

Kvælstof, kalium og magnesium til vinterraps

Nitrogen, potassium and magnesium for winter rape

ERIK AUGUSTINUSSEN

Resumé

Ved efterårstilførsel af 150 kg kalium pr. ha til vinterraps udsået på lermuldet jord med kaliumtal på 8-12 blev optagelsen af kalium i afgrøden forøget med ca. 30 kg pr. ha, men der var ikke positiv effekt på hverken frøudbytte eller råfedtindhold. Tilførsel af

30 kg kvælstof pr. ha om efteråret til rettidigt sået vinterraps påvirkede ikke rapsplanternes overvintringsevne, og merudbytte var små og usikre. Den optimale kvælstoftilførsel i foråret lå i området 180-240 kg pr. ha.

Nøgleord: Vinterraps, gødskning, kvælstof, kalium, magnesium.

Summary

Supply of 150 kg K per ha in the autumn to a winter rape crop grown in clay soil with 8 to 12 ppm of potassium increased the uptake of potassium in the crop with about 30 kg per ha, but did not increase either

the seed yield or the oil concentration. Supply of 30 kg N per ha in the autumn to winter rape sown 15-25 August did not influence the wintering of the crop, and the excess yields were small. The optimum N-supply in the spring was about 180-240 kg per ha.

Key words: Winter rape, fertilization, nitrogen, potassium, magnesium.

Indledning

En vinterrapsafgrøde kan optage forholdsvis store mængder af en række plantenæringsstoffer, herunder kvælstof og kalium (9). Derfor er der stor interesse for spørgsmålet om den optimale gødskning med disse stoffer.

I efterårsperioden skal der være tilstrækkeligt meget kvælstof til, at planterne kan nå en passende udvikling inden vinteren. I de fleste tidligere undersøgelser er der målt optagelser på 30-60 kg N pr. ha i denne periode (2,9), i enkelte tilfælde helt op til 80 kg pr. ha (1,18). Optagelsens størrelse har især været afhængig af såtidspunktet og den tilførte

kvælstofmængde. Selv om tilførsel af kvælstof om efteråret har medført en væsentlig kraftigere afgrøde inden vinteren, har merudbyttet af frø ofte været nul eller lille, idet en om efteråret ugødet afgrøde ved tilstrækkelig gødsning tidligt om foråret har kunnet indhente forspringet i den gødede afgrøde (2,6,13,14,17).

I landsforsøgene blev der dog i 1990 opnået sikre udslag for efterårstilført kvælstof (7). For stærk N-gødsning i efteråret kan medføre nedsat overvintringsevne (9) og vil desuden øge faren for nitratudvaskning. Om foråret skal der være kvælstof til rådighed på et tidligt tidspunkt (15). Den største kvælstofoptagelse sker lige før og under blomstringen (2). Ved afsluttet blomstring, før bladfaldet for alvor sætter ind, indeholder afgrøden den maksimale mængde kvælstof, der kan andrage 200-300 kg pr. ha (9).

Kaliumionerne bindes til jordkolloiderne og er ikke i samme grad som nitraterne udsat for udvaskning. Optagelsen af kalium i en god rapsafgrøde kan overstige 200 kg pr. ha (4,18). I tyske forsøg er der opnået merudbytte af frø for tilførsel af kalium (19), og det er endvidere blevet hævdet, at rigelig kaliumtilførsel kunne kompensere for kvælstofs reducerende virkning på rapsfrøets olieindhold (5). I flere danske og udenlandske forsøg med vinterraps var der ikke merudbytte af frø for tilførsel af kalium (1,8,10,16), og i forsøg med vårraps var der et mindreudbytte, som dog kunne elimineres ved samtidig tilførsel af magnesium (11).

De i det følgende refererede forsøg har haft til formål at klarlægge behovet for tilførsel af kvælstof til vinterraps i efterår og forår samt virkningen af kaliumtilførsel med specielt henblik på en eventuel antagonistisk virkning mellem kalium og magnesium ved optagelse i vinterraps. Der er udført tre forsøg (1986-89) ved hver af forsøgsstationerne Roskilde og Rønhave.

