

## Kvælstofudvaskning fra jord efter nedbringning af efterafgrøder med forskelligt kvælstofindhold

*Leaching of nitrogen from soil after incorporation of catch crops with different nitrogen concentration*

ARNE KYLLINGSBÆK

---

### Resumé

I karforsøg blev der foretaget en undersøgelse af kvælstofudvaskningen efteråret og vinteren igennem fra en jord iblandet plantemateriale med henholdsvis høj og lav kvælstofkoncentration. I undersøgelsen anvendtes plantemateriale af gul sennep og rajgræs. Plantematerialet blev nedbragt på to tidspunkter, midt i oktober og midt i november.

Den totale kvælstofudvaskning var større ved nedbringning af plantematerialet midt i oktober end ved nedbringning en måned senere. Udvasningen var størst lige efter nedbringningen og fortsatte vinteren igennem, hvor plantematerialet var nedbragt midt i oktober, hvorimod

udvaskningen næsten ophørte midt i december, hvor materialet var nedbragt i november.

Der fandtes ingen signifikant forskel på, om plantematerialet var gul sennep eller rajgræs. Derimod havde koncentrationen af kvælstof – eller rettere C/N-forholdet – i det nedbragte plantemateriale stor betydning for udvaskningen af kvælstof.

Ved nedbringning af plantemateriale med et højt C/N-forhold var udvaskningen mindre end fra jord uden plantemateriale. Ved nedbringning af samme kvælstofmængde i form af plantemateriale med et lavt C/N-forhold var udvaskningen derimod betydelig større.

**Nøgleord:** Kvælstofudvaskning, efterafgrøder, kvælstofkoncentration, C/N-forhold, karforsøg.

### Summary

In a pot experiment leaching of nitrogen during the autumn and winter from soil after incorporation of plant material was examined. Plant material of white mustard and rye grass with high and low nitrogen concentration (1.6 and 2.7

per cent of nitrogen in dry matter) were incorporated in the soil in October or November.

Incorporation of plant material in the soil in the middle of October caused a higher total leaching of nitrogen than incorporation in the mid-

dle of November. The nitrogen leaching was highest just after the incorporation. Leaching of nitrogen from the soil where the plant material was incorporated in October continued during the winter, whereas it stopped in the middle of December where the plant material was incorporated in November.

The species of plant material (white mustard or rye grass) affected the nitrogen leaching very little. But the nitrogen concentration – or rather the C/N ratio – in the plant material was very important for the nitrogen leaching.

**Key words:** Nitrogen, leaching, catch crop, C/N ratio, pot experiment.

## Indledning

Ved nedpløjning af efterafgrøder, græsmarker og andet plantemateriale om efteråret vil der allerede i løbet af efteråret ske en begyndende omsætning af det nedpløjede plantemateriale (11). Derved er der en risiko for, at kvælstoffet i plantematerialet omdannes til nitratkvælstof, som kan udvaskes med overskudsnedbøren. Dette betyder, at en efterafgrødes effekt på kvælstofudvaskningen delvis kan gå tabt. Jo tidligere en efterafgrøde nedpløjes, jo større vil risikoen være for, at kvælstoffet i afgrøden omdannes til nitrat og udvaskes.

I undersøgelser med nedbringning af rajgræs på forskellige tidspunkter om efteråret og det følgende forår fandtes imidlertid ingen udvaskning af kvælstof, uanset om rajgræsset var nedbragt om efteråret eller det følgende forår (7, 13). Årsagen hertil er formentlig, at der ikke er sket en nettomineralisering af kvælstof, fordi kvælstofkoncentrationen i plantematerialet var lav og kulstof-kvæstofforholdet som følge deraf højt.

At kvælstofkoncentrationen i plantematerialet har betydning for, hvor hurtigt der sker en nettomineralisering af kvælstof, antydes også af resultater fra undersøgelser af eftervirkningen i byg af italiensk rajgræs tilført stigende mængder kvælstof det foregående efterår (9, 12). I sidstnævnte undersøgelse (12) fandtes således en negativ eftervirkning det første år uden tilførsel af kvælstof til græsset, hvorimod eftervirkningen var positiv ved tilførsel af 80 kg N pr. ha.

