk ladde atomer eller molekyler) la grunnlag for moderne gjødselindustri. Det er ingenting som tyder på at plantene bryr seg om hvor disse ionene kommer fra, det kan være fra aske, saltgruver, husdyrmøkk, kompost, tang og tare eller kjemisk industri. Det viktige for plantene er at de riktige ionene finnes i jorda der planterøttene kan få tak i dem, ofte godt hjulpet av sopp som lever både inni og utpå planterøttene. Disse kalles mykorrhizasopper og er viktige ikke bare for trær i skogen, men for nesten alle vekster med unntak av noen arter i korsblomst- og meldefamilien. Det er nå enighet om at planter behøver 14 ulike grunnstoffer for å vokse og utvikle seg normalt. Disse kalles planteneringsstoffer, og du finner dem i Tabell 1.

Plantenes tørrstoff består for det aller meste av organiske molekyler bygget av oksygen, karbon og hydrogen. Disse grunnstoffene henter plantene fra karbondioksid og vann. I store trær vil de sterke fibre cellulose og lignin være dominerende. I mange viktige matvekster vil stivelse eller andre karbohydrater utgjøre plantenes langtidslager for energi. Når vi i denne teksten omtaler mengdeforholdet mellom næringsstoffer, er det viktig å huske at vi ikke forholder oss til tørrstoffinnholdet, men til innholdet av nitrogen (=100). Det relative innholdet av næringsstoffer i levende planteceller er nemlig ganske likt fra art til art. Dette gjør det mulig å snakke om næringsbehovet til planter generelt, slik vi gjør i denne teksten.

### Plantevekst - definisjon

Definisjonen på vekst kan være «irreversibel økning i plantemasse». Plantenes vekst består av to trinn: 1. Danning av nye celler; 2. Økt cellevolum.

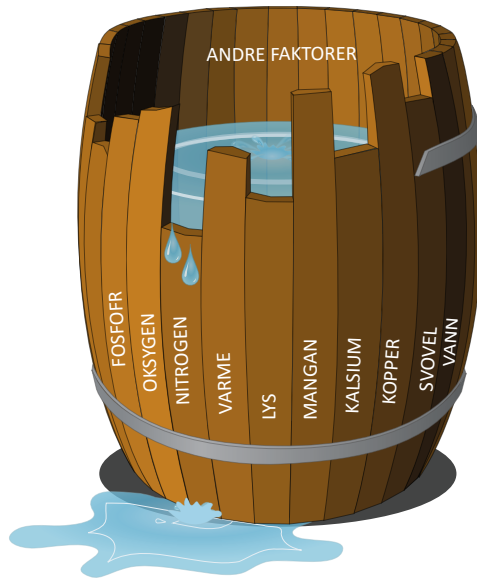
I denne teksten ser vi på sammenhengen mellom gjødsling og vekst uten å ta hensyn til at planter går gjennom ulike stadier eller faser. Dette kalles plantenes utvikling og er viktig tilleggsinformasjon. For eksempel er kornplanters utviklingstrinn blitt nøye beskrevet, og det henvises til disse stadiene i tekster som anbefaler gjødsling eller plantevern tiltak. På et tidspunkt slutter kornplantene å vokse, men det skjer likevel en utvikling ved at næring overføres fra blad og stengel til korn.

Tabell 1. Oversikt over normalt innhold av næringsstoffer i planter (1). De tre høyre kolonnene er omregnet til relativt vektinnhold.

Element	Kjemisk symbol	Vanligste opptaksform	Relativt antall molekyler	Molekylvekt	Vektinnhold	Relativt innhold i forhold til nitrogen
Nitrogen	N	$\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$	1000000	14	14000000	100
Kalium	K	$\text{K}^+$	250000	39	9750000	70
Kalsium	Ca	$\text{Ca}^{++}$	125000	40	5000000	36
Magnesium	Mg	$\text{Mg}^{++}$	80000	24,3	1944000	14
Fosfor	P	$\text{H}_2(\text{PO}_4)^-$	60000	31	1860000	14
Svovel	S	$\text{SO}_4^-$	30000	32	960000	7
Silisium*	Si	$\text{Si}(\text{OH})_4$	30000	28,1	843000	6
Klor	Cl	$\text{Cl}^-$	3000	35,5	106500	0,8
Jern	Fe	$\text{Fe}^{+++} / \text{Fe}^{++}$	2000	55,9	111800	0,8
Bor	B	$\text{BO}_3^-$	2000	10,8	21600	0,15
Mangan	Mn	$\text{Mn}^{++}$	1000	54,9	54900	0,4
Natrium*	Na	$\text{Na}^+$	400	23	9200	0,07
Sink	Zn	$\text{Zn}^{++} / \text{Zn}^+$	300	65,4	19620	0,14
Kobber	Cu	$\text{Cu}^{++}$	100	63,5	6350	0,05
Nikkel	Ni	$\text{Ni}^{++}$	2	58,7	117,4	0,0008
Molybden	Mo	$(\text{MoO}_4)^-$	1	95,9	95,9	0,0007

\* Elementene er regnet som nyttige, men ikke nødvendige for vekst

Utvikling av plantedeler som er viktige for avling og produktkvalitet kan påvirkes av bestemte næringsstoffer. Ett eksempel kan være at frøavlingen i rødkløver påvirkes positivt av god tilgang på næringsstoffet bor før knoppdanning. Slike detaljer er viktige for å få gode avlinger, og vi anbefaler spesiallitteratur for de enkelte kulturplanter.



Liebigs tønne. Illustrasjon: Kathrine Torday Gulden/Wikimedia Commons.

En illustrasjon fra den klassiske gjødsellæra er gjen-gitt i alle lærebøker. Den kalles Liebigs tønne, og forklarer en teori som Karl Phillip Sprengel utformet tidlig på 1800-tallet, den såkalte «minimumsloven». Den sier at **plantenes vekst blir begrenset av den ressursen som er vanskeligst tilgjengelig på voksestedet**. Legg merke til at «ressurser» ikke alltid er plantenæringsstoffer, men kan være vann, lys eller varme. Når planteproduksjonen er liten høyt til fjells, skyldes det blant annet at lav temperatur begrenser veksten. Blant plantenæringsstoffene er nitrogen vanligvis minimumsfaktoren i norsk natur. På bondens godt gjødsle åker kan veksten bli begrenset av tilgangen på karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ).

På landbruksskolen lærte mange også en annen klassisk lov: *Loven om det avtagende merutbytte*. Mitscherlich (1909)<sup>(2)</sup> påviste at avlingen øker mindre for hver ekstra enhet gjødsel du tilfører. Det kommer derfor til et punkt hvor verdien av en kilo gjødsel blir større enn verdien av avlingsøkningen som denne kiloen gir. Da gjødsler du for mye. Loven er nyttig når vi ønsker økonomisk utbytte fra en planteproduksjon, men den har også sine svakheter. Blant annet ser den bare på gjødselmengde uten å ta hensyn til når og hvordan næringen tilføres.



Stor planteproduksjon kan oppnås dersom gjødselnivået er tilpasset plantens vekstpotensial og de miljøfaktorene som begrenser vekstmulighetene. Foto: Erling Fløistad/NIBIO.