Materiale og metoder

I forsøgene indgik følgende faktorer:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. N, efterår, kg pr. ha | 2. N, forår, kg pr. ha |
| 1. 0 | a. 60 |
| 2. 30 | b. 120 |
| | c. 180 |
| | d. 240 |
| 3. K, kg pr. ha | 4. Mg, kg pr. ha |
| A. 0 | x. 0 |
| B. 150 | y. 10 |

Forsøgene blev anlagt efter et split-split-split-plot design med to gentagelser af alle 32 kombinationer. Den anvendte sort var Ceres, der er dobbeltlav, dvs. har lavt erucasyre- og glucosinolatindhold. Der blev udsået 6 kg thirambejdsset udsæd pr. ha på 12 cm rækkeafstand. Kvælstof tilførtes i form af kalkammonsalpeter, kalium som 49 pct. kali (kaliumchlorid) og magnesium som $MgSO_4$.

Ved Roskilde er jordbunden klassificeret som JB6 og ved Rønhave som JB7. Jordbundstallene forud for forsøgenes anlæg er anført i tabel 1. Reaktions-tallet var ret lavt ved Roskilde i 1986, i de øvrige forsøg normalt. Kaliumtallet var ret højt ved Rønhave og lidt lavere ved Roskilde. Magnesiumtallet var lavt ved Roskilde.

I alle forsøgene var forfrugten vinterbyg, og halmen blev fjernet før pløjning og jordtilberedning. Såbeddet var i alle tilfælde nogenlunde bekvemt, så fremspiringen blev tilfredsstillende. I 1987 blev såningen forsinket af meget sen høst af den forudgående afgrøde. Grundgødsning med fosfor, 24-32 kg P pr. ha, samt tilførsel af kalium, magnesium og kvælstof efter forsøgsplanen fandt ved Rønhave sted straks efter såning og ved Roskilde 1-3 uger efter såning (tabel 2).

Vinteren 1986-87 var præget af streng frost i januar og marts, men planterne var beskyttet af et lag

Tabel 1. Reaktionstal (Rt), fosforsyretil (Ft), kaliumtal (Kt) og magnesiumtal (Mgt).
Figures for pH (Rt), phosphoric acid (Ft), potassium (Kt) and magnesium (Mgt).

| | Roskilde | | | | Rønhave | | |
|---------|----------|------|------|-----|---------|-----|------|
| | Rt | Ft | Kt | Mgt | Rt | Ft | Kt |
| 1986/87 | 6,2 | 6,1 | 8,3 | 2,1 | 7,2 | 7,2 | 14,3 |
| 1987/88 | 6,6 | 10,6 | 11,1 | 3,2 | 7,3 | 6,7 | 13,0 |
| 1988/89 | 6,6 | 7,8 | 10,4 | 2,7 | 7,1 | 8,5 | 12,4 |

Tabel 2. Tidspunkter for såning, N-gødskning, blomstring, skårlægning og tærskning.
Date of sowing, N-fertilization, flowering, swathing and threshing.

| | Såning Sowing | N-gødskning N-fertilization | | Blomstring Flowering | | Skårlægning Swathing | Tærskning Threshing | | |
|-----------------|------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------|------|-------------------------|------------------------|---------------|-----------------|
| | | efterår autumn | forår spring | I | II | | | beg. init. | afslut. end. |
| | | | | | | | | | |
| Roskilde | | | | | | | | | |
| 1986/87 | 20/8 | 19/9 | 21/4 | 24/4 | 21/5 | 28/6 | 6- 7/8 | 21/8 | |
| 1987/88 | 25/8 | 1/9 | 9/3 | 11/3 | 11/5 | 12/6 | 12-15/7 | 21/7 | |
| 1988/89 | 25/8 | 8/9 | 8/3 | | 28/4 | 3/6 | 7/7 | 21/7 | |
| Rønhave | | | | | | | | | |
| 1986/87 | 19/8 | 20/8 | 7/4 | | | | 31/7-9/8 | 20-21/8 | |
| 1987/88 | 31/8 | 31/8 | 9/3 | 6/4 | | | 12/7 | 21/7 | |
| 1988/89 | 24/8 | 24/8 | 7/3 | 28/3 | | | 7/7 | 17/7 | |

sne. De to næste vintre var meget milde, vinteren 1988-89 endda særdeles mild.

Om foråret blev kvælstofgødningen ved mængder over 120 kg pr. ha tilført ad to gange (tabel 2). Skadedyrsangreb forekom kun i begrænset omfang og fik ingen indflydelse på udbyttet. Der blev heller ikke observeret alvorlige sygdomsangreb.