Formålet med nærværende undersøgelse var

The leaching of nitrogen from soil incorporated with plant material with a high C/N ratio was lesser than the leaching from soil without plant material, probably because of an immobilisation of nitrogen in the soil as known from incorporation of straw in soil. When incorporating an equal amount of nitrogen present in plant material with a low C/N ratio the nitrogen leaching was considerably higher, probably because of a higher net mineralization of organic nitrogen.

at belyse, hvilken betydning kvælstofkoncentrationen i plantemateriale, der nedbringes i jorden, har for forløbet af kvælstofudvaskningen. Undersøgelsen blev gennemført som karforsøg.

## Materiale og metoder

I undersøgelsen blev der anvendt plantemateriale af gul sennep og rajgræs. Plantematerialet blev frembragt ved dyrkning i kar i en jordsandblanding i forholdet 1:6. Jordsandblandingen grundgødedes med magnesium, fosfor, kalium og mikronæringsstoffer. Begge arter blev dyrket ved to forskellige kvælstofniveauer.

Efter en vækstperiode på knap 2 måneder blev plantematerialet høstet og rødderne vasket fri af vækstmediet. Plantematerialet blev tørret ved 40-50°C og opbevaret i tørret tilstand indtil anlæg af forsøget.

Indhold af totalkvælstof i plantematerialet blev bestemt ved Kjeldahlanalyse med anvendelse af salicylsvovlsyre og en kobber-selen katalysator under destruktionen.

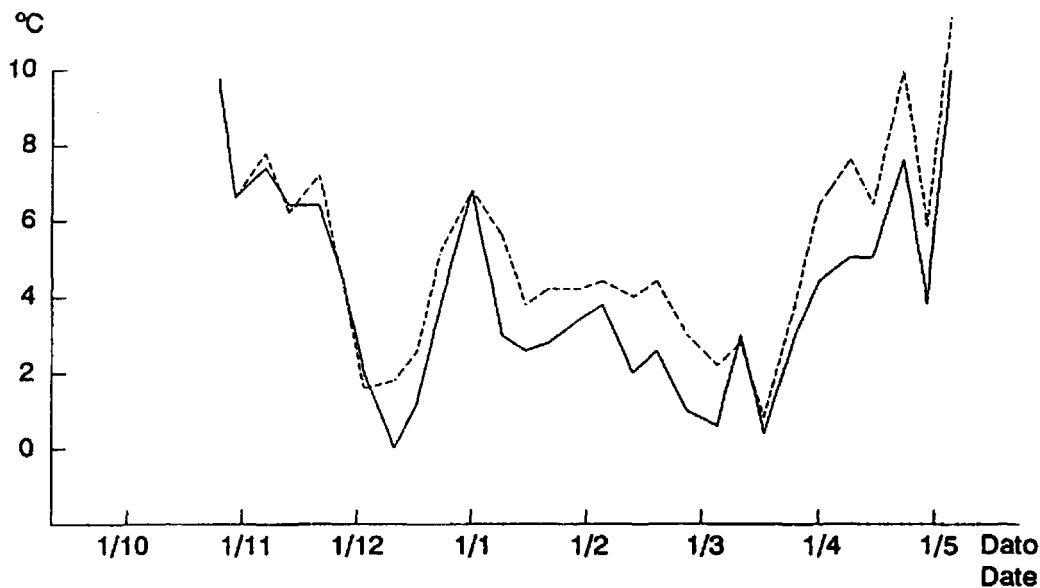
Til selve forsøget blev der anvendt en grovlerblandet sandjord (JB3) fra Trollesminde ved Hillerød, pH 6,5, forfrugt hvede. Forsøget blev anlagt i firkantede kar med et areal på ca. 950 cm<sup>2</sup> og et rumfang på 30 liter.