### Andre eller nye plantenæringsstoffer?

Det er oppdaget at enkelte mineraler er viktige for noen planter. Eksempler er natrium som er viktig for noen vekster i meldefamilien, og kobolt som er viktig for arter som *Rhizobium*, en sopp som lever i symbiose med belgplanter. Hortensia har nytte av aluminium. Noen stoff, som selen og jod, er også viktige fordi de gjør plantene enda sunnere å spise både for mennesker og dyr. Denne teksten vil ikke ta opp slike særtilfeller, men fokusere på de klassiske plantenæringsstoffene.

Ett stoff må likevel nevnes. Silisium (Si) regnes ikke som et nødvendig næringsstoff, men det har stor effekt på opptak av andre næringsstoffer og plantenes innhold av tungmetaller. Si reduserer sykdom og angrep av skadedyr og hjelper plantene i andre stressede situasjoner. Det er grunn til å tro at forskning på dette elementet vil påvirke gjødslingspraksis i åra som kommer.

Et viktig mål med plantedyrking er å få store avlinger som kan gi mennesker mat og industrien råstoff og energi. Men verdien av planter kan også knyttes til helt andre kvaliteter, som prydderdi og innhold av spesielle stoffer. I et litt større perspektiv er også plantenes evne til å tåle klimapåkjenninger og til å forbedre jordsmonnet viktige elementer i begrepet plantekvalitet.

Det er ikke noe motsetningsforhold mellom sunne planter og stor vekst og avling. Utgangspunktet for denne teksten er forskning som hadde stor planteproduksjon som mål, se faktarute om vekstforsøkene ved SLU. Det kan vi oppnå når gjødselnivået er tilpasset plantens vekstpotensial og de miljøfaktorene som begrenser vekstmulighetene. Men om næring tilføres under dårlige vekstforhold, kan det gå ut over kvaliteten, og næringsstoffene blir dårligere utnyttet. Det kan i verste fall føre til avrenning av overflødig plantenæring som så forurenser våre vassdrag.

### Hvilke næringsstoffer påvirker kvaliteten mest?

Plantekvalitet er ikke et entydig begrep. Mange ser på planter fra kundens perspektiv. Vakre og holdbare blomster, næringsrike og sunne matvarer eller tettvekst og rett tømmer er eksempler på uttrykk som beskriver kvalitet. I denne sammenhengen definerer vi kvalitet ut fra plantenes perspektiv, og knytter kvalitetsbegrepet til plantenes livskraft. Robuste planter kan overleve tøffe perioder forårsaket av været eller skadegjørere, og de utnytter ressursene i jorda godt.



Plantenes kilde til energi er sukkeret som produseres gjennom fotosyntese. Viktige forutsetninger for fotosyntese er lysenergi, karbondioksid og vann. I tillegg spiller en rekke næringsstoffer en avgjørende rolle for at fotosyntesen skal fungere. Foto: Erling Fløistad/NIBIO.



Plantekvalitet handler i første rekke om energireserver. Den eneste energikilden plantene har, er sukkeret som produseres gjennom fotosyntese. Sukker er i neste omgang energikilde for alle andre prosesser i plantene:

1. Vedlikeholdsrespirasjon
2. Opptak og transport av næringsstoffer
3. Vekst (produksjon og strekning av nye celler), blomstring og frøproduksjon
4. Forsvar mot sykdom og herding for vinteroverlevelse (hos flerårige planter)
5. Symbiose med mikroorganismer (mykorrhiza)
6. Produksjon av roteksudater (næring til jordlevende mikroorganismer)
7. Lagring i form av polysakkarider, som for eksempel stivelse eller fruktan

Lista over antyder også hvordan plantene prioriterer. Dersom plantene opplever sukpermangel, vil plantene prioritere de tre øverste punktene. Resultatet er at plantene har mindre å tilby de viktige mikroorganismene som plantene samarbeider med i jorda, og at plantenes motstandsevne mot sykdommer, vinterstress og fysiske skader blir dårligere.

Viktige forutsetninger for fotosyntese er lysenergi og råstoffene  $\text{CO}_2$  og vann. Fire av næringsstoffene spiller en avgjørende viktig rolle for at fotosyntesen skal fungere. Det er magnesium, mangan, jern og kalium. Magnesium er sentralmolekyl i klorofyll. Mangan er viktig når vann spaltes til oksygen og hydrogenioner. Jern overfører elektroner mellom prosesser i fotosyntesen. Kalium inngår ikke i fotosyntesen direkte, men sørger for å opprettholde vanntrykket i cellene. Spesielt viktig er trykket i lukkecellene rundt spalteåpningene i bladet, der karbondioksid slipper inn til fotosyntesen. Mangel på kalium kan derfor hemme opptak av  $\text{CO}_2$ .

---

### *Plantene bør aldri oppleve mangel på kalium, magnesium, jern eller mangan.*

---

Prinsippet i «minimumsloven» sier at mangel på ett næringsstoff vil begrense veksten. Målet med gjødsling er å styre veksten samtidig som vi opprettholder et høyt sukkerinnhold i planten.

Dersom magnesium, mangan, jern eller kalium blir minimumsfaktoren, vil plantenes vekst hemmes på grunn av sukker-mangel. Det er ikke gunstig fordi det i større grad går ut over rotveksten enn over veksten av overjordiske plantedeler<sup>(3)</sup>.

#### **Surjordsplanter og kalkelskende planter**

Kalsium bidrar til å regulere pH i jorda, og der det er lite kalsium vil jorda normalt være sur. Kalsium tas lett opp av planter og følger vannstrømmen ut i bladene. Indre blader i bladgrønnsaker eller frukter som transpirerer lite kan derfor få kalsiummangel.

Surjordsplanter, slik som hortensia, lyng, rhododendron og azalea, er tilpasset vekst i sur jord som er fattig på kalsium, men rik på blant annet tilgjengelig jern og aluminium. Disse plantene har mekanismer som regulerer jernopptaket svært godt, slik at de unngår for stort opptak. De har også mekanismer for å hindre opptak av skadelig aluminium. Samtidig har de god evne til å ta opp den lille mengden kalsium som er tilgjengelig.

Kalkelskende planter, slik som de fleste grønnsaker, tåler å vokse i kalsiumrik jord med pH høyere enn 6. I slik jord er blant annet jern og mangan hardt bundet og lite tilgjengelig for opptak. Kalkelskende planter skiller ut organiske forbindelser som gjør disse elementene tilgjengelige for røttene. Blir opptaket av kalsium for stort, kan pH inne i cellene blir for høyt. Kalkelskende planter omgår dette problemet ved å produsere utfellinger av kalsiumoksalat i vakuolene. Ett alternativ hos noen kalkelskende planter, for eksempel agurk, er å lagre kalsium i de eldste bladene. Om derimot en surjordsplante flyttes til kalkholdig jord, klarer ikke planten å omstille opptaksmekanismene. Et for stort opptak av kalsium kan føre til at opptaket av kalium og magnesium hemmes. For lite tilgjengelig jern fører raskt til gulning, såkalt jernklorose.



Røsslyng er tilpasset vekst i sur jord med lite kalsium.  
Foto: Bolette Bele/NIBIO.

Tabell 2. Kolonne A angir de mengdeforhold som gir planter optimal vekst. Alle verdier er relativ vekt i forhold til nitrogen. Kolonne B angir når næringsinnholdet er så lavt at det hemmer plantenes vekst. Verdiene kan brukes ved vurdering av bladprøver ved mistanke om næringsmangel.

