

EU-ROTATE

Beregning af kvælstof-tilførsel i sædskiftet

Grønsagsproduktion er mange steder i Europa en vigtig kilde til kvælstofudvaskning. For at forebygge dette, er det vigtigt at kunne beregne tilgængelighed og udvaskning af kvælstof i grønsagssædskifter. En ny computermodel - EU-rotate – kan hjælpe til med at optimere kvælstoftilførsel og sædskifteplanlægning.

TEKST OG FOTO:

KRISTIAN THORUP-KRISTENSEN

DJF ÅRSLEV

I et projekt finansieret af EU har DJF Årslev udviklet en computermodel til at beregne tilgængelighed og udvaskning af kvælstof i

grønsagssædskifter. Modellen hedder 'EU-rotate'. Projektet blev ledet fra England og havde partnere fra Spanien, Italien, Tyskland, Norge og Danmark.

Ideen var at lave en model, som kan bruges til at rådgive om kvælstofgødskning i grønsagsdyrkning. Mange grønsager har et stort kvælstofbehov, men kun en mindre del af det kvælstof, de optager, fjernes med afgrøden. Meget kvælstof efterlades i marken, i jorden eller i afgrøderesterne, og det betyder, at der er stor risiko for kvælstoftab ved udvaskning. Mange steder i Europa udgør områder med grønsagsdyrkning en vigtig kilde til kvælstofudvaskning.

Store udsving i N_{min}

Det kvælstof, som efterlades i marken, tabes ikke nødvendigvis. Hvis man for eksempel har en tør vintersæson, eller hvis der dyrkes to afgrøder efter hinanden samme år, kan forfrugtsvirkningen være stor. Meget af det kvælstof, som er efterladt af én afgrøde, findes som N_{min} i jorden, når den næste afgrøde etableres. Det kan der-

med udnyttes og bruges til at spare N gødning og reducere udvaskningen af nitrat.

I praksis tager man normalt ikke meget hensyn til N efterladt af de foregående afgrøder, blandt andet fordi mængden er meget varierende og ikke lige til at forudsige. I Danmark tager man lidt hensyn til det, ved at der beregnes en årlig korrektion i kvælstofkvoten. Det betyder, at man får lov til at gøde med måske 10 kg N per hektar mere eller mindre, afhængig blandt andet af vinterens udvaskning. Men de udsving i forårs N_{min} , man kan have i en grønsagsproduktion, er langt større, og kan man udnytte det, kan der spares meget N, samtidig med at man kan reducere nitratudvaskningen.

I projektet har vi arbejdet med at udvikle en model, som kan beregne omsætning og frigivelse af kvælstof fra humus og afgrøderester i jorden og beregne nedvaskningen af kvælstof igennem jorden. Samtidig beregnes grønsagernes vækst og kvælstofbehov, og modellen kan så beregne et bud på, hvor meget kvælstof der er behov for at tilføre.

Eksempel med modelberegnet N_{min}

I modellen beregnes kvælstof i jorden ned til to meters dybde, og modellen beregner grønsagernes rodvækst til samme dybde. Afgrødernes roddybde afhænger af, hvor hurtigt rodsystemet vokser, og hvor lang en vækstperiode afgrøden har. Fordelingen af rødder ned igennem jorden varierer også, så nogle afgrøder, for eksempel kålafgrøderne, er gode til at opnå høj rodtæthed og så i dybere jordlag.

Modellen beregner også mængde og dybdefordeling af kvælstof, som så sammen med den beregnede roddybde og rodtæthed bruges til at beregne, hvor meget kvælstof der kan optages. Tabellen her viser et eksempel på modelberegnet N_{min} i det tidlige forår efter henholdsvis løg høstet 1. august og blomkål høstet 1. oktober året før. Det er tydeligt, at værdierne er langt højere efter de sent høstede blomkål end efter løg, og at N_{min} er langt højere, når man medregner dybere jordlag. Men N_{min} svinger meget imellem årene, og i et enkelt år er N_{min} efter løg dog så høj, at det kan være relevant at måle N_{min} og tage hensyn til det i gødningsplanen. Efter blomkål kan N_{min} prøver være relevante i flere af årene, og der kan i nogle tilfælde spares rigtig meget N, men når vinternedbøren har været meget høj, findes der selv efter blomkål kun lave N_{min} værdier.