Der blev optalt antal planter på 1 m² pr. parcel om efteråret og på samme areal det følgende forår, når rapsen var i god vækst. Planternes højde blev målt efter afblomstring. Skårlægning fandt sted, når afgrøden i de enkelte forsøgsled var tjenlig, hvilket afhang af den i foråret tilførte kvælstofmængde. Efter vejring på skår blev afgrøden tærsket med mejetærsker. Ved Roskilde blev der opsamlet halm (stængler og skulper) i udvalgte forsøgsled i de to første år og i alle led

i det sidste år. I frø og halm blev der bestemt indhold af kvælstof, kalium og magnesium, i frø desuden råfedtindhold. Frøudbyttet er omregnet til standardkvalitet (9 pct. vand, 40 pct. olie).

Resultater

Plantetætheden om efteråret og om foråret er anført i tabel 3. I efteråret 1986 var fremspiringen dårligere end i de to følgende år, og da vinteren 1986-87 desuden var mere kold end de følgende, blev plantebestanden i foråret 1987 mindre end halvdelen af bestandene i 1988 og 1989. Overvintringsprocenten varierede fra 62 i 1986/87 til 94 i den særdeles milde vinter 1988/89. Ingen af de i efteråret efter forsøgs-

Tabel 3. Plantebestand efterår og forår. Behandlinger: gns. af 6 forsøg. År: gns. af 2 forsøg og alle forsøgsled.
Plant density in autumn and spring. Treatments: mean 6 expts. Years: mean 2 expts and all treatments.

| | N efterår autumn kg/ha | | K kg/ha | | Mg kg/ha | | År Year | | |
|---|---------------------------------|-----|------------|-----|-------------|-----|------------|---------|---------|
| | 0 | 30 | 0 | 150 | 0 | 10 | 1986/87 | 1987/88 | 1988/89 |
| Antal planter/m ² , efterår No. of plants/m ² , autumn | 122 | 124 | 124 | 121 | 122 | 123 | 88 | 145 | 118 |
| Antal planter/m ² , forår No. of plants/m ² , spring | 95 | 96 | 97 | 95 | 95 | 97 | 54 | 124 | 110 |
| Overvintrende planter, pct. Wintering plants, % | 87 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 62 | 85 | 94 |

Tabel 4. Frøudbytte, standardkvalitet, kg pr. ha. Duncan test, (gennemsnitstal med forskellige bogstaver angiver signifikans på 5 pct. niveau).

Seed yield, standard quality, (9% moisture, 40% crude fat), kg per ha. Duncan test (mean figures with different letters indicate significance at 5% level).

| | | N, kg/ha efterår <i>autumn</i> | | N, kg/ha forår <i>spring</i> | | | | K, kg/ha | | Mg, kg/ha | |
|---------|----------|--------------------------------------|------|------------------------------------|------|------|------|----------|------|-----------|------|
| | | 0 | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 | 0 | 150 | 0 | 10 |
| 1986/87 | Roskilde | 2687 | 2786 | 2140 | 2763 | 2928 | 3113 | 2709 | 2763 | 2724 | 2748 |
| | Rønhave | 3512 | 3434 | 2684 | 3466 | 3762 | 3981 | 3484 | 3464 | 3462 | 3485 |
| 1987/88 | Roskilde | 3986 | 4021 | 3432 | 4059 | 4239 | 4285 | 3963 | 4044 | 3982 | 4026 |
| | Rønhave | 3421 | 3498 | 2426 | 3460 | 3943 | 4010 | 3442 | 3479 | 3447 | 3474 |
| 1988/89 | Roskilde | 4332 | 4512 | 3640 | 4437 | 4768 | 4844 | 4463 | 4381 | 4416 | 4429 |
| | Rønhave | 4090 | 4185 | 3252 | 4081 | 4540 | 4677 | 4164 | 4112 | 4106 | 4170 |

planen tilførte gødningsstoffer havde nogen sikker effekt på fremspiring eller overvintring.

Plantehøjden efter afsluttet blomstring var kun mærkbart påvirket af kvælstofmængden tilført om foråret. Den varierede fra 128 cm ved laveste til 143 cm ved højeste N-mængde (tabel 8). Lejesæd af betydning blev kun konstateret i et enkelt forsøg ved Roskilde i 1988, hvor de to største N-gødningsmængder i foråret kombineret med 30 kg N pr. ha om efteråret medførte, at hele afgrøden i de pågældende parceller var liggende, dog uden at være trykket helt til jorden (tabel 8).