Næringsstoff	A	B		A	B
Nitrogen (N)	100	100	Mangan (Mn)	0,4	0,06
Kalium (K)	65	30	Bor (B)	0,2	0,04
Fosfor (P)	14	8	Sink (Zn)	0,06	0,05
Svovel (S)	9	5	Kobber (Cu)	0,03	0,02
Kalsium (Ca)	7	4	Klor (Cl)	0,03	*
Magnesium (Mg)	6	4	Molybden (Mo)	0,003	*
Jern (Fe)	0,7	0,2	Nikkel (Ni)**	*	*

\* Gode data mangler. \*\* Svært lavt behov. Kan utelates ved gjødsling fordi jord eller ikke helt rene gjødselkjemikalier inneholder nok.

### Hvilke næringsstoffer kan styre plantevekst?

I nordlige klimasoner er det som oftest nitrogen som begrenser og holder tilbake veksten. Under andre himmelstrøk er ofte fosfor minimumsfaktoren. Dette skjer når P:N-forholdet blir lavere enn 8:100 (se Tabell 2, kolonne B).

*Nitrogen bør alltid være minimumsfaktoren blant næringsstoffene. Da kan veksten styres uten at det går ut over kvaliteten.*

Mye nitrogen gir sterk vekst, og dette øker behovet for alle de andre næringsstoffene. Noen av dem er viktige byggematerialer for de levende plantecellene, slik som fosfor, svovel, magnesium og kalsium.

Nitrogen er et utrolig sterkt virkemiddel overfor plantene. En liten økning fører til umiddelbar respons ved at plantene vokser raskere og at de omprioriterer ressursbruken fra rotvekst til skuddvekst. Det kan synes som om nitrogen gir et signal til plantene om at det er rikelig med næring og at den må bruke alle ressurser til å komme opp i lyset – over naboplantene. Resultatet av nitrogengjødsling er forholdsvis mindre røtter til å ta opp næringsstoffer. Litt spissformulert kan vi si at det er først når vi tilfører nitrogen at vi behøver kunnskap om gjødsling. I naturen er nitrogen minimumsfaktoren, og plantesamfunnet vil tilpasse seg den mengden nitrogen som er tilgjengelig. Derfor ser vi sjelden symptomer på næringsmangel hos planter i naturmiljø.

### Den optimale gjødselblandingen

I utgangspunktet er gjødsling av planter svært enkelt. Omfattende vitenskapelige forsøk, analyser av næringsinnholdet i planter fra naturen<sup>(4)(5)</sup> og erfaringer fra moderne veksthusproduksjon har vist at alle planter i utgangspunktet behøver den samme blandingen av næringsstoffer. Det viktigste unntaket er knyttet til elementet kalsium, se egen faktaboks om surjordsplanter. Ved å benytte denne optimale blandingen er det enkelt å gjødsle de fleste planter uten å gjøre feil. Tabell 2 angir i kolonne A hva planter behøver. Nitrogen er minimumsfaktoren, satt til 100. Behovet for alle andre næringsstoffer er oppgitt i forhold til nitrogen.

Beregning av relative tall i forhold til nitrogen er ikke så vanlig, men denne metoden har vist seg nyttig fordi veksten er så nær knyttet til nitrogennivået i planta.

Observante lesere vil se at verdiene i Tabell 2 ikke samsvarer helt med tallene til høyre i Tabell 1. Denne forskjellen er viktig å forstå, siden mange tabeller som angir optimalt næringsinnhold i planter ligner verdiene i Tabell 1.

Når innholdet i planter i naturen analyseres nærmere, viser det seg at forholdet mellom nitrogen (N) og fosfor (P) ligger nær 100:10, uten stor variasjon. Innholdet av magnesium (Mg), kalium (K) og kalsium (Ca) kan derimot være mye høyere enn de relative verdiene for optimal gjødsling som er angitt i Tabell 2. Særlig planter som vokser der N eller P begrenser veksten sterkt, har relativt høye verdier for Mg, K og Ca, og graden av luksusopptak er som oftest slik: Ca > Mg > K. Grasplanter skiller seg ut ved at luksusopptaket er størst for kalium. Innholdet av mangan (Mn) er sterkt påvirket av pH i jorda. I innendørs vekstforsøk har man tradisjonelt

## Vekstforsøkene ved SLU

I en periode på nesten 30 år ble det utført gjødslingsforsøk ved Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) under ledelse av prof. Torsten Ingestad. Målet var å øke plantevekst ved å gjødsle riktig. Forskningsgruppen studerte først og fremst nyspirte planter av bjørk, men også andre treslag og ettårige planter som tomat, agurk og kornslagene bygg, havre, rug og hvete. Den grunnleggende teorien og gjødslingsteknikken er beskrevet av Ingestad <sup>(6)(7)(8)(9)</sup>.

Forsøkene ble gjort i klimaregulerte vekstkamre. Planter vokste med røttene i en dusj av næringsløsning. Ledningstallet (saltkonsentrasjonen) i løsningen ble kontinuerlig overvåket og næringsinnholdet i plantene analysert hyppig. De ulike næringsstoffene ble tilført fra byretter, og sammenhengen mellom tilvekst og næringsopptak ble beregnet.

Ved å teste ett element om gangen var det mulig å finne et punkt der veksten avtok selv om næringskonsentrasjonen økte i plantecellene (luksusopptak). Etter mange forsøk lyktes det å lage en næringsløsning der plantene vokste optimalt uten at forholdet mellom næringsstoffene endret seg i plantene eller i gjødselblandingen. Dette ga opphav til begrepet «steady state nutrition» (stabil næringstilstand).

Ved å gjødsle med balansert næringsløsning der nitrogen var minimumsfaktoren kunne man også teste den genetiske vekstkapasiteten til ulike planter. Man fant en lineær

sammenheng mellom nitrogeninnholdet i plantecellene og tilveksten (tørrstoffproduksjonen). Vinkelen på kurven var et uttrykk for hvor effektivt plantene utnyttet nitrogenet (nitrogener effektivitet). Der kurven knakk (se Figur 1), var plantens vekstpotensial utnyttet maksimalt. Mer næring ga et luksusopptak, men ikke vekst.

Denne gjødslingsmetoden ga rask vekst når lysforhold og temperatur var optimale. Bjørkeplanter økte sin tørrstoffmengde med 30 % i døgnet. Den sterke veksten avtok når plantene ble så store at bladene begynte å skygge for hverandre, men forsøkene ga grunnlag for å fastsette noen viktige gjødslingsprinsipper. Det ene er at det finnes en optimal gjødselblanding som er forbausende lik for ulike plantearter. Det andre er at næringsopptaket til plantene ikke først og fremst avhenger av konsentrasjonen av næringsstoff utenfor røttene, men av den mengden næring plantene har tilgjengelig og kan ta opp til enhver tid. Denne kunnskapen er tatt i bruk av veksthusgartnere, men den er lite kjent i jordbruksmiljø. Praktiske forsøk i skogen etter disse prinsippene viste også oppsiktsvekkende tilvekst, men teknikken ble aldri tatt i «kommersiell» bruk bortsett fra i skogplanteskoler i Belgia og Canada.

dyrket planter med røttene nedsenket i en næringsløsning som måtte være temmelig konsentrert, slik at det skulle være nok næring til for eksempel en ukes vekst før man byttet løsning. Tallene i Tabell 1 reflekterer altså innholdet av næringsstoff i jord eller vekstmediet, og de kan ikke brukes direkte som norm for å oppnå optimal plantevekst.