TABEL 1

Modelberegnet forårs N_{min} afhængig af sidste års afgrøde, som var løg eller sent høstet blomkål. Beregningerne er lavet med vejrdata fra en periode i 1990'erne, hvor der var meget svingende nedbør. Blandt andet var der i vinteren 1995/1996 meget lav nedbør, hvilket ses som høje N_{min} værdier i foråret 2006. Et par af de andre år havde derimod rekordhøj nedbør, hvilket fører til meget lave N_{min} værdier, for eksempel i foråret 1994 og 1998 i denne simulering.

	N_{min} 0-30 cm		N_{min} 0-60 cm		N_{min} 0-90 cm	
	Efter løg	Efter blomkål	Efter løg	Efter blomkål	Efter løg	Efter blomkål
1993	9	29	19	60	38	88
1994	8	14	21	40	45	108
1995	12	52	19	85	28	123
1996	24	68	49	160	71	225
1997	11	41	21	81	35	115
1998	9	34	12	40	15	47

I den danske del af projektet har vi i Årslev især arbejdet med at modellere rodvækst og kvælstofoptagelse baseret på mange forsøg med rodvækst hos grønsager og efterafgrøder.

Rodvækst vigtig

Det er vigtigt, at modellen kan beregne rodvækst, for det er jo rodvæksten, som bestemmer, hvor meget af jordens kvælstof planterne har adgang til. Forskellen i rodvækst imellem grønsagsarter er meget stor, fra løg med en roddebyde på kun cirka 25 centimeter til for eksempel hvidkål, som kan nå roddebyder på mere end 250 centimeter.

Rodvækst er særlig vigtig for at forstå forfrugtsvirkninger. Kvælstof, som er efterladt i jorden af én afgrøde, vil næsten altid være vasket dybere ned i jorden, inden den næste afgrøde har mulighed for at udnytte det. Løg med sin overfladiske rodvækst vil derfor ofte være dårlig til at udnytte forfrugtsvirkninger, mens andre afgrøder med dybere rodvækst har langt bedre muligheder for at gøre dette.

Brugerflade ikke udviklet

I projektet var det hensigten at lave en model, som kan bruges direkte til gødningsanbefalinger, men så langt nåede vi ikke helt. Vi fik ikke igennem projektet udviklet en brugerflade, som gør modellen egnet til almindelig brug, hvor man let kan indtaste de nødvendige oplysninger og få en anbefaling ud. Fagligt set nåede vi langt med opbygning af modellen. Men modellen og mange af de enkelte afgrøder i den er ikke testet godt nok igennem. Derfor tør vi ikke anbefale at bruge modellens beregninger som direkte anbefaling af, hvor meget N der bør tilføres. Hvis modellen for eksempel beregner, at der er så meget kvælstof i jorden, at man kun behøver at tilføre 50 kilo N per hektar til en blomkålsafgrøde, tør vi derfor ikke sige, at så kan man blot følge dette.

Prioritering af N-tilførslen

Når vi nu ikke har nået disse mål, hvad er perspektivet så? Modellen kan faktisk allerede bruges i gødningsplanlægning og kan i hvert fald bruges til sædskifteplanlægning. For selvom modellen ikke kan forudsige gødningsbehov med tilstrækkelig præcision, kan den i betydeligt omfang beskrive sammenhænge imellem sædskifte, jordtype, nedbør, mineralisering, afgrødevækst og rodvækst til at forudsige mange ting om sædskiftet.

Hvis modellen som i eksemplet med blomkål forudsiger, at der er så meget N_{min} i jorden, at man kun behøver at gøde blomkål med 50 kilo N per hektar, så kan der godt spares på gødningen. For en mere



GØRES LETTERE – Det er arbejdskrævende at tage jordprøver og specielt til N_{min} . Det kan måske gøres lettere med computeren!

præcis vejledning kan det anbefales at udtage en N_{min} prøve og gøde ud fra den. Når modellen viser høje N_{min} værdier, så er der meget stor sandsynlighed for, at analyser også vil vise, at der kan spares meget N. Mere forsigtigt kan man bruge modellens beregning, når man prioriterer N imellem sine afgrøder. Hvis modellen forudsiger høje N_{min} værdier forud for nogle afgrøder, kan denne information bruges til at beslutte, om noget af N kvoten skal flyttes til afgrøder, hvor modellen forudsiger lave N_{min} værdier.