Tabel 5. Nettoudbytte¹⁾ af frø, standardkvalitet, kg pr. ha. Gns. af 6 forsøg, 1986-89.

Net seed yield of standard quality¹⁾, kg per ha. Mean 6 expts, 1986-89.

| N, kg/ha forår <i>spring</i> | N, kg/ha efterår <i>autumn</i> | |
|------------------------------------|--------------------------------------|------|
| | 0 | 30 |
| 60 | 2791 | 2867 |
| 120 | 3539 | 3523 |
| 180 | 3742 | 3798 |
| 240 | 3814 | 3809 |

¹⁾ Fra frøudbyttet er trukket den mængde frø, der kan betale for kvælstofgødningen. 4 kg frø = 3 kg N.

From the seed yield of standard quality has been deducted the amount of seed needed to pay for the applied fertilizer. 4 kg of seed = 3 kg N.

Frøudbytte omregnet til standardkvalitet er anført i tabel 4. Tilførsel af 30 kg N pr. ha om efteråret gav i 5 af 6 forsøg positivt udslag, men i gennemsnit af alle forsøg var udslaget ikke signifikant på 95 pct.-niveauet. Der var sikkert stigende udbytte for forårsudbragt kvælstof op til 180 kg pr. ha, og der var i alle forsøg tendens til merudbytte for yderligere 60 kg N pr. ha. Merudbyttet var dog ikke meget større end de forøgede gødningsomkostninger. I tabel 5 er foretaget en beregning af nettoudbyttet, hvorved forstås frøudbyttet omregnet til standardkvalitet og fratrukket den frømængde, der skal til for at betale den anvendte kvælstofgødning (4 kg frø = 3 kg N). Nettomerudbyttet for de sidste 60 kg N pr. ha var ved 0 N om efteråret 72 kg og ved 30 N 11 kg frø pr. ha. Det fremgår endvidere af tabel 5, at nettomerudbyttet for tilførsel af 30 kg N pr. ha om efteråret var faldende med stigende N-tilførsel om foråret og var negativt ved højeste gødningstrin.

Hverken tilførsel af kalium eller af magnesium gav sikre udslag i frøudbyttet, men der var en svag tendens til vekselvirkning mellem de to stoffer, idet tilførsel af 10 kg magnesium pr. ha ikke gav udslag i led, der var ugødet med kalium, men derimod et lille merudbytte, hvor der blev tilført 150 kg K pr. ha (tabel 6).

Råfedtindholdet (tabel 7) var upåvirket af kvælstof om efteråret, men faldt kraftigt med stigende N-tilførsel i foråret. Nedgangen i råfedtprocent var ca. 4 procentenheder, når kvælstoftilførslen øgedes fra 60 til 240 kg pr. ha. Udbyttet af råfedt steg fra 1248 kg pr. ha ved 60 kg N pr. ha om foråret til 1676 kg ved 240 kg N pr. ha. Der var ikke signifikante udslag i

Tabel 6. Frøudbytte, standardkvalitet, kg/ha. Gns. af 6 forsøg, 1986-89.
Corrected seed yield, kg/ha. Mean 6 expts, 1986-89.

| Mg, kg/ha | K, kg/ha | |
|-----------|----------|------|
| | 0 | 150 |
| 0 | 3708 | 3671 |
| 10 | 3700 | 3743 |

råfedtindhold eller -udbytte for tilførsel af kalium eller magnesium.

Råproteinindholdet steg knap 5 procentenheder fra laveste til højeste N-mængde tilført i foråret, og der var sikkert udslag for hvert trin (tabel 7). Kombinationen af stigende råproteinindhold og frøudbytte betød næsten en fordobling af råproteinudbyttet ved at gå fra 60 til 240 kg N pr. ha i foråret. Der var også en lille stigning i råproteinudbyttet efter tilførsel af 30 kg N pr. ha om efteråret, og selv for magnesiumtilførsel kunne der på grund af forsøgets design konstateres et ubetydeligt, men sikkert udslag. Der var ikke udslag for tilførsel af kalium, hverken i indhold eller udbytte af råprotein. Udtrykt i rent kvælstof varierede mængden i frøet fra 68 kg pr. ha ved mindste til 130 kg pr. ha ved største kvælstoftilførsel i foråret (tabel 8).

