

## Frøkvalitet hos vårraps ved gødskning med kvælstof, fosfor og kalium

*Influence of fertilizing with nitrogen, phosphorus and potassium on seed quality of spring oilseed rape*

Erik Augustinussen, Anton Nordestgaard og Poul Flengmark

### Resumé

Forsøg med dyrkning af dobbeltlav vårraps ved forskellige niveauer af kvælstof, fosfor og kalium i årene 1979–81 viste, at frøets fedtindhold blev reduceret med indtil 4,5 procentenheder ved anvendelse af op til 260 kg N pr. ha, medens fedtprocenten ikke ændredes væsentligt ved tilførsel af fosfor og kalium.

Fedtsyresammensætningen viste kun små forskelle. Linolsyreindholdet steg svagt på bekostning af olieisyreindholdet ved tilførsel af kalium. Indholdet af erucasyre var lavt og blev ikke påvirket af gødningstilførslen.

Frøvægten viste faldende tendens ved stigende kvælstoftilførsel og ved manglende kaliumtilførsel. Ved udsættelse af høsttidspunktet steg frøvægten og fedtindholdet, medens proteinfraktionen ikke påvirkedes.

Frøets råproteinindhold steg ret stærkt med stigende kvælstoftilførsel, men var upåvirket af fosfor- og kaliumtilførsel samt af høsttidspunktet.

Frøets klorofylindhold blev påvirket af høsttidspunktet og vejringmulighederne efter skårlægning. Ved tidlig, direkte mejetærskning blev klorofylindholdet alt for højt.

Der kunne ikke konstateres ændringer i glucosinolatindholdet ved de udførte forsøgsbehandlinger.

**Nøgleord:** Fosfor, frøkvalitet, gødskning, høsttidspunkt, kalium, kvælstof, vårraps.

### Summary

Trials on growing double-low spring oilseed rape with various amounts of nitrogen, phosphorus and potassium during the years 1979–81 showed that the fat content of the seed was reduced up to 4.5% of DM by applying up to 260 kg nitrogen/ha while the fat percentage was not changed significantly by applying phosphorus and potassium.

Only small differences in the composition of fatty acids were observed. The content of linolic acid increased slightly at the expense of the oleic acid content if potassium was applied. The content of erucic acid was small and not affected by the application of fertilizer.

The seed weight tended to decrease with an increasing nitrogen rate and if potassium application was lacking. Delaying the time of harvesting brought about a higher seed weight and a larger fat content while the protein fraction was not affected.

The crude protein content of the seed increased substantially with increasing nitrogen application but was unaffected by application of phosphorus and potassium and by the time of harvesting.

The chlorophyll content of the seed was influenced by the time of harvesting and by the weather when drying after swathing. In case of early direct combine harvesting the chlorophyll content was far too high.

Changes in the glucosinolate content as result of the treatments could not be observed.

**Key words:** Fertilizing, harvesting time, nitrogen, phosphorus, potassium, seed quality, spring oilseed rape.

## Indledning

Dyrkning af vårraps har gennem de senere år taget et betydeligt opsving, først og fremmest fordi raps er en gavnlig vekselafgrøde i kornrige sædskifter. Rapsfrøets værdi beror primært på dets store olieindhold, men da ekstraktionsresten (rapsskrå) er meget proteinrig, er den af interesse som husdyrfoder. Tidligere begrænsede et højt glucosinolatindhold muligheden for iblanding af rapsskrå i foderet, men med fremkomsten af nye, glucosinolatfattige sorter er denne mulighed væsentligt forøget. Rapsfrøets værdi beror således stærkt på den kemiske sammensætning, og det skønnedes derfor at være af betydning at få undersøgt gødskningens indflydelse på frøkvaliteten.

I undersøgelser over kvælstofgødsningens betydning for frøudbyttet varierer den optimale N-mængde fra 110–125 kg/ha (Nordestgaard, 1966) til 150–180 kg/ha (Juel, 1979). Begge undersøgelser viste, at stigende kvælstoftilførsel sænkede fedtindholdet og øgede råproteinindholdet. Stærk kvælstofgødsning forhalede modningen nogle dage (Nordestgaard, 1966).

Tilførsel af fosfor øgede kun frøudbyttet, hvis jordens fosforindhold var meget lille (Stabbetorp, 1973; Soper, 1971; Holmes & Ainsley, 1977). Fosfortilførselens indflydelse på fedtindholdet var forskellig i 3 undersøgelser, nemlig svagt positiv (Jessen, 1949), svagt negativ (Appelqvist, 1968) og indifferent (Wetter et al., 1970).

Tilførsel af kalium gav beskedne eller ingen merudbytter (Holmes & Ainsley, 1977; Stabbetorp, 1973), men hævede fedtindholdet i vinteraps (Forster, 1978).