Forsøget omfattede to serier anlagt henholdsvis 14. oktober og 13. november. I hver serie indgik 7 led med 3 gentagelser. Et led uden iblanding af plantemateriale i jorden, tre led med jord iblandet plantemateriale af gul sennep

**Tabel 1.** Tørstofmængde, kvælstofkoncentration og kvælstofindhold i plantemateriale anvendt til nedgravning i jorden.

*Amounts of dry matter, per cent of nitrogen in dry matter and amount of nitrogen in plant material incorporated in the soil.*

Plantearart	Nedgravet plantemateriale			
	Forsøgsled	Tørstofmængde g pr. kar	Pct. N i tørstof	Kvælstofmængde g pr. kar
<i>Species</i>	<i>Incorporated plant material Treatment</i>	<i>Amount of dry matter g per pot</i>	<i>Per cent N in dry matter</i>	<i>Amount of nitrogen g per pot</i>
Gul sennep	SN <sub>1</sub>	31,6	1,58	0,5
White mustard	SN <sub>2</sub>	19,5	2,57	0,5
	SN <sub>3</sub>	31,6	2,57	0,8
Rajgræs	RN <sub>1</sub>	30,4	1,64	0,5
Rye grass	RN <sub>2</sub>	17,9	2,79	0,5
	RN <sub>3</sub>	30,4	2,79	0,9



**Fig. 1.** Jordtemperatur i kar: - - - - og jordtemperatur i det fri: \_\_\_\_\_ fra efteråret 1987 til foråret 1988. Gns. for perioder à 7-10 dage.

*Soil temperature in pots: - - - - and soil temperature outside: \_\_\_\_\_ from the autumn 1987 until the spring 1988. Average for periods of 7-10 days.*

og tre led med jord iblandet plantemateriale af rajgræs. Mængden af plantemateriale iblandet jorden i de forskellige forsøgsled og indholdet af kvælstof i materialet fremgår af tabel 1.

Plantematerialet blev findelt (ca. 3 cm) og blandet i 30 kg jord. I bunden af karret placeredes først 1 kg jord uden plantemateriale, derefter de 30 kg jord med plantematerialet og som dæklag yderligere 1 kg jord, i alt 32 kg jord pr. kar.

Karrene tilførtes ugevis en vandmængde svarende til gennemsnitsnedbøren for Sydvestjylland beregnet over en 15 års periode. Afdræningen fra det enkelte kar blev opsamlet og målt for perioder af 14 dage. Nitrat- og ammoniumindholdet i drænvandet blev bestemt på en flow injection; Tecator Fia Star 5020 Analyser. Jordtemperaturen i 15 cm's dybde blev målt løbende gennem hele forsøgsperioden, både i karrene og i jorden i det fri.

Karrene stod i det fri indtil den 15. december. Derefter var karrene placeret i en uopvarmet bygning og var derfor stadig udsat for temperatursvingninger vinteren igennem.

## Resultater

Jordtemperaturen i karrene og i det fri er vist i fig. 1. Af figuren ses, at efter ca. 1. december er jordtemperaturen i karrene gennemgående 1-2°C højere end i det fri, men temperatursvingningerne i karrene følger svingningerne i det fri.

Udvaskning af nitratkvælstof indtil henholdsvis først i januar og først i maj efter nedbringning af plantematerialet d. 14. oktober er vist i tabel 2. Udvaskningen af ammoniumkvælstof var meget lille og uden betydning for den samlede kvælstofudvaskning.

Kvælstofudvaskningen er ikke signifikant forskellig for de to plantearter. Ved tilførsel af 0,5 g N pr. kar i plantemateriale med et højt kvælstofindhold er der dog tendens til en lidt større udvaskning for sennep end for rajgræs, men forskellen er ikke signifikant.

Kvælstofudvaskningen ved tilførsel af plantemateriale med forskellig kvælstofkoncentration ses at være signifikant forskellig og størst, hvor jorden er iblandet plantemateriale med den højeste kvælstofkoncentration ( $SN_2/RN_2$  og  $SN_3/RN_3$ ), mindre fra jorden uden plantemateriale ( $N_0$ ) og mindst, hvor jorden er iblandet plan-

temateriale med den laveste kvælstofkoncentration ( $SN_1/RN_1$ ).

Det tidsmæssige forløb af udvaskningen er næsten det samme for alle forsøgsled (fig. 2). Den største stigning forekommer i perioden fra anlæg af forsøget og indtil først i januar, ligesom det også er i denne periode, forskellen mellem de enkelte led er opstået. Efter først i januar har kurverne stort set et parallelt forløb. Dog er stigningen fra først i januar til maj signifikant større, hvor der er tilført plantemateriale med den højeste kvælstofkoncentration ( $SN_2/RN_2$  og  $SN_3/RN_3$ ) end, hvor der ikke er tilført plantemateriale ( $N_0$ ) eller plantemateriale med den laveste kvælstofkoncentration ( $SN_1/RN_1$ ).