Frøets procentiske indhold af kalium og magnesium ændredes ikke signifikant af kvælstoftilførslen (tabel 8). Tilførsel af kalium medførte kun ubetydelige ændringer af kalium- og magnesiumindhold, og der var ikke signifikante forskelle mellem de optagne mængder. Ved optimal gødsning med kvælstof var

mængderne af kalium og magnesium i frøet gennemsnitligt henholdsvis 32 og 8 kg pr. ha.

Mængden af halm (stængler og skulper) varierede stærkt fra forsøg til forsøg, og de maksimale mængder i de tre år var henholdsvis 48, 70 og 86 hkg pr. ha. Halmmængden steg betydeligt med stigende kvælstoftilførsel (tabel 9), medens tilførsel af kalium og magnesium kun havde ringe virkning (ikke vist).

Indholdet af kvælstof i halmen var kun ca. en femtedel af frøenes indhold, men variationen med kvælstoftilførslen i foråret var relativt stor, fra 0,46 pct. ved 60 kg N til 0,73 pct. ved 240 kg N pr. ha (tabel 9). Den gennemsnitlige mængde af kvælstof i halmen var 30 kg pr. ha, men i både 1988 og 1989 var der i enkelte forsøgsled over 50 kg N pr. ha i halmen.

Kaliumindholdet i halmen varierede betydeligt mellem årene, fra omkring 1 pct. i 1987 til henimod 2 pct. i 1988 og 1989. I gennemsnit af alle tre år var indholdet ca. 1,6 pct., og der var ingen sikker påvirkning af kvælstofgødsningen.

Indvirkningen af kaliumtilførsel på halmens K-indhold blev undersøgt i 1989, hvor der var en sikker stigning for tilførsel af 150 kg K pr. ha (tabel 10). Samme år var der en tendens til, at K-indholdet steg med N-gødsningen i foråret indtil 180 kg N pr. ha og derpå faldt (tabel 10). Mængden af kalium i halm var i gennemsnit af alle år og forsøgsled ca. 90 kg pr. ha, men i 1989 målt der op til 170 kg pr. ha (ikke vist). Den samlede kaliummængde i frø og halm nåede på høsttidspunktet dermed maksimalt op på ca. 215 kg pr. ha.

I modsætning til kaliumindholdet i halmen var indholdet af magnesium meget lille, kun ca. 0,04 pct. Den maksimale magnesiummængde i halmen oversteg ik-

Tabel 7. Udbytte og procentisk indhold af råfedt og råprotein, gns. af 6 forsøg, 1986-89. Duncan test (se tabel 4).
Yield and percentage of crude fat and CP, mean 6 expts, 1986-89. Duncan test (see Table 4).

| | N, kg/ha efterår <i>autumn</i> | | N, kg/ha forår <i>spring</i> | | | | K, kg/ha | | Mg, kg/ha | |
|------------------|--------------------------------------|-------|------------------------------------|-------|-------|-------|----------|-------|-----------|-------|
| | 0 | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 | 0 | 150 | 0 | 10 |
| Råfedt, kg/ha | 1521a | 1543a | 1248a | 1555b | 1649c | 1676c | 1532a | 1532a | 1526a | 1538a |
| Crude fat, kg/ha | | | | | | | | | | |
| Råprotein, kg/ha | 632a | 652b | 426a | 593b | 736c | 812d | 640a | 643a | 638a | 645b |
| CP, kg/ha | | | | | | | | | | |
| Råfedt, pct. | 46,7a | 46,5a | 48,8a | 47,4b | 45,5c | 44,5d | 46,6a | 46,6a | 46,6a | 46,6a |
| Crude fat, % | | | | | | | | | | |
| Råprotein, pct. | 19,2a | 19,5a | 16,9a | 18,3b | 20,5c | 21,7d | 19,4a | 19,4a | 19,3a | 19,4a |
| CP, % | | | | | | | | | | |

Tabel 8. Planthøjde, karakter for lejesæd¹⁾, frøvægt samt mængde og indhold af kvælstof, kalium og magnesium i frø. Gns. af 6 forsøg, 1986-89. Duncan test (se tabel 4).