Som et led i en undersøgelse, hvis hovedformål var at belyse forskellige faktorerers indflydelse på

frøkvaliteten hos proteinplanter, blev der i årene 1979–81 udført forsøg med vårraps i fastliggende gødningsparceller ved Roskilde forsøgsstation. Til belysning af høsttidspunktets og vejringens betydning for frøkvaliteten blev der udtaget prøver fra gødningsparcellerne.

## Materiale og metoder

Den anvendte sort var Line, der er dobbeltlav, dvs. at den både har et lavt erucasyreindhold og et lavt glucosinolatindhold.

Forsøget blev i alle 3 år anlagt i parceller, som siden 1970 er gødet efter samme plan (I); dog har de tilførte mængder været afpasset efter den dyrkede afgrøde. Et forsøgsled (5) blev ikke tilført kalk, medens de øvrige forsøgsled hvert år blev kalket op til et reaktionstal på ca. 7.

Forsøgsplanen var følgende:

Plan I	N	P	K
1. PK	–	40	100
2. NP	130	40	–
3. NK	130	–	100
4. NPK	130	40	100
5. NPK	130	40	100 lavt pH
6. 2N + PK	260	40	100

Tallene angiver kg rent grundstof pr. ha. N, P og K tilførtes i form af henholdsvis kalkammonsalpeter, superfosfat og 50% kaligødning.

De gennemsnitlige jordbundstal (Rt, Ft og Kt) er vist i tabel 1.

I det fastliggende gødningsforsøg var der 3 fællesparceller. Bruttoarealet af den enkelte gødningsparcel var 7 × 15 m. Der blev foretaget udbyttebestemmelse i en nettoparcel på 2 × 12 m, og derudover høstedes prøver til kvalitetsbe-

**Tabel 1.** Reaktionstal (Rt), fosforsyretil (Ft) og kaliumtal (Kt). Gns. 1979-81  
*Figures for pH (Rt), phosphoric acid (Ft) and potassium (Kt). Mean 1979-81*

	Forsøgsled, plan I <i>Treatment, plan I</i>					
	1 PK	2 NP	3 NK	4 NPK	5 NPK lavt pH low pH	6 2N-PK
Rt	7,1	7,1	7,2	7,2	6,6	7,1
Ft	7,2	6,8	4,4	7,0	6,8	6,6
Kt	14,0	5,5	13,4	14,4	13,1	12,8

stemmelse i 4 m løbende række pr. parcel efter følgende plan:

**Plan II Høsttider**

*Harvesting times*

- a. Ca. 6 dage før normal skårlægning  
*About 6 days before normal swathing*
- b. Ca. 3 dage før normal skårlægning  
*About 3 days before normal swathing*
- c. Ved normal skårlægning  
*Normal time for swathing*
- d. Ca. 3 dage efter normal skårlægning  
*About 3 days after normal swathing*
- e. Ca. 3 dage før normal mejetærskning på rod  
*About 3 days before normal combine harvesting*
- f. Ved normal mejetærskning  
*Normal time for combine harvesting*
- g. Ca. 3 dage efter normal mejetærskning på rod  
*About 3 days after normal combine harvesting*

- x. Øjeblikkelig tørring ved 40° C
- y. Vejring på skår og senere tærskning

I alle forsøg anvendtes 4 kg thiram-bejdset ud-sæd pr. ha, og der såedes på 50 cm rækkeafstand. Såtider fremgår af tabel 2. Ukrudtsbekæmpelse foretoges ved sprøjtning med Lasso, og skadedyr blev bekæmpet i fornødent omfang. Høsttidspunkterne fremgår af tabel 2. De store parceller til udbyttebestemmelse blev skårlagt samtidig med forsøgsled c og mejetærsket efter ca. 14 dages vejring på skår.

I frøet blev der foruden tørstofanalyse foretaget bestemmelse af råfedtindhold (olieindhold) ved NMR-måling (foretaget af Statsfrøkontrol-len), kvælstof efter Kjeldahl, aminosyrer, fedtsyresammensætning (Kommissionens forordning (EØF) nr. 72/77), klorofylindhold (*Appelqvist & Johansson, 1968*) glucosinolatindhold (*Thies, 1979*) samt aske og træstof. I enkelte prøver af frø og halm blev der foretaget mineralstofanalyser.

**Resultater**

*Frøudbytte*

I 1979 var fremspiringen uregelmæssig på grund af skorpedannelse, men vækstforholdene var i øvrigt gode. I 1980 og 1981 blev der på grund af rigelig nedbør en del lejesæd i de N-gødede parceller. I 1981 var der kraftige angreb af skulpe-svamp, der medførte tvemodenhed og en del frøspild.