Tabell 2, derimot, bygger på verdier funnet i nøye kontrollerte vekstforsøk<sup>(5)(10)</sup> der næring ble tilført kontinuerlig i henhold til plantenes behov. Se egen faktarute om vekstforsøkene ved SLU. Når plantene har god tilgang på N og P i godt gjødslet jord, vil det relative næringsinnholdet i plantene ligge nærmere verdiene i Tabell 2, men også her kan et betydelig luksusopptak forekomme. Kolonne B i Tabell 2 kan benyttes dersom det er mistanke om næringsmangel. Ved å ta en analyse av næringsstoff i blader, kan resultatet sammenlignes med verdiene i kolonne B.

Siden kolonne B bruker nitrogen som referanseverdi, kan den ikke benyttes ved vurdering av nitrogenmangel. Lite nitrogen gir mindre og stivere blad, og ved alvorlig mangel blir de eldste bladene gule. Hva

som er optimal mengde nitrogen varierer mye fra art til art. Om målet er hurtig vekst, må innholdet ligge opp mot grensen for luksusopptak. Se Figur 1.

## Mengde eller tilgjengelighet av gjødsel?

Mange er vant til å oppgi gjødselmengden pr. sesong. Sett fra plantenes synspunkt er det mye viktigere hva som er tilgjengelig til enhver tid enn hva som ble gitt ved planting eller hva som kommer seinere på sommeren. Vi anbefaler derfor at man heller snakker om næringstilførsel pr. uke, og gjerne tenker på gjødsling som en strøm av næringselementer.

---

*Avrenning eller tap til miljøet blir mindre og gjødselbudsjettet lavere dersom næringen gjøres tilgjengelig for plantene i takt med at de vokser og at vekstfaktorene lys og temperatur er gunstige.*

---

Hvor mye næring plantene kan ta opp, avhenger av flere faktorer. Den viktigste er plantestørrelsen. Større røtter gir en større overflate der næring kan tas inn. Større bladoverflate vil øke transpirasjonen, og mer vann vil trekkes mot rotoverflaten. Dersom næringskonsentrasjonen i jordvannet øker, vil det også medvirke til større opptak fordi tettheten av næringsstoffer øker i vannstrømmen.

Siden mange er vant til å tenke på gjødselkonsentrasjonen alene som viktig for plantevekst, tar det litt tid å omstille tanken til at det er næringsopptaket som er viktigst. I prinsippet kan man sørge for like stort næringsopptak ved lav konsentrasjon og større hastighet på vannet som sirkulerer rundt røttene, men i praksis fungerer det bare der vi har sirkulerende næringsløsninger i veksthus, planteskoler eller innendørs prydblanteanlegg. For planter som vokser i naturlig jord betyr dette at plantene vil ha næringsholdig jordvann i hele det jordvolumet som røttene utnytter. Vannopptak og næringsopptak øker i takt med at plantene vokser, og næringsbehovet

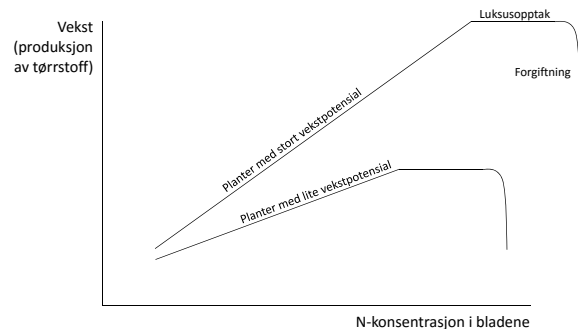


Graset i disse to pottene har fått like mye næring, men veksten i potta til venstre er synlig hemmet av næringsmangel. Graset i potta til høyre har redusert vekstpotensial fordi det er blitt klippet regelmessig. Det er grønt og fint fordi tilsatt mengde næring har vært nok for vekstpotensialet. Legg merke til mengden røtter som vokser ut av potta til venstre. Planter som får lite nitrogen vil prioritere rotvekst framfor bladvekst. Foto: Agnar Kvalbein/NIBIO.

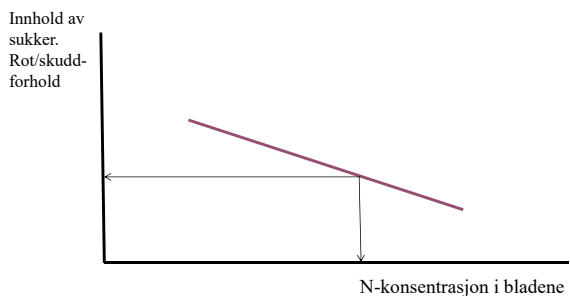
øker tilsvarende. For tilpasning til jord og praktisk gjødsling, se kapitlet «Gjødsling i praksis».



Denne gressmatta fikk åtte ganger mer gjødsel enn anbefalt. Den ble grønn og fin, og vokste godt. Legg merke til røttene, som er få, korte og tykke. Når nitrogenmengden blir svært høy, blir rotutviklingen dårlig og fasonen unormal. Den generelle sammenhengen er at forholdet mellom rot og skudd blir mindre når nitrogeninnholdet i planten øker. Foto: Agnar Kvalbein/NIBIO.



Figur 1. Det er en lineær sammenheng mellom nitrogenkonsentrasjonen i plantecellene og relativ veksthastighet, det vil si prosent økning i tørrstoffet pr. dag. Responsen på økende nitrogenkonsentrasjon varierer mellom arter. De som har et stort genetisk vekstpotensial responderer mer på økende N-konsentrasjon og tåler mer N enn planter som utnytter nitrogen dårligere (har lavere genetisk vekstpotensial).



Figur 2. Sammenheng mellom sukkerinnhold og nitrogennivå i plantecellene. Sukkerinnholdet bestemmer hvor mye planten investerer i rot i forhold til nye skudd.

## Veksttilpasset gjødsling



Planter har et genetisk bestemt vekstpotensial. Noen viltvoksende planter, deriblant geitrams, vokser fort og vil dominere på næringsrik jord. Foto: Gunnar Engan/NIBIO.

### A. Plantenes vekstpotensial

Ikke alle planter kan vokse like fort. Planter har et genetisk bestemt vekstpotensial. Ved økende gjødsling vil plantene vokse raskere jo høyere N-konsentrasjonen i plantecellene er. Det kommer til en grense der vekstpotensialet er utnyttet 100 %. Mer gjødsel i jorda kan føre til et såkalt luksusopptak uten at planteveksten øker. Til slutt når vi et nivå der planten blir forgiftet og dør, se Figur 1.

Det er gjort mange studier av planter, men fordi metodene har variert, finnes ikke tabeller der plantearter er rangert etter vekstpotensial. Noen viltvoksende planter kan vokse fort, og de vil dominere på næringsrik jord. Eksempler er geitrams, storkenebb og mjødur. Fra hagen kjenner vi gresskar, roser og surfinia som næringskrevende vekster. Andre planter kan ikke utnytte store gjødselmengder. Samme hvor mye næring de får, vil de ikke vokse fort. Eksempler er blåklokke, andre typiske «blomstereng-arter» og takløk. Det er ikke uten grunn at hage-entusiaster intuitivt skiller mellom fjellhage-/steinbedplanter og arter de kan plante i vanlige staudebed. Planter med ulikt vekstpotensial må gjødsles ulikt for å komme til sin rett.

