

## **Kvælstof- og kaliumgødsningens indflydelse på vinterrapsens frøkvalitet**

*Influence of nitrogen and potassium fertilizing on seed quality of winter oilseed rape*

**Anton Nordestgaard, Erik Augustinussen og Poul Flengmark**

### **Resumé**

Ved Roskilde forsøgsstation udførtes i 1979–82 4 faktorielle forsøg i vinterraps med kvælstofmængder fra 0 til 300 kg/ha og kaliummængder fra 0 til 360 kg/ha.

Stigende kvælstofmængder helt op til sidste tilskud havde en positiv virkning på udbyttet af frø, råfedt og råprotein, på frøets procentiske indhold af råprotein samt på frøvægten, men en negativ virkning på frøets procentiske indhold af råfedt. Kvælstoffets virkning var overalt uafhængig af den tilførte mængde af kalium.

Tilførslen af kalium havde ingen sikker virkning på udbyttet, frøvægten eller frøets indhold af råfedt og råprotein.

Stigende tilførsel af kvælstof og kalium medførte kun ubetydelige ændringer af fedt- og aminosyre-sammensætningen, og der kunne ikke konstateres ændringer i glucosinolatindholdet.

**Nøgleord:** Vinterraps, frøkvalitet, kvælstofgødsning, kaliumgødsning.

### **Summary**

Over the period 1979–82 four factorial trials were conducted at the Government Research Station at Roskilde in winter oilseed rape with nitrogen rates from 0 to 300 kg/ha and potassium rates from 0 to 360 kg/ha.

Increasing nitrogen rates up to the last application had a positive effect on the yield of seed, crude fat and crude protein, on the percentage of crude protein in the seed and on the seed weight. However, a negative effect was found on the percentage of crude fat in the seed. In all cases the effect of the nitrogen was independent of the amount of potassium applied.

The potassium application had no significant effect on the yields, the seed weight or the content of crude fat and crude protein in the seed.

Increasing rates of nitrogen and potassium brought about only slight changes in the composition of fatty acids and amino acids. No changes were observed in the content of glucosinolates.

**Key words:** Winter oilseed rape, seed quality, nitrogen fertilizing, potassium fertilizing.

## Indledning

Planteolie og -protein er et af de områder, hvor Fællesmarkedet ikke er selvforsynende. Derfor er der interesse for en udvidet dyrkning af plantearter, som kan medvirke til en bedre selvforsyningsgrad. Raps – såvel vår- som vinterformen – er en planteart, der egner sig godt under vore klimatiske betingelser, og som kan medvirke til en øget produktion af både olie og protein.

Kvalitetskravene til såvel olie som protein er imidlertid steget meget i de senere år. Dette har intensiveret forædlingsarbejdet med raps og har betydet en forbedret fedtsyresammensætning i de nu dyrkede enkeltlave sorter og muliggjort en større anvendelse af rapsskrå til kvægfoder fra de dobbeltlave sorter, som endnu ikke er almindeligt dyrket for vinterrapsens vedkommende.

Det er i forsøg ofte påvist, at de dyrkningsmæssige betingelser – bl.a. gødningstilførslen – kan have stor indflydelse på rapsrøets kemiske sammensætning og især forholdet mellem råfedt- og råproteinindholdet. Af gødningsstofferne er det især kvælstoffet, der har indflydelse. Undersøgelser har således vist, at stigende mængder kvælstof sænker råfedtindholdet og hæver indholdet af råprotein (Hansen, 1962; Nordestgaard, 1966, 1977 og 1983; Juel, 1984; Augustinussen *et al.*, 1983 a og b). Tilførsel af fosfor og kalium har oftest ingen væsentlig indflydelse på frøets sammensætning (Augustinussen *et al.*, 1983a). Forster (1978) fandt dog, at kaliumtilførsel hævde frøets fedtindhold og i nogen grad ophævede kvælstoffets reducerende virkning.

Som led i en undersøgelse, hvis hovedformål var at belyse forskellige faktoreres indflydelse på frøkvaliteten hos proteinplanter, blev der i 1979–82 ved Statens Forsøgsstation, Roskilde, udført forsøg i vinterraps med stigende mængder af kvælstof og kalium.

## Materiale og metode

I 1979 og 1980 anvendtes sorten Status og i 1981 og 1982 Quinta. Begge sorter er meget nær ens med hensyn til frøets kemiske sammensætning.

Begge har et lavt indhold af erucasyre, men et højt glucosinolatindhold. Der er i det følgende kun vist gennemsnitsresultater af de 4 forsøg.

Forsøgene udførtes efter følgende faktorielle plan med 16 kombinationer hver udført med 2 gentagelser.