Gødningsniveauerne påvirkede udbyttet forskelligt i de 3 forsøgsår (tabel 3), og i de gennemsnitlige resultater skilte kun det ikke-kvælstofgø-

**Tabel 2.** Datoer for såning og høst. *Dates of sowing and harvesting*

	Sådato <i>Date of sowing</i>	Forsøgsled, plan II <i>Treatment, plan II</i>						
		Dato for skårlægning <i>Date of swathing</i>				Dato for mejetærskning <i>Date of combine harvesting</i>		
		a	b	c	d	e	f	g
1979 .....	22/5	10/9	13/9	17/9	20/9	1/10	8/10	12/10
1980 .....	22/4	18/8	22/8	26/8	1/9	5-10/9	10-15/9	15/9
1981 .....	14/4	19-21/8	21-24/8	24-26/8	26-28/8	31/8-3/9	3-8/9	8-11/9

**Tabel 3.** Udbytte af frø (91% tørstof) ved forskellige gødningsniveauer, hkg/ha  
*Seed yield (91% DM) as influenced by fertilizer level, hkg/ha*

	Forsøgsled, plan I <i>Treatment, plan I</i>						LSD
	1 PK	2 NP	3 NK	4 NPK	5 NPK lavt pH <i>low pH</i>	6 2N-PK	
1979	15,9	16,8	18,5	21,4	23,1	22,2	
1980	11,5	17,7	16,2	17,6	18,0	16,3	
1981	11,9	19,4	16,4	17,0	17,7	18,1	
Gns. <i>Mean</i>	13,1	18,0	17,0	18,7	19,6	18,9	2,9

dede forsøgsled sig ud med et lavere udbytte end i de øvrige led, hvis udbytter ikke afveg signifikant fra hinanden. Der var dog en vis tendens til mindredudbytte i det ikke-fosforgødede forsøgsled (3) målt i forhold til det fuldgødede led (4). Der var ikke merudbytte for fordobling af kvælstoftilførslen fra 130 til 260 kg N pr. ha.

*Frøvægt*

I gennemsnit af de 3 forsøg udviste frøvægten en faldende tendens med stigende kvælstoftilførsel, og der var endvidere tendens til reduceret frøvægt ved manglende kaliumtilførsel (tabel 4).

Frøvægten steg jævnt med udsættelse af høst-tidspunktet (tabel 5). Dette forhold kan være på-

**Tabel 4.** Frøvægt, fedtindhold, fedtsyresammensætning og klorofylindhold ved forskellige gødningsniveauer.  
 Gennemsnit af 3 forsøg, 1979-81  
*Seed weight, fat content, composition of fatty acids and chlorophyll content as influenced by fertilizer level. Mean of 3 trials, 1979-81*

	Forsøgsled, plan I <i>Treatment, plan I</i>						LSD
	1 PK	2 NP	3 NK	4 NPK	5 NPK lavt pH <i>low pH</i>	6 2N-PK	
Frøvægt, g/1000 frø <i>Seed weight, g/1000 seeds</i>	2,70	2,48	2,53	2,60	2,65	2,52	0,14
Råfedt, % af tørstof <i>Crude fat, % of DM</i>	46,3	42,5	43,5	43,2	43,5	41,7	1,1
Råfedt, hkg/ha <i>Crude fat, hkg/ha</i>	5,41	6,87	6,67	7,27	7,68	7,16	1,87
Fedtsyresammensætning, % <i>Composition of fatty acids, %</i>							
C 16:0 (Palmitin-) <i>Palmitic</i>	4,32	4,42	4,29	4,30	4,23	4,31	n.s.
C 18:0 (Stearin-) <i>Stearic</i>	1,58	1,56	1,63	1,57	1,57	1,58	0,05
C 18:1 (Olie-) <i>Oleic</i>	61,26	60,60	61,75	61,46	61,58	61,02	0,96
C 18:2 (Linol-) <i>Linoleic</i>	17,82	18,30	17,38	17,76	17,65	17,92	0,55
C 18:3 (Linolen-) <i>Linolenic</i>	10,90	10,56	10,41	10,63	10,66	10,66	0,32
C 20:1 (Eicosén-) <i>Eicosenoic</i>	1,64	1,73	1,81	1,72	1,74	1,79	0,12
C 22:1 (Eruca-) <i>Erucic</i>	0,30	0,33	0,36	0,28	0,31	0,32	n.s.
Klorofyl, ppm <i>Chlorophyll, ppm</i>	22	32	36	31	25	33	10

virket af frøspildet, hvis de tabte frø afviger fra gennemsnittet.

#### Fedtfractionen

Af tabel 4 fremgår, at kvælstoftilførsel påvirkede fedtprocenten i nedadgående retning, idet de første 130 kg N pr. ha reducerede fedtindholdet ca. 3 procentenheder, og de næste 130 kg N pr. ha bevirkede en yderligere nedgang på ca. 1,5 procentenheder. Endvidere var der tendens til lavere fedtindhold i det ikke-kaliumgødede forsøgsled (2). Udbyttet af råfedt var lavere i det ikke-kvælstofgødede forsøgsled (1) end i de øvrige forsøgsled, men forskellen var på grund af det høje fedtindhold relativt mindre end forskellen i frøudbytte.