Som ved nedbringningen af plantematerialet d. 14. oktober er der ikke forskel i udvaskningen ved nedbringning af plantemateriale fra de to plantearter den 13. november (tabel 3). Udvaskningen ved nedbringning af plantemateriale med den laveste kvælstofkoncentration ( $SN_1/RN_1$ ) er signifikant mindre end fra jord uden plantemateriale ( $N_0$ ) og fra jord med plantemateriale med den højeste kvælstofkoncentration ( $SN_2/RN_2$  og  $SN_3/RN_3$ ). Desuden bemærkes, at kvælstofudvaskningen først i maj er signifikant større fra jord uden plantemateriale end fra jord med nedbragt plantemateriale, uanset kvælstofkoncentrationen i materialet.

Ligesom ved den tidlige nedbringning af plantematerialet har den største kvælstofudvaskning, efter nedbringning den 13. november, fundet sted i perioden indtil først i januar (fig. 3). Derefter er udvaskningen lav indtil midt i marts, hvorefter der er tendens til en stigning, især fra jorden uden plantemateriale. Udvaskningen fra først i januar til først i maj er signifikant større fra jorden uden plantemateriale end fra de øvrige led.

Ved sammenligning af kvælstofudvaskningen ved de to nedbringningstidspunkter ses, at kurveforløbene er væsentligt forskellige. Ligeledes ses, at den totale udvaskning af kvælstof (tabel 2 og 3) for de respektive forsøgsled med plantemateriale er betydeligt større, hvor plantematerialet er nedbragt den 14. oktober end, hvor det er nedbragt en måned senere, d. 13. november. Derimod er den totale kvælstofudvaskning fra jord uden nedbragt plantemateriale næsten den samme i de to tilfælde. Endvidere bemærkes, at udvaskningen er signifikant større for  $SN_3$  og  $RN_3$  end for  $SN_2$  og  $RN_2$ , hvor plantematerialet

**Tabel 2.** Udvaskning af nitratkvælstof indtil henholdsvis 1. januar og 1. maj efter nedbringning af plantemateriale 14. oktober.

*Leaching of nitrate until the 1st of January and the 1st of May, respectively, after incorporation of plant material in the soil on the 14th of October.*

Forsøgs- led	N-mængde i nedbragt plantemat. g pr. kar	pct. N i tør- stof	Udvasket nitratkvælstof g pr. kar <sup>1)</sup>	
			1. jan.	1. maj
<i>Treat- ment</i>	<i>Amount of N in plant materials incorporated g per pot</i>	<i>per cent N in dry matter</i>	<i>Leached nitrate nitrogen g per pot</i>	
			<i>1st Jan.</i>	<i>1st May</i>
N <sub>0</sub>	0	-	0,43 a	0,72 a
SN <sub>1</sub>	0,5	1,58	0,32 b	0,66 b
RN <sub>1</sub>	0,5	1,64	0,32 b	0,64 b
SN <sub>2</sub>	0,5	2,57	0,53 c	0,93 c
RN <sub>2</sub>	0,5	2,79	0,51 c	0,87 c
SN <sub>3</sub>	0,8	2,57	0,62 d	0,99 d
RN <sub>3</sub>	0,9	2,79	0,60 d	1,00 d
LSD			0,03	0,06

<sup>1)</sup> Resultater med samme bogstav indenfor samme kolonne var ikke signifikant forskellige (P=0.05).

*Figures with same letters (inside a column) are not significantly different (P=0.05).*

**Tabel 3.** Udvaskning af nitratkvælstof indtil henholdsvis 1. januar og 1. maj efter nedbringning af plantemateriale 13. november.