Plan:

Faktor 1. N kg/ha	Faktor 2. K kg/ha
1. 0 N	a. 0 K
2. 100 N	b. 120 K
3. 200 N	c. 240 K
4. 300 N	d. 360 K

0 K var ikke medtaget i de 2 første forsøgsår. De manglende tal er beregnet ud fra forholdene mellem gødningsniveauerne i de 2 sidste års forsøg og således, at alle viste gennemsnitstal kan sammenlignes direkte.

Kvælstoffet tilførtes som kalkammonsalpeter og kalium som kaliumklorid, 49% K. Forsøgsstationen har fin sandblandet lermuld med ca. 10% ler og 2–3% humus. Jordanalyser af forsøgsjorden før gødningstilførslen viste Rt fra 6,5 til 7,0, Ft fra 6,5 til 9,2 og Kt fra 10,4 til 11,9. I 1981 blev foretaget jordbundsanalyser efter forsøgets høst. Kt var da 11,3, 13,9, 17,5 og 20,3 i henholdsvis led a, b, c og d.

Der anvendtes 4 kg thiram-lindan bejdset ud-sæd/ha, 50 cm rækkeafstand og 30 m<sup>2</sup> nettoparceller. Ukrudtsbekæmpelse blev foretaget med radrensning og kemiske midler. Skadedyr blev holdt nede ved sprøjtninger med virksomme midler. Under modningen var forsøgene ofte angrebet af småfugle, som forårsagede noget frøspild. Især i 1981 var angrebet stærkt, og det gik værst ud over de med kvælstof ugødede og svagtgødede parceller, der var modne lidt før de øvrige. Rapsen blev skårlagt og efter ca. 14 dages vejring tærsket med mejetærsker. I frøets bestemtes indholdet af tørstof, råfedt og kvælstof (råprotein) samt frøvægt. Desuden blev foretaget bestemmelse af sammensætningen af fedt- og aminosyrer og indhold af glucosinolater. Analysemetoderne er tidligere beskrevet (Augustinussen *et al.*, 1983 a).

## Resultater

De gennemsnitlige frøudbytter og råfedtprocenter, som er opført i tabel 1, viser, at kalitilførslen ingen virkning havde på råfedtindholdet og kun en tendens til positiv virkning på frøudbyttet for første tilskuds vedkommende. Kvælstoftilførslen havde derimod en stor, forøgende virkning på frøudbyttet og helt op til sidste tilskud. Merudbyttet pr. kvælstofstillæg var dog stærkt aftagende ved øget gødskning. De nævnte angreb af småfugle under modningen var medvirkende til kvælstoffets store virkning, fordi angrebene var stærkest i de ugødede og svagtgødede parceller.

Bortset fra første tilskud havde stigende kvælstofmængder en negativ virkning på frøets råfedtindhold. Kvælstofvirkningen på både frøudbyttet og frøets råfedtindhold var uafhængig af kaliumtilførslen. Der var således ingen vekselvirkning. Ligeledes var der ikke vekselvirkninger i andre målte resultater. I det følgende er derfor kun vist hovedvirkningen af stigende mængder af kvælstof og kalium.

Af tabel 2 fremgår det, at første tilskud af kalium havde en svagt forøgende virkning på plantehøjden. På de øvrige viste resultater – lejesæd, indhold og udbytte af råfedt og -protein samt frøvægten – havde kaliumtilførslen ingen sikker

virkning. Stigende mængder kvælstof havde derimod stor virkning. Som vist i tabel 1 havde stigende mængder kvælstof en negativ virkning på råfedtindholdet i frøet, men på de øvrige målte resultater, som er opført i tabel 2, havde stigende mængder kvælstof en forøgende virkning.

## Fedt- og aminosyresammensætningen

Gødsningen med kvælstof og kalium havde praktisk taget ingen indflydelse på fedtsyresammensætningen (tabel 3) og kun ringe indflydelse på aminosyresammensætningen (tabel 4). Der var enkelte mindre effekter af gødsningen, men de kan næppe have indflydelse på proteinets kvalitet.

Analyserne for glucosinolatindhold viste ingen sikre virkninger af de tilførte gødningsmængder, og der er derfor ingen resultater medtaget.

