

Lägg gärna till din
organisations logotyp.

Slutrapport

Utsädesbehandling med mineralnäring ökar uppkomst, tillväxt och skörd i vårraps

Projektnummer: O-15-20-299

Projektperiod: 2015-2017

Huvudsökande:

*Eva Stoltz, HS Konsult AB/Hushållningssällskapet,
eva.stoltz@hushallningssallskapet.se*

Medsökande:

Ann-Charlotte Wallenhammar, forskare, HS Konsult AB/Hushållningssällskapet, Håkan Carlsson, Lantmästare och lantbrukare, Medåker, Arboga, Bo Isacsson, Försäljningschef, NoroTec AB, Marie Lundberg, växtodlingsrådgivare, HS Konsult AB/Hushållningssällskapet.

Del 1: Utförlig sammanfattning

Projekt har fått finansiering genom:

Del 2: Rapporten (max 10 sidor)

1. Inledning

Utsädesbehandling med mineralnäring är en utforskad potential i svensk växtodling. Innehållet av näring i utsädet kan påverka groningen, tillväxt och skörd i olika grödor (Sanches Pacheco et al. 2012; Stoltz & Wallenhammar, 2014). Genom att behandla utsäde med näring, tex järn, mangan, zink och fosfor, kan uppkomst, tillväxt och skörd förbättras (Rengel & Grayham, 1995; Mirshekari, 2010; Farooq et al., 2012). Svenska vårar är ofta kalla och blöta och vårraps (*Brassica napus* L.) gynnas av en snabb tillväxtstart. Arealen vårraps minskade drastiskt från 51 000 ha 2013 till 4 500 ha 2015, vilket sannolikt berodde på förbudet mot neonicotinoider för utsädesbehandling som orsakade stora problem med jordloppor (*Phyllotreta* spp) och kålmal (*Plutella xylostella*). En tidig sådd leder i regel till lägre angrepp av jordloppor, men vid låga temperaturer blir tillväxten långsam. För att förhindra att vårrapsodlingen försvinner som en viktig kugge i svensk växtodling behövs åtgärder. Genom en snabb groningen och tillväxt kan perioden då plantan är som känsligast för insektsangrepp minskas och etableringen förbättras. I Kanada odlas 9 miljoner ha vårraps och klimatet liknar det i Mellansverige. Växtnäringsföretag i Kanada rekommenderar utsädesbetning med mineralnäring till vårraps för att hjälpa fröet att komma igång och börja växa. I Sverige finns några bladgödslingsprodukter på marknaden som används till utsädesbehandling, bl.a. mangan- och zinkbetningsprodukter från NoroTec (Skurup). NoroTec har också en produkt (NoroTec™ WinterCrop) som innehåller både makro- och mikronäringsämnen och har, enligt deras egna undersökningar, gett ökad tillväxt i korn. Zink är ett ämne som har visat effekt på tillväxt och skörd i många grödor (Rengel & Grayham, 1995; Farooq et al., 2012). När groningen kommit igång är det viktigt att det också finns en stor tillgänglighet av makronäringsämnen för att tillväxten ska ta fart. Tillgängligheten av växtnäringsämnen vid låga temperaturer, <10° C, varierar, t.ex. är tillgängligheten av fosfor (P) och kalium (K) generellt lägre än för kalcium (Ca) och magnesium (Mg) (Miyasaka & Grunes 1990; Engels & Marschner, 1991). **Syftet** var att undersöka effekten av utsädes-behandlingar med olika mineralnäring produkter på uppkomst och tillväxt i vårraps. Avkastningen undersöktes också. **Hypoteserna** var att: 1) Applicering av mineralnäring på utsädet förbättrar uppkomst och tillväxt vid underoptimala temperaturer, < 10° C. 2) Produkter med både makro- och mikronäringsämnen förbättrar uppkomst och tillväxt mer än de som enbart innehåller mikronäring.

2. Materiell och metoder

2.1 Utsädesbehandling

Utsäde av SW Majong behandlades med olika näringsprodukter 2015-2017 (tabell 1) som tillfördes med talk (Sepiret PF16 White, BASF) och klister (Sepiret 386 Blue, BASF) och en fungicid (Rovral 500 A, iprodionem, Bayer Crop Science) (TKF), förutom i undersökningen i klimatkammare 2015. Analys av utsäde behandlat med TKF höga koncentrationer av Cu, Fe och Al (se resultatdel 3.1), därför undersöktes också effekterna av enbart näringsprodukt, utan tillsats av TKF 2017 (tabell 1). Utsädet behandlades vid Fröteknologi på Hushållningssällskapet Skåne, förutom i undersökningen som utfördes på Frökontrollen 2015 (se 2.1.1).