Plantedyrkere som vil utnytte plantens vekstpotensial fullt ut, bør kontrollere nitrogenstatusen i bladene og styre gjødslingen slik at nitrogenprosenten (% av tørrstoff) i bladene holdes konstant opp mot maksimal vekst. For mange planter er det en nær sammenheng mellom grønnfarge og nitrogeninnhold. Man kan derfor visuelt eller med fargemåler få hjelp til å styre gjødslingen. Det utvikles stadig rimeligere og mer effektive metoder for å overvåke nitrogenstatusen gjennom vekstsesongen basert på kjemiske analyser og sensorteknologi.



For mange planter er det nær sammenheng mellom grønnfarge og nitrogeninnhold. Man kan derfor visuelt eller med fargemåler få hjelp til å styre gjødslingen. Foto: Ragnar Våga Pedersen/NIBIO.

### B. Prioritering mellom skuddvekst og rotvekst

At planter vokser mer når N-tilgangen øker, er kjent for plantedyrkere. Mindre kjent er det at bladene bli større og mindre stive, at sukkerinnholdet i planta går ned og at bladveksten øker mye mer enn rotveksten. Se Figur 2. Det kan bli en sterk ubalanse mellom rota (og dermed nærings- og vannopptaket) og den overjordiske delen av planta. Ved god nitrogen tilgang må derfor de andre næringsstoffene være lett tilgjengelig for å opprettholde god vekst.

### C. Tilpassing av gjødslinga til andre vekstfaktorer

Det er ikke bare nitrogen som påvirker planteveksten. Det gjør også miljøfaktorer som temperatur, lys og angrep av sykdom eller skadedyr. Andre forhold, som vi delvis kan ha kontroll over, er jordpakking, drenering, vanntilgang og beskjæring.

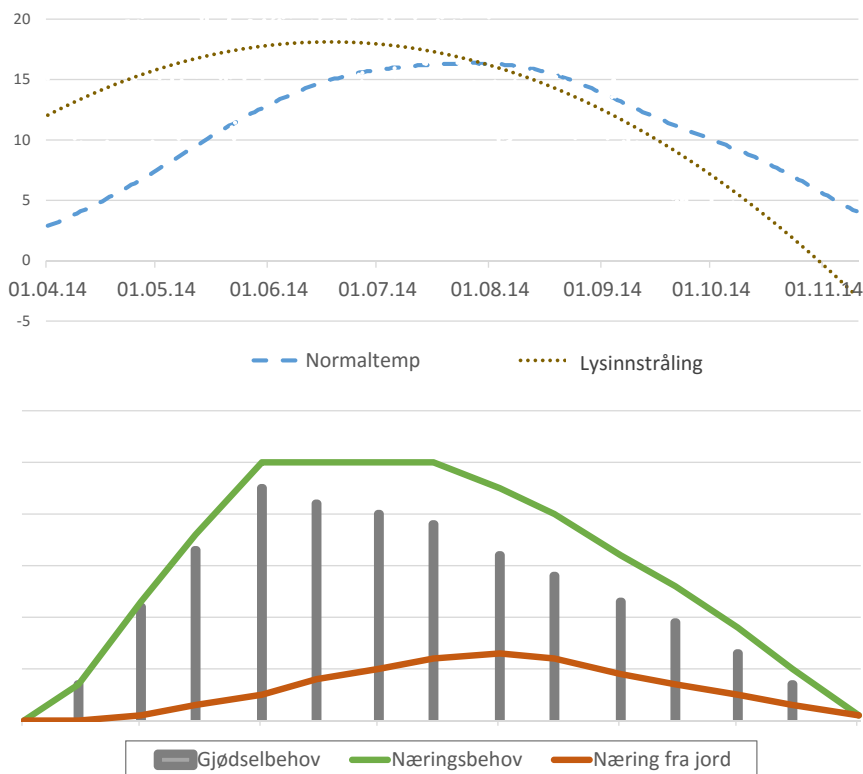
Oksygeninnholdet i jorda er viktig for rotutvikling. Der oksygen mangler fordi jorda er tett eller porene fulle av vann, vil det bli få røtter. Men også livsprosessene i rotcellene blir annerledes. Plantene må utnytte sukkeret gjennom anaerob nedbryting til melkesyre og alkohol. Denne prosessen utnytter

bare 10 % av energien i sukkeret sammenlignet med respirasjon når oksygen er til stede. Derfor vil oksygenmangel i jorda tære mye på sukkerreservene til plantene.

Ved redusert vanntilgang vil spalteåpningene holdes lukket større deler av døgnet. Dette hindrer at karbondioksid kommer inn i bladene, og fotosyntesen reduseres. Gjødselbehovet blir derfor mindre.

Når vi fjerner noe av den grønne delen av planta, blir fotosyntesen mindre. Gras som klippes lavt har derfor mindre vekstpotensial og gjødselbehov enn gras som vokser fritt. Bonsaidyrking innebærer ekstrem beskjæring og et gjødselbehov tilnærmet null.

*Gjødslinga skal tilpasses plantens genetisk vekstpotensial, og dosering bør så godt som mulig tilpasses vekstbetingelsene: temperatur, lys og vanntilgang.*

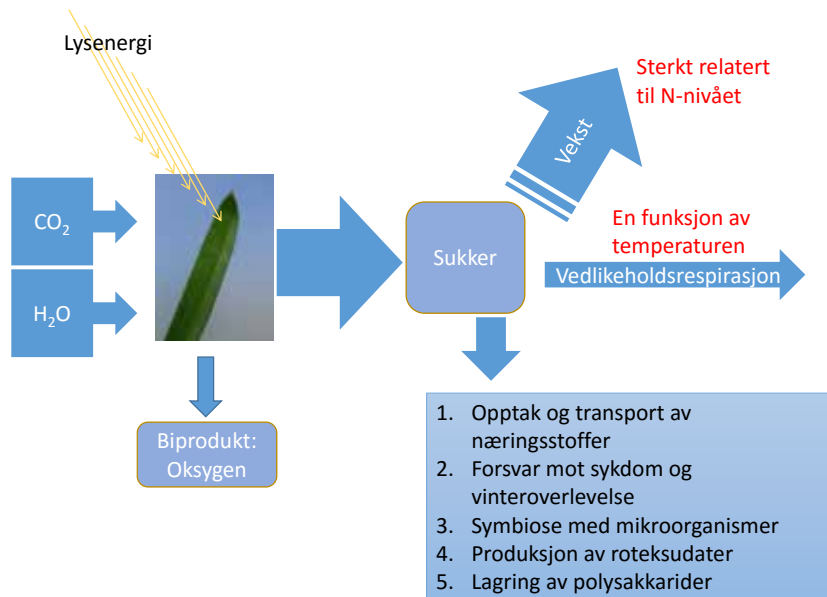


Figur 3. Øverst vises normaltemperatur ved Gjøvik og lysinnstrålingen gjennom vekstsesongen. Nederst vises gjødslingsstrategi for klippet plen eller andre vekster som utnytter hele vekstsesongen og ikke har markerte vekstfaser. Gjødsel (grå søyler) tilføres hver andre uke i henhold til vekstfaktorene lys og temperatur. Ved å tilføre mest næring mens vekstforholdene er gode, utnyttes plantenes vekstpotensial samtidig som vi sikrer god rotutvikling og sunne planter. Når jordtemperaturen er høy, vil jorda frigjøre næring ved mineralisering av humus (rød strek). Derfor blir gjødselbehovet mindre enn næringsbehovet (grønn strek).