Plant height, score for lodging¹⁾, seed weight, quantity and percentage of nitrogen, potassium and magnesium in seed. Mean 6 expts, 1986-89. Duncan test (see Table 4).

| | N, kg/ha efterår <i>autumn</i> | | N, kg/ha forår <i>spring</i> | | | | K, kg/ha | | Mg, kg ha | |
|--|--------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| | 0 | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 | 0 | 150 | 0 | 10 |
| Planthøjde, cm <i>Plant height, cm</i> | 135a | 138a | 128a | 136b | 140bc | 143c | 137a | 137a | 137a | 137a |
| Karakter ²⁾ f. lejesæd <i>Score²⁾ for lodging</i> | 2,7 | 4,1 | 0,0 | 1,0 | 5,9 | 6,6 | 3,4 | 3,3 | 3,3 | 3,4 |
| Frøvægt, mg <i>Seed weight, mg</i> | 3,85a | 3,91a | 3,93a | 3,83a | 3,89a | 3,88a | 3,87a | 3,89b | 3,89a | 3,88a |
| N i frø, kg/ha <i>N in seed, kg/ha</i> | 101a | 104b | 68a | 95b | 118c | 130d | 102a | 103a | 102a | 103b |
| K i frø, kg/ha <i>K in seed, kg/ha</i> | 28,1a | 28,8a | 22,1a | 28,5b | 31,2c | 32,2c | 28,3a | 28,6a | 28,4a | 28,6a |
| Mg i frø, kg/ha <i>Mg in seed, kg/ha</i> | 7,2a | 7,2a | 5,6a | 7,1b | 7,9c | 8,2c | 7,2a | 7,2a | 7,2a | 7,3b |
| N, pct. af TS, <i>N, % of DM</i> | 3,08a | 3,11a | 2,70a | 2,92b | 3,28c | 3,48d | 3,10a | 3,10a | 3,10a | 3,10a |
| K, pct. af TS, <i>K, % of DM</i> | 0,86a | 0,86a | 0,86a | 0,87a | 0,86a | 0,86a | 0,86a | 0,87b | 0,86a | 0,86a |
| Mg, pct. af TS, <i>Mg, % of DM</i> | 0,221a | 0,216a | 0,220a | 0,218a | 0,220a | 0,218a | 0,219a | 0,218b | 0,218a | 0,219a |

1) 1 forsøg, 1 expt, Roskilde 1987-88.

2) 0-10, 0 = ingen lejesæd – *no lodging*
10 = helt i leje – *total lodging*

ke 3,4 kg pr. ha i noget forsøgsled. Den samlede mængde i frø og halm var 10-12 kg pr. ha.

Diskussion

Ved forsøgsseriens tilrettelæggelse blev der taget størst muligt hensyn til at kunne påvise eventuelle virkninger af kalium og magnesium, og udslagene for tilførsel af disse stoffer var da også meget små. De benyttede forsøgsarealer havde kaliumtal som i normale, veldrevne landbrug, svarende til mængder i pløjelaget på 250-350 kg K pr. ha. Optagelsen af kalium i afgrøden var tydeligt højere, når jorden havde fået tilført kaliumgødning, men hele den meroptagne mængde fandtes i de vegetative plantedele. Der var ikke positivt udslag i frøudbyttet for tilførsel af kalium, hvilket svarer til resultaterne i andre danske forsøg (16). Hvorvidt kalium udøver en antagonistisk virkning over for magnesium, er den målte tendens for svag til

at kunne vise med sikkerhed. Tendensen er på linie med de tidligere nævnte resultater fra forsøg med vårraps (11). Den optagne kaliummængde var stigende med N-tilførslen i foråret, og i halmtørstoffet var der endog tendens til stigning i det procentiske indhold. *Kullmann et al.* (12) fandt, at koncentrationen af K kun blev forøget i bladene ved stigende N-tilførsel. I de øvrige organer var den uændret. Der er store forskelle i de enkelte plantedeles koncentrationer af kalium, og indholdet synes at kunne variere betydeligt, uden at det får indflydelse på frøudbyttet. En del af den kaliumoptagelse, der finder sted, når forsyningen er rigelig, må derfor kunne betegnes som luksuroptagelse.

Tilførsel af kalium forøgede ikke råfedtindholdet i frøene, hverken ved svag eller stærk kvælstofgødning. I en tidligere undersøgelse nåedes samme resultat i vinterraps (16), medens der i vårraps ved meget store forskelle i kaliumniveauet fandtes et lidt højere fedtindhold i de kaliumgødede forsøgsled (3).

Tabel 9. Halmmængde (91 pct. tørstof) samt indhold og mængde af kvælstof, kalium og magnesium i halm. Gns. af 3 forsøg ved Roskilde, 1986-89. Duncan test (se tabel 4).