For fedtsyresammensætningens vedkommende kunne konstateres små signifikante forskelle, f.eks. havde frøene fra det ikke-kaliumgødede forsøgsled (2) et lavere oliesyre- og et højere linolsyreindhold end frø fra kaliumgødede forsøgsled.

Erucasyreindholdet var ved alle gødningskombinationer meget lavt, og der var ikke signifikante forskelle.

Klorofylindholdet steg svagt med kvælstoftilførslen, formentlig på grund af små forskelle i frøets modenhed.

Indvirkningen af høsttid og -måde på fedtfractionen fremgår af tabel 5. Fedtindholdet steg svagt fra første til sidste høsttidspunkt, og stigningen var ens ved alle gødningsniveauer. I løbet af høstperioden skete et svagt fald i palmitinsyrens og linolsyrens andele, medens indholdet af linolensyre, eicosénsyre og erucasyre steg svagt.

Klorofylindholdet var ret afhængigt af høsttidspunktet og de efterfølgende vejringmuligheder. I forsøgsleddene med skårlægning og vejring (a-d) var indholdet lidt over det ønskede (<25 ppm), men ens i de 4 led. I prøver udtaget og tørret straks efter skårlægning lå klorofylindholdet over dobbelt så højt som i de vejrede prøver (i 1979 henholdsvis 106 og 49 ppm). Ved tidlig mejeræskning blev klorofylindholdet uacceptabelt

**Tabel 5.** Frøvægt, fedtindhold, fedtsyresammensætning og klorofylindhold ved forskellige høsttider og -måder. Gennemsnit af 3 forsøg, 1979-81  
*Seed yield, fat content, composition of fatty acids and chlorophyll content as influenced by different times and ways of harvesting. Mean of 3 trials, 1979-81*

	Forsøgsled, plan II <i>Treatment, plan II</i>							
	a	b	c	d	e	f	g	LSD
	Frøvægt, g/1000 frø <i>Seed weight, g/1000 seeds</i>							
	2,42	2,40	2,59	2,56	2,68	2,72	2,71	0,22
	Fedtindhold, % af tørstof <i>Fat content, % of DM</i>							
	42,6	43,1	43,5	43,5	43,8	43,6	44,0	1,0
	Fedtsyresammensætning, % <i>Composition of fatty acids, %</i>							
C 16:0	4,48	4,40	4,44	4,31	4,22	4,21	4,12	0,24
C 18:0	1,63	1,62	1,59	1,58	1,56	1,56	1,53	n.s.
C 18:1	60,53	60,67	61,19	61,58	61,74	61,62	61,61	n.s.
C 18:2	18,51	18,28	17,79	17,71	17,37	17,52	17,45	0,92
C 18:3	10,52	10,61	10,44	10,63	10,59	10,80	10,85	n.s.
C 20:1	1,65	1,74	1,75	1,66	1,77	1,79	1,83	0,12
C 22:1	0,24	0,31	0,35	0,28	0,34	0,32	0,38	n.s.
	Klorofylindhold, ppm <i>Chlorophyll content, ppm</i>							
	36	37	41	38	72	21	19	24

højt, medens det ved tærskning på senere tidspunkter blev lavt.

### Restfraktionen

Kvælstoftilførslen påvirkede frøets kvælstofindhold ret stærkt, hvorimod tilførsel af fosfor og kalium ikke havde nogen indflydelse herpå (tabel 6). Tilførsel af de første 130 kg N pr. ha forøgede N-indholdet målt i gennemsnit af 7 høsttider med ca. en halv procentenhed, medens yderligere tilførsel af en lignende mængde forøgede N-indholdet med endnu en kvart procentenhed. Råproteinudbyttet, beregnet på grundlag af frøtørstof og kvælstofindhold i frøprøver fra udbyttmålingerne, steg ca. 50% for tilførsel af de første 130 kg N pr. ha, medens yderligere tilførsel kun gav et lille merudbytte.

Beregnes råproteinindholdet i procent af affedt mel, udjævnes forskellene mellem de forskellige N-gødede forsøgsled på grund af kvælstoftilførselens negative effekt på fedtindholdet. Råproteinindholdet varierede fra ca. 39% ved 0 N

og op til ca. 44% ved 260 kg N pr. ha. Også træstof- og askeindhold påvirkedes indirekte af det varierende fedtindhold, således at indholdet af de to stoffer var svagt større i det ikke-kvælstofgødede led end i de øvrige led.

Det samlede glucosinolatindhold i det affedtede mel var ca. 9  $\mu$ mol pr. g, og der kunne ikke påvises signifikante forskelle mellem forsøgsledene (tabel 6).

Høsttidspunktet influerede ikke på rapsfrøets kvælstofindhold (tabel 7), men samtidig med et svagt stigende fedtindhold i høstperioden kunne der spores en svag stigning i det affedtede mels råproteinindhold. For træstof- og askeindholdets vedkommende var ændringerne nærmest umålelige. Glucosinolatindholdet ændredes ikke signifikant gennem den pågældende periode.