I Norge vet vi at det er to vekstfaktorer som varierer mye gjennom vekstsesongen. Det er lys og temperatur. Om våren er det rikelig med lys, men det tar tid å få opp jordtemperaturen fordi is og snø skal smeltes og mye vann i jorda skal varmes opp. Om høsten kan det være god temperatur for vekst, men produksjonsmulighetene reduseres på grunn av

lav solvinkel og korte dager. Det går særlig ut over planter som står i skygge av trær, bygninger og fjell.

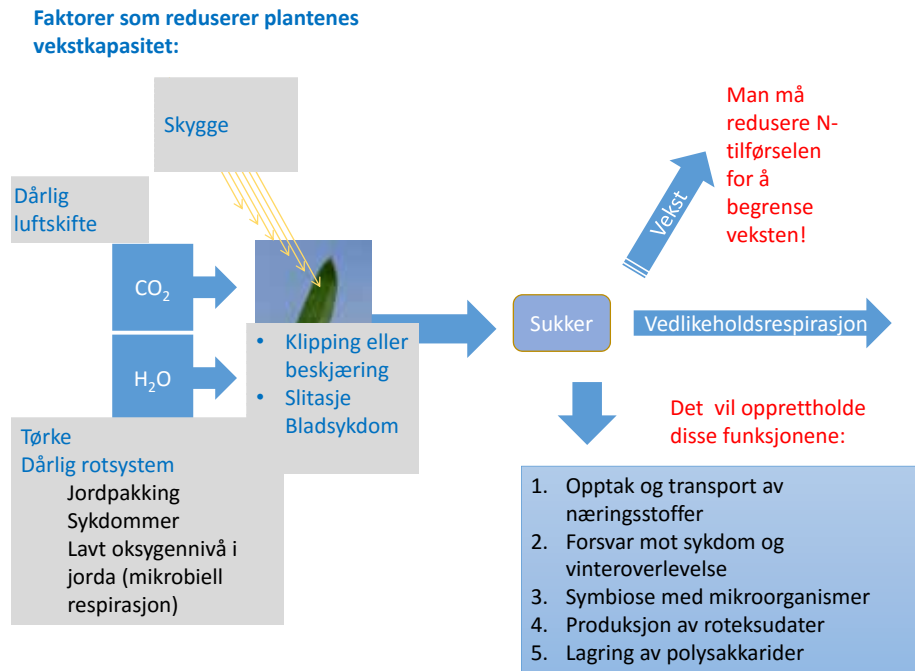
En god gjødselplan vil ta hensyn til disse to faktorene. Om vi tenker at næring tilføres hver 14. dag, kan gjødselmengden fremstilles som i Figur 3.



Figur 4A. Fotosyntesen produserer sukker som er plantenes eneste energikilde for vedlikeholdsrespirasjon, vekst og andre viktige livsfunksjoner (punkt 1-5).



Selv om høstdagene kan være varme, blir det liten tilvekst fordi sola står lavt og dagene er korte. Foto: Morten Günther/NIBIO.



Figur 4B. En rekke faktorer (grå felt) kan redusere plantenes fotosyntese. Da produseres mindre sukker. Om vi gjødsler sterkt med nitrogen vil planten styre mye sukker til vekst, og det blir mindre sukker til de andre viktige livsfunksjonene. Effekten av sukkermangel blir redusert rotvekst og lite energi til de nyttige mikroorganismene i jorda. Knapphet på sukker går også ut over plantens evne til å tåle stress.

## Riktig gjødsling av planter

Dersom du ønsker at plantene skal vokse fort, kan du utnytte plantenes vekstpotensial ved å øke nærings-tilgangen. For planteprodusenter er dette som regel målet. Det er det også ved nyetablering av busker og trær i grøntanlegg, når tilbakeskårne busker skal komme tilbake, eller når utplantingsplanter skal fylle et bed eller ei krukke.

God næringstilgang er farlig for planter som ellers har dårlige vekstforhold. De får lavt sukkerinnhold, mindre røtter og blir mer utsatt for sykdom og vinterskader. Mindre ressurser til røttene går også ut over viktige mikroorganismer i jorda. Se Figur 4b.



Om sommeren når det er rikelig lys og tilstrekkelig varme, kan planter utnytte mye gjødsel og opprettholde både god vekst og god plantekvalitet. Foto: Ragnar Våga Pedersen/NIBIO.

Riktig gjødsling er derfor å tilføre det som plantene kan utnytte til vekst, men ikke mer! Om sommeren, når det er rikelig lys og tilstrekkelig varme, kan plantene utnytte mye gjødsel uten at det går ut over plantekvaliteten. Maksimal vekst får vi når gjødselnivået er tilpasset den mengden sukker som kan produseres i fotosyntesen. Optimal temperatur for fotosyntese ligger mellom 15 og 25 grader for planter tilpasset vekst på våre breddegrader. I Norge er det sjelden høy temperatur alene som begrenser, men i kombinasjon med tørke kan fotosyntese og næringsbehov reduseres betydelig.

## Tilpasning til jordas næringsinnhold

Noen jordtyper inneholder mye av enkelte næringsstoffer. Da er det økonomisk å fravike den ideelle gjødselblandingen for å spare kroner og ressurser. Det gjelder leirjord som inneholder mye kalium, kalsium og magnesium, eller anleggsgjord med mye kompostert plantemateriale. Den kan inneholde mye fosfor og kalsium.

Humus er dødt organisk materiale i jorda, for det meste planterester. Ved nedbryting av humus frigjøres nitrogen og andre næringsstoffer som plantene kan ta opp. Prosessen kalles mineralisering. Noen jordtyper inneholder mye humus, og vi må ta hensyn





Noen jordtyper inneholder mye av enkelte næringsstoffer som plantene trenger. Det er derfor viktig å tilføre næring i takt med det som er plantenes behov og ikke bare for å gjøre jorda mer næringsrik. Foto: Erling Fløistad/NIBIO.

til denne næringstilgangen når vi gjødsler. Hastigheten på mineraliseringen er avhengig av oksygen i jorda og temperatur. Derfor kan vi ofte redusere gjødslinga på sommeren når jordtemperaturen er høyest, dersom vi dyrker i jordsmonn med mye humus. Det er utviklet modeller som beregner næringstilgang fra jorda, basert på temperatur, oksygeninnhold (jordart og drenering), kvalitet og mengde organisk materiale og næring knyttet til mineraler. Riktig gjødsling må ta hensyn til dette, og i praksis reduseres gjødselbehovet når næring frigjøres fra jorda, se Figur 3. Det ligger utenfor rammen for denne teksten å gå nærmere inn på disse forholdene.

---

***Fokus må flyttes fra næringskonsentrasjon i jorda til den mengde næring plantene til enhver tid kan ta opp. Næring skal tilføres i takt med plantenes behov – ikke for å gjøre jorda mer næringsrik.***

---

Jordanalyser kan gi verdifull informasjon om pH og endringer i moldinnhold over tid. Det er vanlig å analysere for noen plantenæringsstoffer. De normalverdiene som ofte oppgis må anvendes kritisk. Noen jordarter, for eksempel sandjord, holder dårlig på næringsstoff og vil vise lave verdier av mange næringsstoffer. Ekstra gjødsling for å øke innholdet i jorda er lite økonomisk og vil kunne øke miljøbelastningen gjennom utlekking.