Quantity of straw (91% DM), quantity and percentage of nitrogen, potassium and magnesium in straw. Mean 3 expts at Roskilde, 1986-89. Duncan test (see Table 4).

| | N, kg/ha efterår <i>autumn</i> | | N, kg/ha forår <i>spring</i> | | | |
|---|--------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 30 | 60 | 120 | 180 | 240 |
| Halmmængde, hkg/ha <i>Yield of straw, hkg/ha</i> | 56,8a | 60,1a | 48,9a | 57,4b | 62,7c | 64,8c |
| N i halm, kg/ha <i>N in straw, kg/ha</i> | 28,6a | 31,7a | 18,3a | 25,6b | 35,1c | 41,5d |
| K i halm, kg/ha <i>K in straw, kg/ha</i> | 86,6a | 91,7a | 71,7a | 88,3a | 99,1a | 97,6a |
| Mg i halm, kg/ha <i>Mg in straw, kg/ha</i> | 1,9a | 2,0a | 1,6a | 1,8ab | 2,2b | 2,2b |
| N, pct. af halmtørstof <i>N, % of straw DM</i> | 0,59a | 0,61a | 0,46a | 0,54ab | 0,65bc | 0,73c |
| K, pct. af halmtørstof <i>K, % of straw DM</i> | 1,58a | 1,57a | 1,52a | 1,60a | 1,64a | 1,54a |
| Mg, pct. af halmtørstof <i>Mg, % of straw DM</i> | 0,037a | 0,037a | 0,037a | 0,036a | 0,039a | 0,036a |

Gødsning med 30 kg N pr. ha i efteråret gav ikke nogen mærkbar ændring af rapsplanternes overvintringsevne, og der opnåedes kun små merudbytter for efterårstilført kvælstof i nær optimalt forårsgødede forsøgsled. Det kan derfor ikke på nærværende grundlag afgøres, om en vis mængde kvælstof udbragt om efteråret kan erstatte samme mængde

de udbragt om foråret. I en tidligere undersøgelse (14) var der ved rettidig såning ikke fordel ved at dele en bestemt mængde kvælstof mellem efterårs- og forårsudbringning, medens der ved sen såning var tendens til merudbytte for deling. I landsforsøgene (7) har der i visse år været positive udslag for tilførsel af kvælstof om efteråret, især ved sen såning og på sandjord. Behovet for gødsning med kvælstof om efteråret vil bl.a. afhænge af mineraliseringen af organisk bundet kvælstof og af konkurrencen fra mikroorganismer. Der vil formentlig være mere kvælstof til rådighed, hvis forfrugten høstes tidligt, end hvis den høstes umiddelbart inden såning af rapsen, og det samme vil være tilfældet, hvis halmen fjernes fremfor nedmuldes. Også jordtypen spiller en betydelig rolle, idet lerjord stiller mere kvælstof til rådighed for planterne end sandjord.

På det givne grundlag må det konkluderes, at hvis der er tale om lerjord i god drift, hvor der ikke er nedmuldet halm, og hvor vinterrapsen er sået rettidigt, så løbes der ikke nogen stor økonomisk risiko ved at undlade tilførsel af kvælstof om efteråret.

Den optimale tilførsel af kvælstof om foråret lå et sted mellem 180 og 240 kg pr. ha. Det er karakteristisk for raps, at afgrøden, indtil et meget højt kvælstofniveau er nået, bliver ved med at kunne betale for

Tabel 10. Kalium i halm, mængde og procentisk indhold. Roskilde 1989.

Potassium in straw, quantity and percentage. Roskilde 1989.

| K kg/ha | N, kg/ha forår – <i>spring</i> | | | |
|------------|---|------|------|------|
| | 60 | 120 | 180 | 240 |
| | K, kg/ha | | | |
| 0 | 82 | 101 | 129 | 128 |
| 150 | 83 | 114 | 153 | 159 |
| | K, pct. af halmtørstof <i>K, % of straw DM</i> | | | |
| 0 | 1,44 | 1,56 | 1,74 | 1,70 |
| 150 | 1,56 | 1,81 | 2,31 | 2,22 |

endnu et tilskud, men at nettomerudbytte for de sidste tilskud er små. Som i tidligere forsøg (2,9,14,16) var der en stærk nedgang i råfedtindholdet og en tilsvarende stigning i råproteinindholdet med stigende kvælstoftilskud, således at summen af råfedt- og råproteinindhold var nogenlunde konstant.