Tabell 1. Utsädesbehandlingar som utfördes 2015, 2016 och 2017, utsädet (6 ml produkt/kg utsäde)

	Utsädesbehandling		
	2015	2016	2017
1		Kontroll	Kontroll
2	Kontroll ± TKF ¹	Kontroll + TKF	Kontroll ± TKF
3	Omex Primer Zn ± TKF	Omex Canola + TKF	Omex Canola ± TKF
4	Omex Canola ± TKF	NoroTec™ Raps + TKF	NoroTec™ Raps ± TKF
5	NoroTec™ Mn ± TKF	NoroTec™ WinterCrop Plus + TKF	NoroTec™ WinterCrop Plus ± TKF
6	NoroTec™ WinterCrop ± TKF	NoroTec™ Zn + TKF	NoroTec™ Zn ± TKF
7	NoroTec™ Zn ± TKF	Yara F3493 + TKF	Yara F3493 ± TKF
8	Yara F3493 ± TKF	Yara F3501 + TKF	Yara F3501 ± TKF
9	Yara F3516 ± TKF	Yara F3516 + TKF	Yara F3516 ± TKF

¹TKF = talk, klister och fungicid, Omex Primer Zn (P, K, Zn), Omex Canola (P, K, Zn, Mn och mikro), NoroTec™ Mn (Mn, S, Mg, B, Mo, N), NoroTec™ WinterCrop (P, Mg, S, Mn, Zn, N), NoroTec™ Zn (P, Mg, S, Mn, Zn, N), Yara F3493 (P, K, Mn), Yara F3501 (P, K, Zn), Yara F3516 (P, Mn, Zn)

2.2 Förstudie 2015

Effekten av utsädesbehandling undersöktes i klimatkammare på Frökontrollen Mellansverige AB och i demonstrationsodlingar i fält 2015.

2.2.1 Undersökningar i klimatkammare 2015

Utsädet till undersökningarna i klimatkammare behandlades utan tillsats av TKF (-TKF). Näringsprodukterna applicerades motsvarande 6 ml/kg frö, i så kallade blåskålar (Ø= 18 cm) på filterpapper och i kärl (13,5 x 10 cm x 5 cm höjd) med två typer av fältjord (mellanlera; 30 % ler, 3,9 % mull och lättlera; 17 % ler och <1 % mull). Temperaturen varierade mellan 6 och 8 °C, lampor var tända 14,5 timmar per dygn. Färsk- och torrsvikt (60°C i 12 timmar) av groddplantorna bestämdes.

2.2.2 Demonstrationsodlingar i fält 2015

Fyra demonstrationsodlingar anlades på Stora Valla, Örebro, Hummelbäcken, Örebro, Skyllberg, Askersund och Medåker, Arboga, med olika utsädesbehandlingar + TKF (tabell 1). I rutorna, utan upprepningar, räknades antal plantor på två fastlagde radmeter, vid tre tillfällen. Plantor provtogs vid två tillfällen från två punkter per ruta i BBCH 12-14 och BBCH 14-57. Plantorna mättes, vägdes och skörd och frökvalité bestämdes.

2.3 Utsädesanalyser

Växtnäringsämnen och aluminium (Al) analyserades i försöksutsädet 2016 och 2017 (Eurofins Agro Testing Sweden AB, Kristianstad). Innehållet av Al, Cu och Fe analyserades i TKF vid Eurofins Food and Feed Testing AB (Lidköping).

2.4 Skjutkrafttest

Skjutkrafttesten utfördes 2016 och 2017 i blåskålar, i fuktig sand (1 volymdel sand:0,075 volymdel vatten). 50 vårapsfrön fördelades på ett lager (125 g) fuktig sand i och täcktes av ytterligare 500 g fuktig sand. Sanden fördelades jämnt och trycktes till med botten av en blåskål (3 kg tryck). Varje behandling (tabell 1) hade fyra upprepningar. Blåskålarna ställdes i mörkt klimatrum med en temperatur på +6° C i 10 dagar och flyttades därefter till belyst klimatrum med +20° C och avlästes vid uppkomst. Skjutkrafttesten utfördes på Frökontrollen AB, Örebro.