Optimalverdier for næringsinnhold i jord er utviklet i jordbruket for foredlede kulturplanter som har et stort vekstpotensial og der utnytting av gjødsla blir dårlig på grunn av bare en til tre gjødslinger pr år. De kan derfor ikke være normgivende for planter med mindre vekstpotensial. For eksempel avslørte forsøk i USA med gras på golfgreener (som klippes lavt og derfor har fått redusert sitt vekstpotensial) at veksten var utmerket ved fosforinnhold (P-AL, mg/kg jord) på 6, mens anbefalt optimalverdi for golfgreener var 35. Dette er et godt eksempel fordi golfgreener gjødsles hyppig. Et hovedpoeng i denne teksten er at fokus bør flyttes fra konsentrasjon av næring i jorda til den mengde næring plantene til enhver tid kan ta opp og utnytte. Det vil gi mer effektiv utnyttelse av næringsstoffene. Ved hyppig tilførsel kan man også i praksis se bort fra de fleste jordkjemiske forhold som binder næring og gjør dem lite tilgjengelig for plantene. Dette gjør gjødsling mye enklere, rent teoretisk: Næring tilføres i takt med plantens behov, ikke for å gjøre jorda mer næringsrik.

### Gjødsling i praksis

Veksthusgartnere er blitt flinke til å optimalisere gjødsling. De tilfører flytende, fullstendig næringsløsning til alt vanningsvann. Ulike kulturer har ulikt vekstpotensial, derfor gir de en høyere konsentrasjon til agurker enn til orkideer. Men forskjellen er ikke stor. Det skyldes den gode sammenheng mellom plantenes vannforbruk og næringsbehov. Planter som vokser mye har normalt stort vannforbruk fordi de har tynne blad som fanger mye lys. Med økt vannopptak følger det også økt næringsopptak ved at ionene strømmer inn i rota der næringsopptaket skjer. Opptak av næring skjer gjennom ulike porter, sluser og pumper i cellemembranen. Planter bygger stadig om disse for å tilpasse seg næringforholdene i jorda. Et relativt stabilt og optimalt næringsforhold utenfor røttene gjør at plantene sparer energi på næringsopptaket.



Veksthusgartnere tilfører alltid næring med vanningsvannet. Den teknikken kan overføres til mange grøntanlegg. Når de dessuten gir mer lys og karbondioksid kan de få eventyrlige avlinger. Foto: NIBIO.

Gjødslingsteknikken fra veksthus kan overføres til mange grøntanlegg der det vannes regelmessig. I bymiljø og hager er krukker og planteinstallasjoner vanlige. Ved alltid å ha litt gjødsel i vanningsvannet kan plantenes behov imøtekommes. utfordringen kommer når disse plantene får mye regnvann. Da må vi øke gjødselkonsentrasjonen og likevel vanne ukentlig.

Også annen planteproduksjon vil oppnå bedre utnyttelse av gjødsel dersom den spres i små porsjoner i takt med vekstforholdene og plantestørrelsen. Når plantene blir større, har de et større næringsbehov. Mest typisk er dette for planter som vokser fritt, som radkulturer. Gras og korn vil i større grad skygge for seg selv og dermed få redusert vekstpotensial. Tidlig legde gjør at mange blader mister sollys, og det reduserer vekstpotensialet. Planter som vokser i naturlig jord får også mer næring fra jordsmonnet etter hvert som temperaturen stiger utover sommeren. Se Figur 3. Gjødselbehovet for jordbruksvekster blir derfor mer konstant gjennom vekstsesongen enn for en blomst som står fritt i en krukke med næringsfattig torv. Det er selvsagt også praktiske og økonomiske årsaker til at gjødsling utover i seson-

gen må begrenses. På åkeren bli kjøreskadene større etter hvert som plantene vokser, og det er store kostnader knyttet til gjødslingsarbeidet. Idealet om ukentlig tilførsel tilpasset plantenes behov må derfor fravikes.

Om gjødsel skal spres i små mengder kan det være vanskelig å spre granulert gjødsel jevnt nok, særlig med sentrifugalspredere. Derfor vil sterk oppdeling av gjødsel skape behov for overgang til flytende gjødsel som spres med åkersprøyte. Det øker marktrykk og fare for jordpakking.

Langsomtvirkende granulert gjødsel kan bidra til riktigere gjødsling. Produktene koster mer, men de kan være lønnsomme. Det finnes mange metoder som gjør at nitrogen frigjøres langsomt fra granulat. Felles for nesten alle er at frigjøringen øker med temperaturen. Det er i teorien bra, for innen visse grenser er det en positiv sammenheng mellom temperatur og plantevekst. Dessverre er sommer-temperaturene i Norge så lave og varierende at mange har dårlige erfaringer med langsomtvirkende gjødsel. Det er lett å miste kontrollen.

### Gjødsling, jordsmonn og økologisk dyrking

Det er en gryende forståelse for sammenhengen mellom plantevekst, mikroorganismer og jordfruktbarhet (det som ligger i det gamle agronomiske uttrykket «hevde»). I moderne, mekanisert jordbruk ser produsentene at avlingen begrenses av redusert moldinnhold og kjøreskader. Disse problemene må først og fremst løses ved endret mekanisering, men gjødsling spiller også en rolle.

Bedre fordeling av nitrogen gjennom vekstperioden vil bidra til bedre jordsmonn fordi plantene vil investere mer i rotutvikling og i sterkere grad dele sukker med mykorrhizasopp og andre nyttige mikroorganismer. Den økte mikrobiologiske aktiviteten vil ikke bare gjøre plantene i stand til å utnytte vann og næring bedre, men også stimulere de jordsmonndannende prosessene i jorda.

Økologisk dyrking bygger på at jorda skal gjødsles og at mikroorganismene skal omdanne organisk materiale til plantenæring. Vi anbefaler at plantenes næringsbehov skal tilfredsstilles direkte. Slik er utgangspunktet helt forskjellig. Likevel har de som dyrker økologisk oppnådd noe positivt. Ved å forby bruken av kjemisk fremstilt gjødsel har de unngått

høye konsentrasjoner av lett tilgjengelig nitrogen. De har ikke stimulert skuddvekst på bekostning av rotvekst, og mikroorganismene har fått en større del av sukkeret fra fotosyntesen. Påstanden om at økologiske produkter har mer smak kan kanskje også ses i sammenheng med økt sukkerinnhold når nitrogenkonsentrasjonen er lavere.

### Et kritisk blikk på gjødslingspraksis i jordbruket

I åkerproduksjon har det vært vanlig å gi minst 50 % av gjødselmengden før såing/planting. Samtidig viser enkle beregninger av næringsinnholdet i avlingene at en svært stor del (ved lavt avlingsnivå ofte over

#### Mykorrhiza

Mykorrhizasopp lever delvis i og delvis utenfor planterøttene. De spiller en betydelig rolle i jordas økosystem ved å hente organisk næring fra plantene og fordele den mellom seg selv og frittlevende jordmikroorganismer, og ta opp uorganiske næringsstoffer fra jorda og gi til plantene. Soppene har stor betydning for plantenes næringsforsyning i naturmiljøet der konsentrasjonen av plantenæring er lav. Der omtales mykorrhiza som røttens røtter. Soppene bidrar også til å skape stabile aggregater i jorda og dermed bedre jordstruktur.