## Diskussion

I hovedformålet med de gennemførte forsøg var at belyse kvælstof- og kaligødningens indflydelse på frøkvaliteten, på frøets indhold af råfedt og -protein og på fedt- og aminosyresammensætningen. Det var ikke formålet at belyse optimale gødningsmængder. Småfugleangrebet under modningen, som var stærkest i de svagt gødede

**Tabel 1.** Frø hkg/ha (91% tørstof) og råfedtindhold.  
*Seed hkg/ha (91% DM) and content of crude fat.*

K kg/ha	N kg/ha				gns. mean	LSD
	0	100	200	300		
			Frø hkg/ha			
			Seed hkg/ha			
0	10,9	21,7	25,8	29,1	21,8	
120	11,6	22,1	27,6	29,7	22,7	n.s.
240	10,8	22,6	28,1	31,7	23,3	
360	11,5	22,1	28,1	31,3	23,3	
gns., mean	11,2	22,1	27,4	30,4		
LSD		6,9				
			Råfedt, % af tørstof		Crude fat, % of DM	
0	45,4	45,5	44,3	43,9	44,8	
120	45,0	45,7	44,3	43,5	44,6	n.s.
240	45,2	45,6	43,9	44,0	44,7	
360	45,4	45,8	43,9	43,7	44,7	
gns., mean	45,2	45,7	44,1	43,8		
LSD			1,5			

**Table 2.** Plantehøjde, lejesæd, udbytte af frø, råfedt og -protein samt frøtørstoffets indhold af råfedt og -protein og frøvægt.

*Plant height, lodging, seed yield, crude fat and crude protein, content in DM of seed of crude fat and crude protein and seed weight.*

	N kg/ha					K kg/ha				
	0	100	200	300	LSD	0	120	240	360	LSD
Plantehøjde, cm <i>Plant height, cm</i>	102	112	116	118	8	109	112	113	113	2
Karakter <sup>1)</sup> f. lejesæd <i>Score<sup>1)</sup> f. lodging</i>	2,3	2,4	3,1	3,3	0,1	2,8	2,9	2,6	2,8	n.s.
Frø hkg/ha <i>Seed hkg/ha</i>	11,2	22,1	27,4	30,4	6,9	21,8	22,7	23,3	23,3	n.s.
Råfedt, % af tørstof <i>Crude fat, % of DM</i>	45,2	45,7	44,1	43,8	1,5	44,8	44,6	44,7	44,7	n.s.
Råprotein, % af tørstof <i>Crude protein, % of DM</i>	22,4	21,7	23,7	23,7	1,3	22,9	22,8	22,9	22,8	n.s.
Råfedt, hkg/ha <i>Crude fat, hkg/ha</i>	4,66	9,37	11,19	12,32	2,92	9,02	9,35	9,59	9,57	n.s.
Råprotein, hkg/ha <i>Crude protein, hkg/ha</i>	2,25	4,20	5,74	6,37	1,32	4,46	4,58	4,78	4,75	n.s.
Frøvægt, mg <i>Seed weight, mg</i>	4,87	4,84	5,02	5,07	0,17	4,95	4,94	4,96	4,97	n.s.

<sup>1)</sup> 0-10, 0 = ingen lejesæd *no lodging*

10 = helt i leje *total lodging*

parceller, havde således mindre betydning for hovedformålet.

Kvælstoftilførselens reducerende virkning på råfedtindholdet og den forøgende virkning på råproteinindholdet stemmer meget godt overens

med tidligere undersøgelser (*Hansen, 1962; Nordstgaard, 1966, 1977 og 1983; Augustinussen et al., 1983 a og b; Juel, 1984 og Stabbetorp, 1973*). Det kunne i nærværende forsøg imidlertid ikke konstateres, at stigende tilførsel af kalium kunne

**Table 3.** Fedtsyresammensætning i % ved forskellige gødningsniveauer. Gns. af 4 forsøg, 1979-82.  
*Composition of fatty acids content in % as influenced by fertilizer level. Mean of 4 trials, 1979-82.*

	N kg/ha					K kg/ha				
	0	100	200	300	LSD	0	120	240	360	LSD
C 16:0 Palmitin <i>Palmitic</i>	4,47	4,48	4,39	4,39	n.s.	4,44	4,45	4,42	4,43	n.s.
C 18:0 Stearin <i>Stearic</i>	1,34	1,35	1,30	1,31	0,04	1,33	1,32	1,33	1,33	n.s.
C 18:1 Olie <i>Oleic</i>	55,78	56,38	55,75	55,64	n.s.	55,80	55,88	56,08	55,79	n.s.
C 18:2 Linol <i>Linolic</i>	20,54	20,31	20,65	20,64	n.s.	20,62	20,59	20,53	20,39	n.s.
C 18:3 Linolén <i>Linolenic</i>	11,46	11,13	11,46	11,50	n.s.	11,43	11,41	11,37	11,33	n.s.
C 20:1 Eicosén <i>Eicosenoic</i>	2,53	2,47	2,52	2,50	n.s.	2,56	2,45	2,44	2,58	n.s.
C 22:1 Eruca <i>Erucic</i>	2,34	1,86	1,97	1,97	n.s.	1,90	2,08	1,99	2,18	n.s.