Aminosyresammensætningen i frø høstet ved skårlægning til normal tid (forsøgsled c) er vist i tabel 8. Den procentiske fordeling varierede kun lidt i de 3 år, og kun det ikke-kvælstofgødede forsøgsled afveg lidt i sammensætning fra de øvri-

**Tabel 6.** Indhold af N, råprotein, træstof, aske og glucosinolater ved forskellige gødningsniveauer. Gennemsnit af 3 forsøg, 1979–81

*Content of nitrogen, crude protein, crude fibre, ash and glucosinolates as influenced by fertilizer level. Mean of 3 trials, 1979–81*

	Forsøgsled, plan I <i>Treatment, plan I</i>						LSD
	1 PK	2 NP	3 NK	4 NPK	5 NPK lavt pH low pH	6 2N-PK	
<i>I frøtørstof: In DM of seeds:</i>							
N, %	3,33	3,91	3,84	3,81	3,80	4,08	0,12
Råprotein, hkg/ha <i>Crude protein</i>	2,64	3,98	3,69	4,08	4,23	4,27	0,58
<i>I affedt mel: In defatted meal:</i>							
Råprotein, % <i>Crude protein, %</i>	38,8	42,5	42,5	41,9	42,0	43,7	1,3
Træstof, % <i>Crude fibre, %</i>	14,9	13,5	13,2	13,4	13,6	13,1	0,7
Aske, % <i>Ash, %</i>	8,6	8,0	7,4	8,2	8,0	8,0	0,3
Glucosinolater, $\mu$ mol/g <i>Glucosinolates</i>	9,0	9,2	8,6	9,4	9,1	8,8	n.s.
Gluconapin	3,1	2,9	2,7	3,0	3,0	2,8	
Glucobrassicinapin	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	
Progoitrin	5,1	5,4	5,2	5,6	5,2	5,2	
Napoleiferin	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	

**Tabel 7.** Indhold af N, råprotein, træstof, aske og glucosinolater ved forskellige høsttider og -måder. Gennemsnit af 3 forsøg, 1979-81  
*Content of nitrogen, crude protein, crude fibre, ash and glucosinolates at different times and ways of harvesting. Mean of 3 trials, 1979-81*

	Forsøgsled, plan II <i>Treatment, plan II</i>							LSD
	a	b	c	d	e	f	g	
<i>I frøtørstof: In DM of seeds:</i>								
N, %	3,84	3,78	3,78	3,79	3,78	3,80	3,79	n.s.
<i>I affedt mel: In defatted meal:</i>								
Råprotein, % <i>Crude protein, %</i>	41,8	41,5	41,8	41,9	42,0	42,1	42,3	n.s.
Træstof, % <i>Crude fibre, %</i>	13,6	13,3	13,5	13,3	14,4	14,4	14,4	n.s.
Aske, % <i>Ash, %</i>	8,2	8,4	8,2	8,3	7,9	7,7	7,9	n.s.
Glucosinolater, $\mu\text{mol/g}$ <i>Glucosinolates</i>	8,0	9,8	8,4	8,9	8,8	8,0	8,5	n.s.
Gluconapin	2,7	3,2	2,9	3,1	2,9	2,7	2,8	
Glucobrassicinapin	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	
Progoitrin	4,6	5,9	4,9	5,1	5,2	4,7	5,0	
Napoleiferin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	

**Tabel 8.** Aminosyresammensætning, aminosyre-N i % af total-N. Gennemsnit af 3 forsøg, 1979-81  
*Composition of amino acids, amino-acid N as per cent of total N. Mean of 3 trials, 1979-81*

	Forsøgsled, plan I <i>Treatment, plan I</i>						LSD
	1 PK	2 NP	3 NK	4 NPK	5 NPK lavt pH <i>low pH</i>	6 2N-PK	
Lysin	7,62	7,36	7,41	7,44	7,27	7,31	0,19
Histidin	4,81	4,71	4,75	4,78	4,68	4,75	n.s.
Arginin	13,21	12,74	12,88	12,96	12,66	12,88	n.s.
Asparaginsyre <i>Aspartic acid</i>	4,95	5,02	4,81	4,90	4,81	4,98	n.s.
Threonin	3,32	3,12	3,16	3,14	3,13	3,11	0,10
Serin	3,76	3,58	3,61	3,60	3,55	3,54	0,11
Glutaminsyre <i>Glutamic acid</i>	10,67	10,87	10,89	10,95	10,80	10,98	0,17
Prolin	4,76	4,80	4,86	4,90	4,85	4,81	n.s.
Glycin	6,21	5,96	6,00	6,04	5,96	5,94	0,15
Alanin	4,61	4,41	4,41	4,39	4,33	4,31	0,10
Valin	4,16	3,95	3,95	3,84	3,95	3,93	0,20
Iso-leucin	2,83	2,71	2,75	2,75	2,71	2,70	0,09
Leucin	4,86	4,68	4,73	4,76	4,67	4,67	0,12
Tyrosin	1,64	1,52	1,52	1,53	1,51	1,51	0,07
Phenylalanin	2,19	2,10	2,12	2,12	2,09	2,08	0,07
Cystin	1,87	1,95	2,00	2,04	2,07	2,03	0,10
Methionin	1,27	1,27	1,25	1,29	1,28	1,28	n.s.