Sædskifteplanlægning

Modellen kan nok især bruges i forbindelse med sædskifteplanlægning. Hvor meget kvælstof, der kan spares, varierer fra meget fra år til år og afhænger i høj grad af vintersæsonens nedbør. Men sædskiftet betyder også meget, det hele afhænger ikke kun af vejr og vind. Det er for eksempel klart forudsigeligt, at en sent høstet blomkålsaf-

grøde ofte vil have en stor forfrugtsværdi, mens en løgafgrøde høstet i august ofte vil have en lille forfrugtsværdi. Hvor der er stor forfrugtsværdi, vil der som nævnt ofte findes meget tilgængeligt kvælstof i større dybder. Det betyder, at man med fordel kan placere afgrøder med stor roddebyde og stort kvælstofbehov, hvor der er meget kvælstof i større dybde, eller hvis det ikke er muligt, så i hvert fald dyrke efterafgrøder med stor roddebyde efter høst.

Når der har været dyrket en efterafgrøde, eller afgrøderester af hovedafgrøden er nedmuldet meget sent på året, er der derimod ofte meget N_{min} i de øverste jordlag. Det giver de bedste sædskifteplaceringer til afgrøder som løg og salat, der ikke har så dybe rodsystemer. Modellen kan også beregne, at tidligt høstede afgrøder med kort vækstsæson kun opnår en begrænset roddebyde, og dermed bedst placeres hvor der er meget N_{min} i overjorden og ikke i de

>>>

dybere jordlag. Modellen kan bruges til at regne på de forskellige muligheder og give bud på, hvordan sædskiftet sammensættes, så man opnår den bedst mulige udnyttelse af kvælstof.

Optimering af sædskiftet

Med de eksisterende begrænsninger i hvor meget kvælstof man må tilføre, vil det være en klar fordel at sammensætte sædskiftet, så man udnytter den begrænsede kvælstofmængde bedre. I økologisk produktion, hvor det kan være svært og dyrt at skaffe tilstrækkeligt med kvælstof, er det særligt vigtigt, men det gælder også i konventionel produktion. I nogle områder er der særlige begrænsninger på kvælstofanvendelsen på grund af følsom natur eller risiko for nitratforurening af grundvandet. Når EUs vandrammedirektiv for alvor begynder at få betydning, må den slags forventes at blive mere udbredt og ramme

mange grønsagsproducenter, og her kan en model, som den vi her har udviklet, blive et vigtigt redskab til at opretholde rentabel grønsagsproduktion mange steder.

Udviklingsarbejde mangler

Som modellen er nu, kan den bruges og være værdifuld i nogle sammenhænge, men det kræver noget tid at lære at bruge den. Den er præget af, at den er lavet i et fælles europæisk projekt, og at den især er bygget på en tidligere engelsk model. Et af perspektiverne er at arbejde videre med modellen og lave en brugerflade, der gør den lettere at anvende i praksis og tilpasse den mere til danske forhold. Det vil være af stor værdi at få modellen afprøvet i dansk grønsagsproduktion. Allerbedst vil det naturligvis være at sammenligne modellens forudsigelser om gødningsbehov med rigtige gødningsforbrug, og undersøge hvor godt den rammer i