Konklusion

Til vinterraps, sået rettidigt (15.-25. august) på god, lermuldet jord, hvor halmen fra den foregående afgrøde er fjernet, vil det normalt ikke være nødvendigt at tilføre kvælstof i efteråret. Den optimale N-tilførsel om foråret vil ligge mellem 180 og 240 kg pr. ha. Hvis kaliumtallet er omkring 10, kan der ikke forventes merudbytte for tilførsel af kalium, og store tilførsler bør undgås, især hvis magnesiumniveauet er lavt. Det er tilstrækkeligt at tilføre gødning til opretholdelse af jordens kaliumreserve.

Litteratur

1. Archer, J. R. & Vaidynathan, L. V. 1982. Fertilizer for winter oilseed rape. *J. Sci. Food Agric.* 33, 1262-1263.
2. Augustinussen, E. 1987. Kvælstofgødsningens indflydelse på vækst og udvikling af vinterraps. *Tidsskr. Planteavl* 91, 301-311.
3. Augustinussen, E.; Nordestgaard, A. & Flengmark, P. 1983. Frøkvalitet hos vårraps ved gødsning med kvælstof, fosfor og kalium. *Tidsskr. Planteavl* 87, 465-475.
4. Barraclough, P. B. 1989. Root growth, macro-nutrient uptake dynamics and soil fertility requirements of a high-yielding winter oilseed rape crop. *Plant and Soil* 119, 59-70.
5. Forster, H. 1978. Influence of N and K fertilizers on the quality and yield of oil from old and new varieties of rapeseed (*Brassica napus*, ssp. *oleifera*). 13th colloquium of the International Potash Institute, York, UK, 305-310.
6. Franck, E. von & Becker, F. A. 1982. Ergebnisse mehrjähriger Feldversuche zur Optimierung der N-Düngung von Winterraps. *Landwirtsch. Forschung* 35, 109-118.
7. Fuglsang, S.; Kristensen, H. & Elbek-Pedersen, H. 1991. Frø- og industriafgrøder. Såtider og kvælstof til vinterraps. *Oversigt over Landsforsøgene 1990*, 121-123.
8. Gisiger, L. & Bonjour, R. 1967. Fertilizer experiments with rape. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* 6, 286-300.
9. Holmes, M. R. J. 1980. Nutrition of the oilseed rape crop. Applied Science Publishers, London.
10. Holmes, M. R. J. & Ainsley, A. M. 1978. Seedbed fertilizer requirements of winter oilseed rape. *J. Sci. Food Agric.* 29, 657-666.
11. Juel, O. 1983. Frø- og industriafgrøder. Kaligødning til vårraps. *Oversigt over Landsforsøgene 1982*, 168-169.
12. Kullmann, A.; Ogunlela, V. B. & Geisler, G. 1989. Concentrations and distribution of some mineral elements in oilseed rape (*Brassica napus* L.) plants in relation to nitrogen supply. *J. Agron. & Crop Sci.* 163, 225-235.
13. Mendham, N. J.; Shipway, P. A. & Scott, R. K. 1981. The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci., Camb.* 96, 417-428.
14. Nordestgaard, A. 1977. Forsøg i vinterraps med stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof kombineret med 2 såtidspunkter for vinterrapsen 1971-76. *Tidsskr. Planteavl* 81, 365-373.
15. Nordestgaard, A. 1983. Udbringningstid for kvælstof til vinterraps. *Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr.* 1731.
16. Nordestgaard, A.; Augustinussen, E. & Flengmark, P. 1984. Kvælstof- og kaliumgødningens indflydelse på vinterrapsens frøkvalitet. *Tidsskr. Planteavl* 88, 337-341.
17. Ogilvy, S. 1985. Nitrogen for winter oilseed rape. *Ann. Review 1985, High Mowthorpe Exp. Husbandry Farm*, 28-33.
18. Schultz, J. E. R. 1972. Undersøgelser af vinterrapsens (*Brassica napus* L.) tørstofproduktion og næringsstofoptagelse gennem vækstperioden. *Tidsskr. Planteavl* 76, 415-435.
19. Teueberg, W. & Trautschold, E.-W. 1979. Der Einfluss von Erntetermin und Düngung auf die Inhaltsstoffe des Rapses. In *Proc. 5th Int. Rapeseed Conf. Vol. 1. Malmö, Sweden*, 235-244.

Manuskript modtaget den 11. juli 1991.