ge led, der stort set var ens. Indholdet af flere af de essentielle aminosyrer var lidt højere, hvor der ikke var givet kvælstofgødning, end i de øvrige forsøgsled, medens indholdet af bl.a. glutaminsyre og cyst(e)in var lavere. Forskellene var meget små, men gik igen alle 3 år og var signifikante på 95% niveauet. Da udbyttet af det ikke-kvælstofgødede forsøgsled var meget lavt, var forskellene dog uden praktisk betydning.

Der kunne ikke konstateres nogen forskel i aminosyresammensætning mellem høsttiderne, hvorfor tabellarisk oversigt er udeladt.

### Mineralstoffer

Indholdet af kvælstof og mineralstoffer i frø og halm er vist i tabel 9 og 10. De analyserede prøver er udtaget i de parceller, der blev anvendt til udbyttebestemmelse, og som blev skårlagt og tærsket samtidig med led c. Af halm blev der kun udtaget prøver i 1981.

Det fremgår, at indholdet af kvælstof, magnesium og fosfor var langt større i frø end i halm, medens indholdet af kalium og calcium var størst i

halm. De relative udslag for gødningstilførsel var generelt større i halm end i kerne. Kvælstofindholdet i halm varierede fra 0,58% i det ikke N-gødede forsøgsled til 1,56% i det stærkest N-gødede forsøgsled, hvilket i forhold til gennemsnittet er en variation nær 100%, medens de tilsvarende tal for frøets vedkommende var 3,48% og 3,99%, hvilket er en variation på ca. 12%. Tilførsel af P og K influerede ikke på kvælstofindholdet.

Den med frøet bortførte kvælstofmængde varierede i de kvælstofgødede forsøgsled fra 54 til 80 kg N pr. ha. Med et anslået halmudbytte på 4 t pr. ha ville ved bortkørsel eller afbrænding fjernes yderligere 40–60 kg N pr. ha.

Kaliumindholdet i frø påvirkedes kun lidt ved kaliumtilførsel, medens indholdet i halm næsten fordobledes. Kaliummængden i frøet udgjorde 10–14 kg pr. ha, medens kaliummængden i de K-gødede forsøgsled ved 4 t halm pr. ha ville udgøre 70–90 kg pr. ha.

Fosforindholdet i såvel frø som halm var næsten upåvirket af fosfortilførsel. Med frøet fjernede

Tabel 9. Indhold af mineralstoffer i frø (gns. 1979–81) og halm (1981) ved forskellige gødningsniveauer, % af tørstof  
Content of mineral substances in seed (mean 1979–81) and straw (1981) as influenced by fertilizer level, % of DM

	Forsøgsled, plan I Treatment, plan I						LSD
	1 PK	2 NP	3 NK	4 NPK	5 NPK lavt pH low pH	6 2N-PK	
	Frø Seed						
N	3,48	3,90	3,80	3,84	3,79	3,99	0,09
K	0,68	0,65	0,63	0,71	0,68	0,72	0,05
Na	0,007	0,010	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004
Ca	0,57	0,55	0,53	0,57	0,56	0,57	0,03
Mg	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21	0,22	n.s.
P	0,79	0,72	0,65	0,77	0,74	0,76	0,05
	Halm Straw						
N	0,58	1,03	1,10	1,02	1,14	1,56	
K	1,73	1,18	2,00	2,02	2,16	2,06	
Na	0,03	0,25	0,05	0,05	0,04	0,07	
Ca	1,57	1,75	1,42	1,45	1,50	1,59	
Mg	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	
P	0,12	0,13	0,10	0,12	0,15	0,15	



**Tabel 10.** Indhold af nogle mineralstoffer i frø og halm (forsøgsled 4), 1981, ppm i tørstof  
*Content of some mineral substances in seed and straw (treatment 4), 1981, ppm of DM*

	Frø Seed	Halm Straw
B	13	17
Cu	2,3	1,5
Mn	40	14
Cl	<0,10	0,33
Zn	33	10
Fe	56	68
Mo	0,5	0,5

des i de N- og P-gødede forsøgsled 11–14 kg P pr. ha, medens indholdet i 4 t halm kun ville være 4–6 kg.

Natrium- og calciumindholdet i halm var betydeligt højere i det ikke-kaliumgødede forsøg end i de øvrige forsøgsled. Derimod synes magnesiumindholdet ikke at være reduceret ved kaliumtilførsel.