*Leaching of nitrate until the 1st of January and the 1st of May, respectively, after incorporation of plant materials in the soil on the 13th of November.*

For- søgs- led	N-mængde i nedbragt plantemat. g pr. kar	pct. N i tør- stof	Udvasket nitratkvælstof g pr. kar <sup>1)</sup>	
			1. jan.	1. maj
<i>Treat- ment</i>	<i>Amount of N in plant materials incorporated g per pot</i>	<i>per cent N in dry matter</i>	<i>Leached nitrate nitrogen g per pot</i>	
			<i>1st Jan.</i>	<i>1st May</i>
N <sub>0</sub>	0	-	0,54 a	0,75 a
SN <sub>1</sub>	0,5	1,58	0,34 b	0,43 b
RN <sub>1</sub>	0,5	1,64	0,38 b	0,42 b
SN <sub>2</sub>	0,5	2,57	0,51 a	0,67 c
RN <sub>2</sub>	0,5	2,79	0,54 a	0,67 c
SN <sub>3</sub>	0,8	2,57	0,55 a	0,63 c
RN <sub>3</sub>	0,9	2,79	0,56 a	0,64 c
LSD			0,06	0,07

<sup>1)</sup> Resultater med samme bogstav indenfor samme kolonne var ikke signifikant forskellige (P=0.05).

*Figures with same letters (inside a column) are not significantly different (P=0.05).*

Udvasket g N pr. kar  
Leached g N per pot

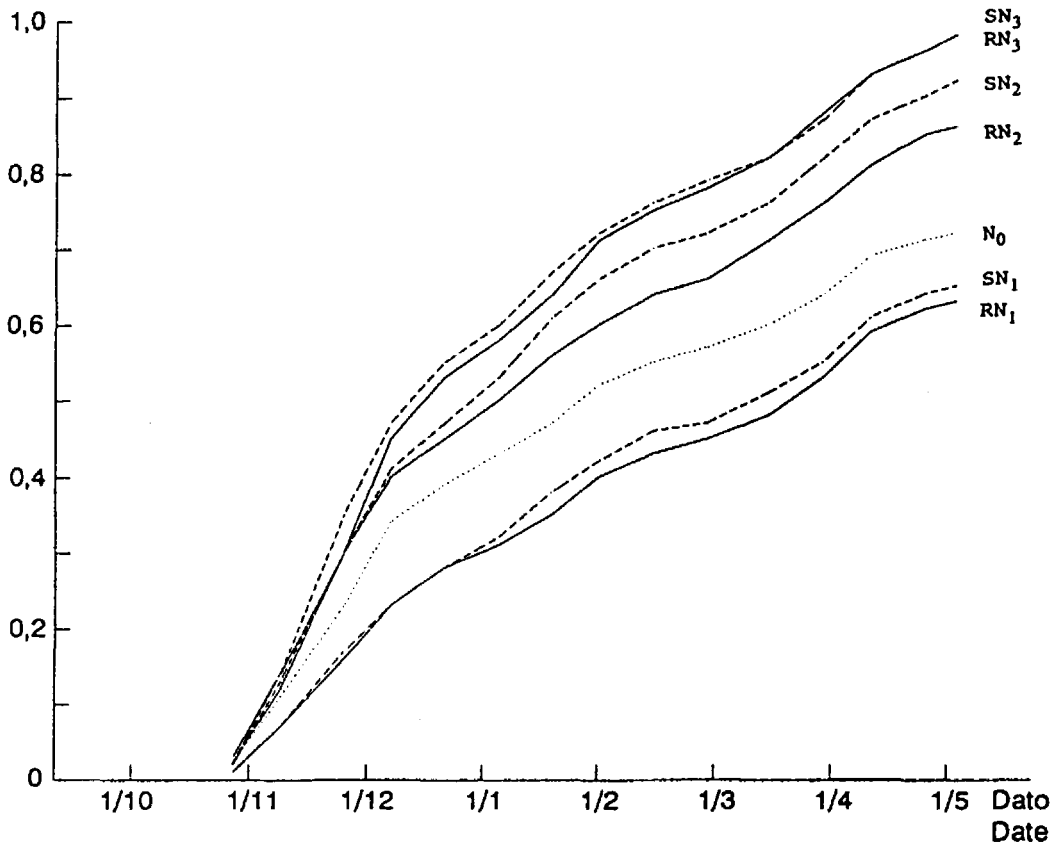


Fig. 2. Udvaskning af nitratkvælstof fra oktober 1987 til maj 1988 fra jord iblandet forskelligt plantemateriale d. 14. oktober 1987. Signaturforklaring: Se tabel 1.