Mykorrhizasopp finnes også på dyrket og godt gjødslet jord, men deres betydning for plantene er diskutabel fordi plantene får lett løselig næring av bonden. Derfor blir nytten av mykorrhiza, sett fra plantenes side, ikke så stor. Soppene suger sukker og andre enkle organiske forbindelser ut av plantene uten at det de gir tilbake i form av næring er så viktig for plantene. Da kan mykorrhiza betraktes som en parasitt.

Det er gjort mange interessante studier av dette, og konklusjonene spriker. Det skyldes delvis at det er svært mange arter og raser av sopp, og hvilke som dominerer er et resultat av forgrøder og gjødslingspraksis fra tidligere år.



Mykorrhizasopp, som lever i og delvis utenfor de fleste planterøtter, hjelper til med næringsopptak.  
Foto: Isabella Bjørja/NIBIO.



Jevn næringstilgang i takt med vekstforhold er det optimale for gras som høstes flere ganger. Foto: Mats Höglind/NIBIO.

halvparten) av gjødsel tapes. Tilførsel av store mengder næring til små planter i en vårkald jord gir dårlig utnyttelse av ressursene. Den høye konsentrasjonen av nitrogen fører dessuten til dårlig rotutvikling, noe som ytterligere forsterker gjødselbehovet seinere i sesongen.

Det er forskjell på de grasartene som brukes i fôrdyrkinga. Typiske strågras, som setter frø på forsommeren, har størst avlingspotensial på forsommeren, mens gras med mest vegetative skudd utnytter hele sesongen bedre. Erfaringer med størst avling i første slått har bidratt til at mange bønder investerer mest gjødsel tidlig på året. Vi spør om denne praksisen bidrar til en «selvoppfyllende profeti». Ved å gjødsle sterkt om våren vokser graset mye samtidig som sukkerinnholdet i planten blir lavt. Etter slått er vekstpunkt og stengelutløpere utarmet for energi, og det tar tid å bygge opp de reservene som gjør at grasplantene skyter skudd og kommer tilbake. På den måten utnyttes den gode temperaturen i slutten av juni og juli relativt dårlig til grasvekst. Jevn næringstilgang i takt med vekstforholdene er det optimale også for gras som høstes flere ganger.

### Nitrogen i parker og anlegg

Vinteroverlevelse er en viktig problemstilling i norske hager og parker fordi mange gjerne vil dyrke sørlige planter som ikke avslutter veksten og herdes så godt før vinteren som nordlige planter.

Vekststans og herding er påvirket av nitrogentilgang. Det er en utfordring at en del anleggsgjord er basert på mye næringsrikt materiale. Mineraliseringen av nitrogen fra kompostmateriale kan bli så stor at det bidrar til uønsket vekst utover høsten. Det øker faren for vinterskader for de plantene som ikke er sterkt styrt av daglengde.



Vil man etablere blomstereng, bør man gjøre det fra grunnen av, med næringsfattig og gjerne tørt jordsmonn. Foto: Gunnar Engan/NIBIO.

Noen ønsker å omdanne plenarealer til blomstereng. Det er svært vanskelig fordi næringsinnholdet i jorda under en tidligere gjødslet plen er høyt. Plengras har et mye høyere vekstpotensial og vil utkonkurrere alle de blomsterplantene som er ønsket. Blomstereng er derfor lettere å etablere fra grunnen av, med jordsmonn som er næringsfattig og gjerne også relativt tørt. Det sier seg selv at slik etablering tar lang tid og krever nøye oppfølging. Dette eksempelet viser at kunnskap om sammenhengen mellom plantevekst og næringsbehov kan anvendes ved valg av anleggsgjord.

Sportsgras på fotball- og golfbanlegg skal tåle mye slitasje. Høyt nitrogennivå gir raskere vekst og fornyelse av grasmatta. Samtidig kan dette gå ut over rotvekst og dermed grasmattas styrke i forhold til sklitaklinger på fotballbanen og tråkk med piggsko på golfbanen. En banemesters utfordring er å justere nitrogennivået til et kompromiss mellom gjenvekst som fyller sår i matta og den ønskede rotveksten som armerer jorda.

### Sluttord

Planter har en fantastisk evne til å utnytte vekst- og næringsforholdene der de står. Men det koster plantene energi å skulle tilpasse seg raske endringer i næringstilgang eller i verste fall et sterkt misforhold mellom næringsinnholdet i jorda og plantenes egentlige behov.

Gjødsling av planter blir mye enklere om man tar utgangspunkt i plantenes mulighet til å ta opp og utnytte næring, og at næringstilførselen i størst mulig grad tilføres som en jevn strøm av næring der tilgangen på næringsstoffer er tilpasset plantenes vekst i øyeblikket.



Golfgras skal tåle mye slitasje, og nitrogentilførselen må derfor justeres slik at sår i matta gror igjen og gir god rotvekst. Foto: Ragnar Våga Pedersen/NIBIO.

Alle planter har behov for næringsstoffene i omtrent samme forhold. Ved å ta utgangspunkt i dette forholdet kan man lage en gjødsel der nitrogen er det vekstbegrensende eller styrende næringsstoffet (minimumsfaktoren). Ved å bruke denne gjødselblandingen kan man styre planteveksten og, om ønskelig, utnytte plantas vekstpotensial fullt ut. Dersom jorda eller vekstmediet allerede inneholder mye av enkelte næringsstoffer, bør man ta hensyn til det, slik at plantenes næringsforsyning blir balansert. Næringsrik og godt drenert jord kan frigjøre mye næring til plantevekst når temperatur øker om sommeren. Gjødslingen må ta hensyn også til dette for å gjøre næringstapet til naturmiljøet mindre.

Gjødsling, særlig med nitrogen, er et meget sterkt verktøy som kan gi mer mat til en økende befolkning. De andre næringsstoffene må være tilgjengelige i passende mengder i forhold til nitrogen. Riktig gjødsling vil utnytte ressursene godt, gi store avlinger og bedre plantekvalitet.

## Referanser

- (1) Taiz, L., Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology*, Fourth edition, Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- (2) Mitscherlich, E. A. 1909. Das Gesetz des Miniraums und das Gesetz des abnehmenden Bodenertrags. *Landwirtschaftliche Jahrbücher* 38, 537–552.
- (3) Ericsson, T. 1995. Growth and shoot:root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant Soil* 168, 205–214.
- (4) Thompson, K. et al. 1997. A comparative study of leaf nutrient concentrations in a regional herbaceous flora. *New Phytol.* 136, 679–689.
- (5) Knecht, M. F., Göransson A. 2004. Terrestrial plants require nutrients in similar proportions. *Tree Physiol.* 24, 447–460.
- (6) Ingestad, T. 1982. Relative addition rate and external concentration; Driving variables used in plant nutrition research. *Plant Cell Environ.* 5, 443–453.
- (7) Ingestad, T. 1988. A fertilization model based on the concepts of nutrient flux density and nutrient productivity. *Scand. J. For. Res.* 3, 157–173.
- (8) Ingestad, T. 1997. A shift of paradigm is needed in plant science. *Physiol. Plantarum* 101, 446–450.
- (9) Ingestad, T., Lund, A.-B. 1986. Theory and techniques for steady state mineral nutrition and growth of plants. *Scand. J. For. Res.* 1, 439–453.
- (10) Göransson, A. 1993. Mikronäring – för litet att bry sig om? *Skogsfakta* nr. 12, SLU. ISSN 1101-8305.







# NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