### Diskussion

Frøudbyttet var forholdsvis lavt i 2 af de 3 forsøgsår, og dette er formentlig årsagen til, at den gennemsnitlige, optimale N-mængde er nået allerede ved 130 kg pr. ha, medens der fra anden side anbefales 150–200 kg pr. ha (Holmes, 1980; Juel, 1982).

En uændret eller svagt faldende frøvægt med stigende N-tilførsel er tidligere konstateret af Nordestgaard (1966) og Allen og Morgan (1972), medens Scott *et al.* (1973) fandt en svag stigning. Da antallet af frø pr. skulpe kun påvirkes lidt af N-tilførsel (Allen & Morgan, 1972; Scott *et al.* 1973), tyder resultatet på, at udbyttet hovedsageligt bestemmes af antallet af udviklede skulper. Kvælstoffet skal derfor være disponibelt allerede på knopsætningsstadiet.

Kvælstoftilførselens reducerende virkning på fedtindholdet er tidligere påvist (Nordestgaard, 1966; Holmes & Ainsley, 1977; Stabbetorp, 1973; Juel, 1979), men nedgangen var større i denne undersøgelse, specielt for de første 130 kg N pr. ha. Årsagen til reduktionen af fedtindholdet tilskrives sædvanligvis konkurrencen om foto-

syntheseprodukterne med dannelsen af kvælstofholdige stoffer, og grunden til oven nævnte store forskel i fedtindholdet kan måske være et ekstremt lavt indhold af tilgængeligt kvælstof i de gennem 12 år ikke N-gødede parceller.

Fedtsyresammensætningen var som i flere andre undersøgelser (Bachmann, 1964; Holmes & Bennett, 1979) stort set upåvirket af kvælstofgødskningen. Der var en svag forøgelse af eicosénsyreindholdet med stigende N-tilførsel, hvilket er en udvikling i samme retning som beskrevet af Appelqvist (1968), der i en sort med højt erucasyreindhold konstaterede tendens til kædeforlængelse ved højt kvælstofniveau. Ændringen var dog ganske ringe, og fedtsyresammensætningen må betragtes som overvejende genetisk bestemt. Det med kvælstoftilførslen stigende klorofylindhold må tages som udtryk for en forhaling af modningen.

Råproteinindholdet i frøtørstof steg noget kraftigere med N-tilførslen end i tilsvarende undersøgelser, f.eks. Holmes og Ainsley (1977), Nordestgaard (1966), Stabbetorp (1973), specielt i intervallet fra 0 til 130 kg N pr. ha. Dette modsvares af et tilsvarende stærkere fald i fedtprocenten, således at summen af råproteinprocent og fedtprocent forbliver konstant, ca. 67% af tørstoffet. Holmes (1980) fandt ved sammenligning af en række undersøgelser konstanter fra 64 til 66%.

Aminosyresammensætningen ændredes kun lidt ved helt ekstreme forskelle i kvælstoftilførsel. Inden for det normale område ændredes sammensætningen ikke.

For glucosinolatindholdet var der ingen klar relation til N-gødskningen. I enkelte andre forsøg (Josefsson, 1970; Wetter *et al.* 1970) påvistes et faldende glucosinolatindhold med stigende kvælstofgødskning, hvilket forklares med en fortyndingseffekt. Reduktionen var dog ringe i forhold til den, der er opnået ad forældningsmæssig vej.

Der var tendens til merudbytte for opretholdelse af et fosforsyretil på ca. 7, og det tyder på, at der ved et Ft på 4,4 og uden årlig tilførsel af fosforgødning ikke frigøres tilstrækkelig fosfat til at dække rapsens behov. Holmes og Ainsley (1977) fik ligeledes merudbytte for tilførsel af

fosforgødning, hvis jordens tilgængelige fosfatreserve var lav.

Fosforgødsningen havde ingen indflydelse af betydning på rapsfrøets kvalitative egenskaber, hvilket også er den konklusion, *Holmes* (1980) når til på grundlag af den foreliggende litteratur.

Der var ikke udslag for tilførsel af kalium, hverken i frøudbytte eller -kvalitet. *Stabbetorp* (1973) samt *Holmes & Ainsley* (1977) fandt kun små eller ingen udslag for kalium, selv på jorde med meget lav kaliumstatus. Kaliumtilførslen øvede kun ringe indflydelse på fedtindholdet, og *Forsters* iagttagelse af, at kvælstofgødsnings reducerende virkning på fedtprocenten skulle kunne imødegås ved kaliumtilførsel (*Forster*, 1978), har ikke kunnet bekræftes.