*Leaching of nitrate nitrogen from October 1987 until May 1988 from soil with different plant materials incorporated on the 14th of October 1987. List of signs: see Table 1.*

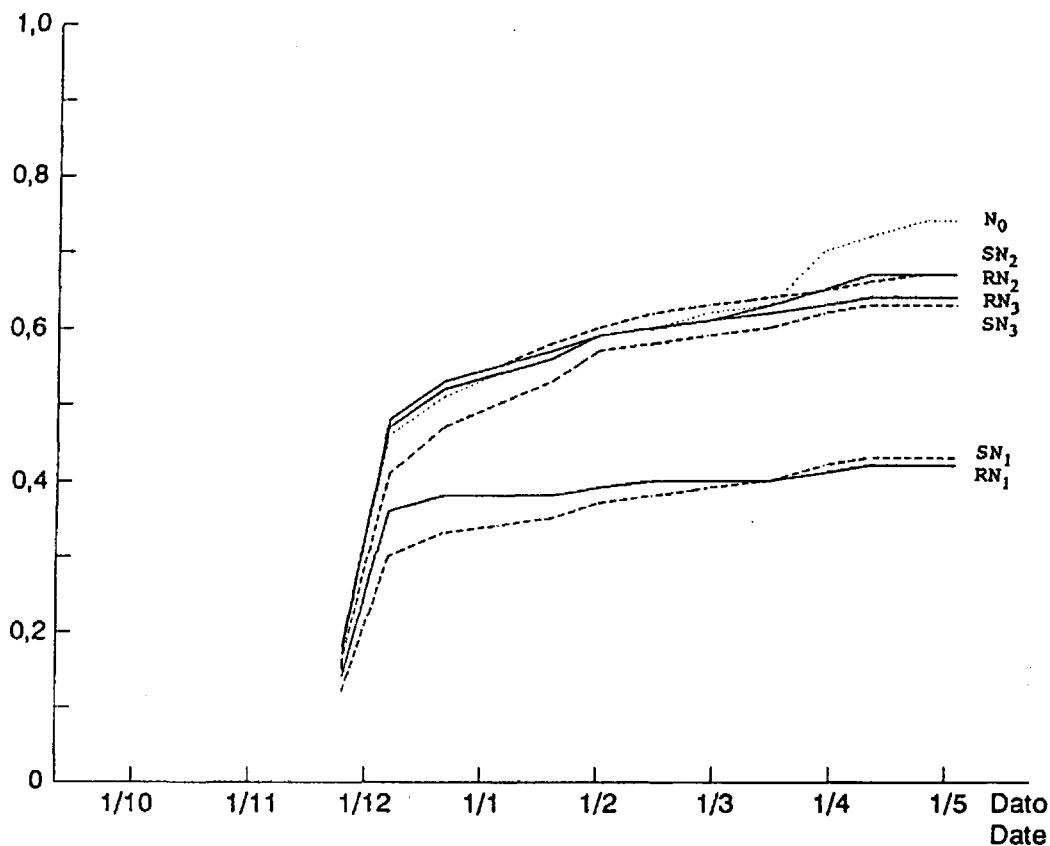
er nedbragt den 14. oktober, hvorimod der ikke er nogen forskel, hvor plantematerialet er nedbragt den 13. november.

Forskellen i kvælstofudvaskningen mellem de to nedbringningstidspunkter ses at fremkomme ved, at udvaskningen ved nedbringningen d. 14. oktober fortsætter hele vinteren igennem, hvorimod udvaskningen næsten går i stå sidst i december, hvor plantematerialet er nedbragt d. 13. november.

## Diskussion

Ud fra jordtemperaturen må det forventes, at den mikrobiologiske aktivitet i jorden har været størst i efteråret og det følgende forår. Med en jordtemperatur på 2-6°C vinteren igennem er den biologiske aktivitet imidlertid næppe på noget tidspunkt gået helt i stå. Dette er uden tvivl også årsagen til, at kvælstofudvaskningen er fortsat hele vinteren igennem, hvilket især er tilfældet for serien, hvor plantematerialet blev nedbragt d. 14. oktober.

Udvasket g N pr. kar  
Leached g N per pot



**Fig. 3.** Udvaskning af nitratkvælstof fra november 1987 til maj 1988 fra jord iblandet forskelligt plantemateriale d. 13. november 1987. Signaturforklaring: Se tabel 1.