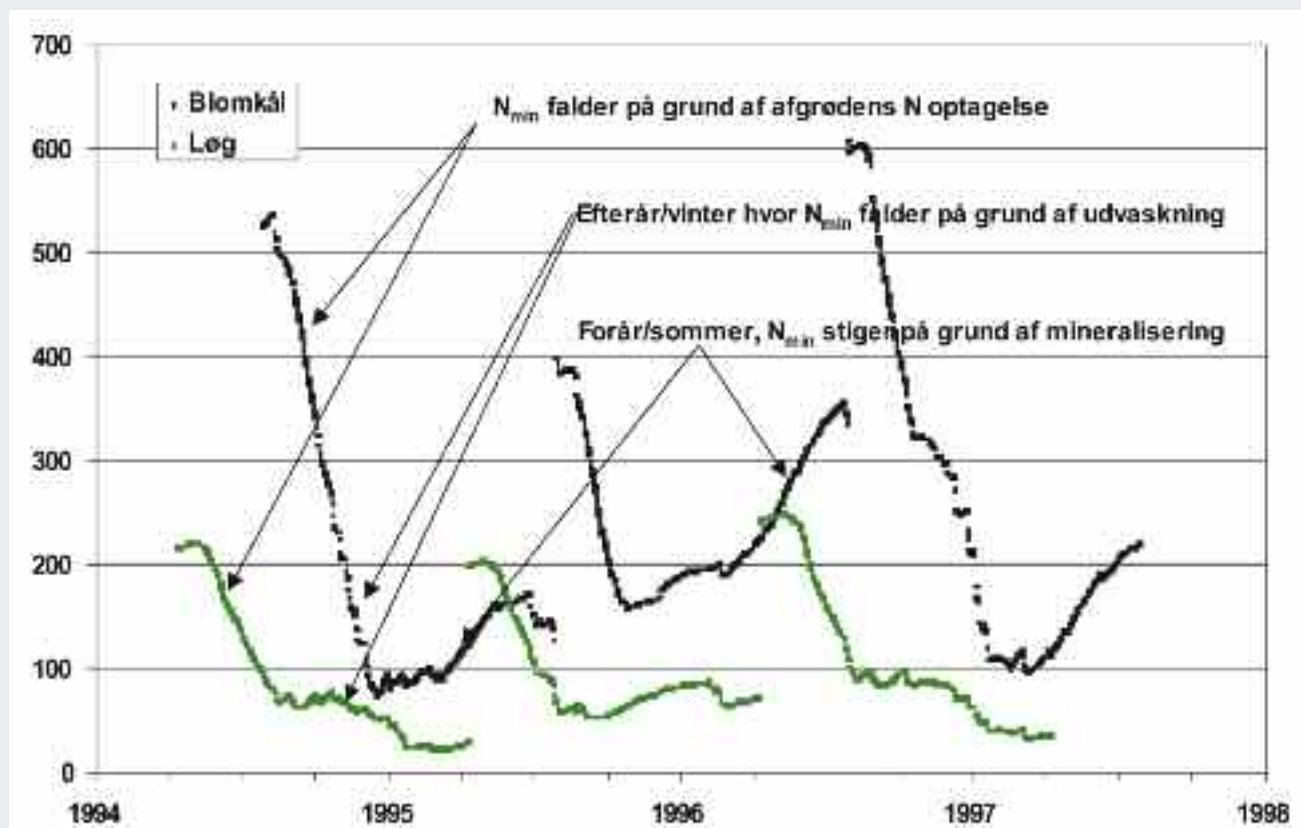
FAKTA

Modellen 'EU-rotate'

Modellen er beskrevet på hjemmesiden <http://www2.warwick.ac.uk/>. I søgefeltet øverst til højre skriver man EU-rotate, så kommer man over på en hjemmeside, hvor man blandt andet kan downloade modellen.

praksis. Det vil kræve mange forsøg og simple tests, hvor modellens forudsigelser sammenlignes med målte N_{min} værdier. Måling af kvælstofoptagelse i afgrøder vil også i høj grad kunne bruges til at øge modellens værdi og sikkerhed under danske forhold. Testen skal helst ske på forskellige jordtyper med forskellige grønsagsafgrøder, sædskifter og gerne i både økologisk og konventionel produktion. ■

Eksempel på resultater fra modelsimuleringer



Figuren viser tre års modelsimulerede N_{min} værdier på et areal, hvor der hvert år dyrkes enten løg eller sene blomkål. Data starter på det tidspunkt, hvor først løg og senere blomkål lige er gødet i 1994. I den første periode efter gødsning sker der et kraftigt fald i N_{min} , især på grund af afgrødens N optagelse. I slutningen af 1994 og begyndelsen af 1995 falder N_{min} yderligere på grund af udvaskning af N. I foråret, på det tidspunkt hvor der tilføres gødning til løg, er der alle tre år langt højere N_{min} værdier efter blomkål end efter løg.

Før løg tilføres der så 180 kg N/ha i foråret 1995, inden der er sket nogen nævneværdig forårsmineralisering, og stort set samme forløb som i 1994 gentager sig. For blomkål er der højere mineraliseringsrate og meget længere tid hen over sommeren, hvor der kan mineraliseres N i jorden, inden afgrøden plantes i august, så start N_{min} bliver høj, og der tilføres så yderligere 260 kg N per hektar i beregningerne her. Forskelle imellem de tre år skyldes især forskelle i vinternedbør. I vinteren 1994/95 var udvaskningen høj, så der opnås ikke så høje N_{min} værdier efter gødsning, mens vinteren 1995/96 var meget tør, og der er meget mere N_{min} tilbage i jorden om foråret. Dette år er den beregnede N_{min} værdi for blomkål meget høj.