Der er høstet over en periode på ca. 1 måned, og i løbet af denne tid er frøvægten steget med godt 10%, hvilket må antages at svare til den samtidige tørstoftilvækst. På grundlag af det stigende fedtindhold kan det beregnes, at fedtudbyttet pr. arealenhed må være steget med ca. 15%, medens råproteinmængden kun er steget ca. 10%, idet kvælstofindholdet er uforandret. Fedtsyresammensætningen undergår kun små og uvæsentlige ændringer, men tendensen til forøgelse af oliesyreindholdet og nedgang i palmitinsyre- og linolsyreindholdet er i nøje overensstemmelse med resultatet af en undersøgelse udført på vinterraps af *Teuteberg* og *Trautschold* (1979). Klorofylindholdets reduktion synes at være afhængig af frøets forbliven i skulpen, idet tidligt skårlagt, men vejret frø havde et relativt lavt indhold, hvorimod tidligt mejetærsket frø havde et højt indhold, der tilsyneladende ikke har kunnet reduceres efter aftærskningen. Muligvis er nedtørringen sket for hurtigt, idet *Lööf* og *Johansson* (1969) har påvist, at klorofylindholdet bliver fixeret ved hurtig nedtørring af frø med varm luft, medens nedbrydningen af klorofyl fortsætter ved anvendelse af kold luft.

## Litteratur

- Allen, E. J. & Morgan, D. G.* (1972): A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. *J. Agric. Sci. Camb.* 78, 315–23.
- Appelqvist, L.-Å.* (1968): Lipids in Cruciferae, II. Fatty acid composition of *Brassica napus* seed as affected by nitrogen, phosphorus, potassium and sulphur nutrition of the plants. *Physiol. Plant.* 21, 455–65.
- Appelqvist, L.-Å. & Johansson, S.-Å.* (1968): Fettkvaliteten hos svenskt oljevæxtfrø. II. Bestämning av klorofyllhalt i raps-, rybs- och vitsenapsfrø. Sveriges Utsädesfören. *Tidskr.* 78, 415–31.
- Bachmann, F.* (1964): Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Fettsäurezusammensetzung des Rapsöles. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* 3, 67–71.
- 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.
- Holmes, M. R. J.* (1980): Nutrition of the oilseed rape crop, London.
- Holmes, M. R. J. & Ainsley, A. M.* (1977): Fertilizer requirements of spring oilseed rape. *J. Sci. Food Agric.* 28, 301–11.
- Holmes, M. R. J. & Bennett, D.* (1979): Effect of nitrogen fertilizer on the fatty acid composition of oil from low erucic acid rape varieties. *J. Sci. Food Agric.* 30, 264–66.
- Jessen, W.* (1949): Die Wirkung der Phosphorsäuredüngung bei verschiedenen Aussaatzeiten von Sommerraps. *Z. Pflanzenernährung Düngung* 47, 161–64.
- Josefsson, E.* (1970): Glucosinolate content and amino-acid composition of rapeseed (*Brassica napus*) meal as affected by sulphur and nitrogen nutrition. *J. Sci. Food Agric.* 21, 98–103.
- Juel, O.* (1979): Stigende mængder kvælstof til vårraps. Oversigt over forsøg og undersøgelser i Landbo- og Husmandsforeningerne 1978, 145.
- Juel, O.* (1982): Kvælstof til vårraps. Oversigt over landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger 1981, 153.
- Lööf, B. & Johansson, S.-Å.* (1969): Inverkan av olika skördetider och åtgärder i samband med skörden på avkastning och frökvalitet hos raps. Sveriges Utsädesfören. *Tidsskr.* 79, 16–27.
- Nordstgaard, A.* (1966): Forsøg med stigende mængder kalksalpeter til sommerraps 1961–65. *Tidsskr. Planteavl* 70, 340–45.
- Scott, R. K., Ogunremi, E. A., Ivins, J. D. & Mendham, N. J.* (1973): The effect of fertilizers and of harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring. *J. agric. Sci. Camb.* 81, 287–93.
- Soper, R. J.* (1971): Soil tests as a mean of predicting response of rape to added N, P and K. *Agron. J.* 63, 564–66.
- Stabbetorp, H.* (1973): Forsøg med nitrogen, fosfor, kalium og kalk til oljevækster. *Forskning og forsøg i landbruget* 24, 699–713.

*Teuteberg, W. & Trautschold E.-W.* (1979): Der Einfluss von Erntetermin und Düngung auf die Inhaltsstoffe des Rapses. In: Proceedings of the 5th International Rapeseed Conference. Vol. 1. Malmö, 235-244.

*Thies, W.* (1979): Quantitative analysis of glucosinolates after their enzymatic desulfatation on ion exchange columns. In: Proceedings of the 5th International Rapeseed Conference. Vol. 1. Malmö, 136-139.

*Wetter, L. R., Ukrainetz, H. & Downey, R. K.* (1970): The effect of chemical fertilizers on the content of oil, protein and glucosinolates in Brassica including rapeseed. In: Proceedings of the International Conference on Rapeseed and Rapeseed Products, St. Adele, Canada, 92-112.

Manuskript modtaget den 17. januar 1983.