*Leaching of nitrate nitrogen from November 1987 until May 1988 from soil with different plant materials incorporated on the 13th of November 1987. List of signs: see Table 1.*

Forløbet af kvælstofudvaskningen med den største udvaskning i den første periode efter nedbringning af plantematerialet er i overensstemmelse med (3), (5) og (14) og skyldes formentlig dels, at plantematerialets indhold af let omsætteligt organisk stof hurtigt mineraliseres af jordens mikroorganismer og dels en udvaskning af jordens oprindelige indhold af nitratkvælstof.

Plantematerialet nedbragt d. 14. oktober har været i jorden ca. 1 måned længere om efteråret end plantematerialet ved den senere nedbring-

ning, og det i en periode, hvor jordtemperaturen var forholdsvis høj. Dette har medført, at nedbrydningen af plantematerialet nedbragt d. 14. oktober – på et givet tidspunkt – altid har været mest fremskreden. Denne forskel i mineraliseringsgrad kan være forklaringen på, at både den totale udvaskning og udvaskningen vinteren igennem var størst, hvor plantematerialet blev nedbragt den 14. oktober.

Plantematerialet nedbragt den 13. november synes ikke at være omsat i en sådan grad om efteråret, at den mikrobiologiske aktivitet ved

den lavere temperatur om vinteren har medført nogen omfattende nettomineralisering. Lignende effekt af nedbringningstidspunktet er fundet i inkuberingsforsøg med sukkerroblade (15), hvor plantematerialet iblandtes jorden i henholdsvis oktober, hvor jordtemperaturen var ca. 6°C, og december, hvor jordtemperaturen var ca. 0°C.

Typen af plantemateriale, gul sennep eller rajgræs, synes uden betydning for kvælstofudvaskningen. I overensstemmelse med resultater fra inkuberingsforsøg med jordprøver iblandet formalet plantemateriale af forskellige arter (1, 6, 10, 14, 15) synes kvælstofkoncentrationen eller forholdet mellem kulstof- og kvælstofindholdet i plantematerialet derimod at spille en afgørende rolle for, hvor hurtigt der sker en nettofrigørelse af kvælstof (tabel 2 og 3).

Ved begge nedbringningstidspunkter har udvaskningen således været mindre fra jorden tilført plantemateriale med den laveste kvælstofkoncentration på 1,6 pct. N i tørstoffet end fra jorden uden plantemateriale. I lighed med reduktion af kvælstofudvaskningen ved nedmuldning af halm (2) er der således sket en binding af jordens kvælstof. Reduktionen af kvælstofudvaskningen er i overensstemmelse med resultater af tidligere undersøgelser med rajgræs (13) og med resultater fra undersøgelser med måling af mineralisering af plantemateriale fra forskellige bægplanter (5), hvor det fandtes, at et indhold af total kvælstof mindre eller større end ca. 1,7 pct. i tørstoffet var afgørende for, om der skete en immobilisering eller nettomineralisering af kvælstof. Tilsvarende betydning af kvælstofkoncentrationen i det nedbragte plantemateriale er fundet i undersøgelser med plantester af forskellige grønsager (8).

Den større udvaskning fra jorden, hvor der er tilført plantemateriale med den højeste kvælstofkoncentration på omkring 2,7 pct. N i tørstoffet skyldes antagelig, at plantematerialet har et lavere C/N-forhold, som medfører, at der hurtigere sker en nettomineralisering, end det er tilfældet for plantematerialet med den laveste kvælstofkoncentration og deraf følgende højere C/N-forhold.

En kvælstofkoncentration på 1,6 pct. N i tørstoffet svarer til et C/N-forhold på 25-30, beregnet ud fra et kulstofindhold på 40-45 pct. i tørstoffet. Beregnet på samme måde svarer en kvælstofkoncentration på 2,7 pct. N til et C/N-

forhold på 15-17. Som hovedregel regnes med, at C/N-forholdet skal være 20 eller mindre, før der sker en nettofrigørelse af kvælstof. Andre faktorer end C/N-forholdet kan imidlertid også have betydning for omsætningen af plantemateriale i jorden f.eks. indholdet af polyphenoler og lignin (4).