**Tabel 4.** Aminosyresammensætning, aminosyre N i % af total N. Gns. 3 forsøg, 1979–81.  
Composition of amino acids, amino acid N as % of total N. Mean of 3 trials, 1979–81.

	N kg/ha				LSD	K kg/ha				LSD
	0	100	200	300		0	120	240	360	
Lysin	7,45	7,54	7,38	7,25	0,15	7,37	7,33	7,50	7,39	0,13
Histidin	4,64	4,71	4,67	4,64	n.s.	4,69	4,61	4,72	4,67	n.s.
Arginin	12,33	12,51	12,55	12,46	n.s.	12,45	12,28	12,66	12,45	0,28
Asparaginsyre	4,52	4,55	4,66	4,76	0,10	4,59	4,61	4,67	4,60	n.s.
<i>Aspartic acid</i>										
Threonin	3,06	3,09	3,01	2,98	0,07	3,07	3,01	3,07	3,04	n.s.
Serin	3,50	3,55	3,51	3,46	n.s.	3,52	3,45	3,56	3,31	0,07
Glutaminsyre	10,66	10,82	11,00	10,95	0,25	10,73	10,63	11,03	10,92	n.s.
<i>Glutamic acid</i>										
Prolin	4,90	4,94	4,96	4,89	n.s.	4,83	4,87	4,97	4,93	n.s.
Glycin	5,86	5,89	5,81	5,79	n.s.	5,82	5,78	5,90	5,83	0,10
Alanin	4,21	4,25	4,21	4,16	n.s.	4,18	4,17	4,25	4,20	n.s.
Valin	3,87	3,89	3,84	3,80	n.s.	3,86	3,82	3,89	3,83	n.s.
Iso-leucin	2,62	2,63	2,64	2,61	n.s.	2,59	2,59	2,66	2,62	n.s.
Leucin	4,51	4,54	4,55	4,52	n.s.	4,53	4,48	4,58	4,53	n.s.
Tyrosin	1,46	1,45	1,41	1,41	0,04	1,42	1,42	1,45	1,43	n.s.
Phenylalanin	2,06	2,06	2,07	2,07	n.s.	2,06	2,04	2,09	2,06	n.s.
Cyst(e)in	2,03	2,09	2,10	2,13	0,05	1,93	2,07	2,11	2,09	n.s.
Methionin	1,27	1,30	1,29	1,30	n.s.	1,29	1,28	1,31	1,28	0,02

hindre eller reducere den nedgang i frøets råfedtindhold, som stigende tilførsel af kvælstof medfører, og som tidligere undersøgelser viser (Forster, 1978).

Fedt- og aminosyresammensætningen var meget lidt påvirket af de tilførte gødningsmængder, og indholdet af glucosinolater var slet ikke påvirket. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser i vårraps og -rybs (Augustinussen *et al.*, 1983 a og b).

Fedt- og aminosyresammensætningen må betragtes som overvejende genetisk bestemt. De små og ofte usikre ændringer, der kunne påvises ved gødningstilførsel, var meget ringe og ubetydelige i forhold til de ændringer, der er opnået ad forædlingsmæssig vej.

#### Litteratur

- Augustinussen, Erik, Nordestgaard, Anton & Flengmark, Poul (1983 a): Frøkvalitet hos vårraps ved gødskning med kvælstof, fosfor og kalium. Tidsskr. Planteavl 87, 465–475.
- Augustinussen, Erik, Flengmark, Poul & Nordestgaard, Anton (1983 b): Udsædsmængdens og kvælstofgødskningens indflydelse på udbytte og kvalitet af

vårrybs (*Brassica campestris oleifera*). Tidsskr. Plan-teavl 87, 539–546.

- 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 International Potash Institute, York, U.K., 305–310.
- Hansen, Holger (1962): Forsøg med stigende mængder kalksalpeter til vinterraps 1956–61. Tidsskr. Planteavl 66, 700–706.
- Juel, O. (1984): Kvælstof til raps. Oversigt over Landsforsøgene 1983, 169–170.
- Nordestgaard, Anton (1966): Forsøg med stigende mængder kalksalpeter til sommerraps 1961–65. Tidsskr. Planteavl 70, 340–345.
- Nordestgaard, Anton (1977): Forsøg i vinterraps med stigende mængder efterårs- og forårsudbragt kvælstof kombineret med 2 såtidspunkter for vinterrapsen 1971–76. Tidsskr. Planteavl 81, 365–373.
- Nordestgaard, Anton (1983): Udbringningstid for kvælstof til vinterraps. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1731.
- Stabbetorp, H. (1973): Forsøg med nitrogen, fosfor, kalium og kalk til oljevekster. Forskning og Forsøg i Landbruget 24, 699–713.

Manuskript modtaget den 19. april 1984.