## Konklusion

Ifølge resultaterne af foreliggende undersøgelser kan nedbringning af en efterafgrøde i midten af oktober medføre et større tab af kvælstof ved udvaskning end, hvis nedbringningen først finder sted en måned senere.

Det var uden større betydning for kvælstofudvaskningen, om plantematerialet var gul sennep eller rajgræs, men C/N-forholdet i det nedbragte plantemateriale synes derimod at kunne påvirke kvælstofudvaskningen væsentligt i løbet af efteråret og vinteren.

Er C/N-forholdet i det nedbragte plantemateriale højt, kan der ske immobilisering af kvælstof i jorden. Modsat vil der hurtigere forekomme en nettomineralisering af kvælstof, hvis det nedbragte plantemateriale har et lavt C/N-forhold. Den tilsigtede effekt med efterafgrøden, nemlig at hindre kvælstofudvaskning, kan delvis gå tabt, hvis der sker en mineralisering af kvælstof om efteråret efter efterafgrødens nedbringning.

## Litteratur

1. *Breland, T. A.* 1989. Soil organic carbon and nitrogen dynamics in grain cropping: Effects of undersown catch crops and green manuring. III. Green manuring with clover and rye grass catch crops undersown in small grains: Effects on nitrogen dynamics. Doctor Scientiarum Theses 1989, 3, Agricultural University of Norway.
2. *Christensen, B. T. & Schjøning, P.* 1987. Nedmuldning af halm. *Christensen, B. T. & Schjøning, P.* (Red.), Tidsskr. Planteavl 91, 297-300, Beretning nr. S 1911, 156 p.
3. *Elers, B. & Hartmann, H. D.* 1988. Modellversuche zur Mineralisation von Gründüngungspflanzen. *Landwirtsch. Forschung* 41, 246-252.
4. *Fox, R. H., Myers, R. J. K. & Vallis, I.* 1990. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin and nitrogen contents. *Plant and Soil* 129, 251-259.



5. *Frankenberger, W. T., Jr. & Abdelmagid, H. M.* 1985. Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crops incorporated into soil. *Plant and Soil* 87, 257-271.
6. *Gutser, R. & Vilsmeier, K.* 1985. N-Umsatz von verschiedenem Pflanzenmaterial im Boden in Gefäss- und Feldversuchen. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 148, 595-606.
7. *Hansen, E. M.* 1989. Rajgræs som fangafgrøde – Nedmuldning efterår eller forår. NJF Seminarium nr. 159: Grøngødslingsgrøddor och/eller fånggrøddor, 14-15. november 1989, Nyborg Strand, Danmark, 8 p.
8. *Iritani, W. M. & Arnold, C. Y.* 1960. Nitrogen release of vegetable crop residues during incubation as related to their chemical composition. *Soil Sci.* 89, 74-82.
9. *Jacobsen, A. & Bentholm, B. R.* 1977. Grovfoderproduktion. Olesen, J. (red.): Oversigt over landsforsøgene 1976, 141-143.
10. *Janzen, H. H. & Kucey, R. M. N.* 1988. C, N, and S mineralization of crop residues as influenced by crop species and nutrient regime. *Plant and Soil* 106, 35-41.
11. *Jensen, E. S.* 1990. Mineralisering, udvaskning og planteudnyttelse af <sup>15</sup>N-mærket kvælstof fra efterafgrødemateriale. In *Decomposition and soil organic matter*, pp. 3-12. NJF-utredningsrapport Nr. 57, Nordisk Jordbrugsforskeres Forening.
12. *Jepsen, H. M.* 1972. Mellemafgrøders eftervirkning ved korndyrkning. Statens Planteavlsvforsøg. Bilag ved Statens Planteavlsmøde 1972.
13. *Kyllingsbæk, A.* 1989. Kvælstofudvaskning fra jord dyrket med rajgræs nedbragt på forskellige tidspunkter. *Tidsskr. Planteavl* 93, 337-342.
14. *Nordmeyer, H. & Richter, J.* 1985. Incubation experiments on nitrogen mineralization in loess and sandy soils. *Plant and Soil* 83, 433-445.
15. *Vilsmeier, K. & Gutser, R.* 1988. Modellversuche zur N-Mineralisation aus Zuckerrübenblättern. *Landwirtsch. Forschung* 41, 210-216.

Manuskript modtaget den 15. februar 1992