2.5 Fältförsök

2.5.1 Fältförsökens läge, behandlingar och jordart

Två fältförsök anlades 2016 respektive 2017 i Örebro och Västmanlands län (tabell 2). Försöksfält utan förekomst av klumprotsjuka enligt jordanalys (Eurofins Food & Agro Testing Sweden AB) valdes. Försöken hade en randomiserad blockdesign med fyra upprepningar. Jordart och pH bestämdes (Agrilab AB, Uppsala). Utsädesmängden var 150 grobara frön per m², såddjup 2-3 cm. Försöksbehandlingarna i fältförsöken var samma som i skjutkrafttesten förutom att det helt obehandlade utsädet (behandling 1, tabell 1) inte ingick i fältförsöken, dvs. 8 behandlingar 2016 och 16 behandlingar 2017. Sådden utfördes med en traktorburen Wintersteiger, 1,5 m, och skördades med en Ferguson 8 med ett 2 m skärbord. Samtliga försök vältades (Cambridge vält) efter sådd.

Tabell 2. Fältförsökens läge, N-tillförsel, datum för sådd och skörd, nederbörd från sådd till skörd, temperatur vid sådd samt mullhalt, lerhalt och pH i jorden

År	Plats	Long Lat	N (kg/ha)	Datum		Nederbörd (mm)	Temp vid sådd (C°)	Mull (%)	Ler (%)	pH
				Sådd	Skörd					
2016	Ödesberga,	N 59,46	120	8 maj	21 sept	193	16,5	6,0	40	6,9
	Arboga	E 15,83								
	Kräcklinge,	N 59,18								
2017	Örebro	E 14,98	120	4 apr	22 sept	335	11,9	3,9	29	6,4
	Ödesberga,	N 59,45								
	Arboga	E 15,79								
	Åbyhammar,	N 59,48								
	Fellingsbro	E 15,55	120	8 maj	26 sept	207	7,3	4,6	32	6,3

2.5.2 Jordart, vattenlöslig näring och temperatur i jord

Rutvisa jordprov uttogs och extraherades med vatten för bestämning av halten lättillgängliga näringsämnen (LMI AB, Helsingborg).

2.5.3 Mätningar/graderingar i fältförsöken

Effekten av utsädesbehandlingarna undersöktes genom: a) Planträkning på 2 x 5 fastlagda radmeter per ruta. b) Manganstatus i växten mättes med en manganskanner (NN-Easy55, NutriNostica) i BBCH 60 c) Marktäckning fotograferades 2016. d) Biomassa bestämdes genom mätningar med Yaras N-sensor i BBCH 60. e) Skott och rot vägdes på 10 plantor per ruta, 2016 i BBCH 13 och i BBCH 60, 2017 i BBCH 60. f) Skörd, oljehalt och tusenkornvikt (tkv) bestämdes. g) Temperaturen i jorden vid såddjup följdes med sensorer (TinyTag). h) Grödans utveckling följdes med åtelkameror.

2.6 Statistisk bearbetning

En blandad linjär modell användes med en eller fler huvudeffekter (behandling, plats) och samspel mellan huvudeffekter som fixa faktorer och block(plats) som slumpmässig faktor. Om *F*-värdet för huvudeffekt av behandling och plats samt samspelseffekt mellan behandling och plats var signifikant ($p < 0,05$) användes Student's t-test för att identifiera skillnader mellan medelvärden. Kontrastanalys utfördes mellan kontroll och medelvärden av behandlingar för vissa parametrar. Linjära samband mellan olika parametrar analyserades. Programvaran JMP 9.0 (SAS Institute, 2010) användes.

3. Resultat och diskussion

3.1 Förstudie

3.1.1 Undersökningar i klimatkammare 2015

Behandlingarna med NoroTec™ WinterCrop - TKF och NoroTec™ Zn - TKF hade störst andel grodda frön på filterpapper 2 mars (tabell 3), den 3-4 mars hade också NoroTec™ Mn - TKF hög grobarhet. Groddarnas färskvikt var störst i NoroTec™ WinterCrop - TKF, inga skillnader för torrsvikt fanns (visas ej). Andelen uppkomna rapsplantor i lättleran var högre i Yara F3493 - TKF än kontrollen 24 februari. I mellanleran hade behandlingen med NoroTec™ Mn - TKF och Yara F3493 - TKF högre uppkomst 24 februari än kontroll. Det fanns inga skillnader för torrsvikt (visas ej).

Tabell 3. Andel grodda frön över tid, färskvikt och torrsvikt av groddar av utsädesbehandlad vårraps

Behandling	Blåskålar med filterpapper, inläggning 24 feb					Kärl med jord, sådd 12 feb			
	Grobarhet (%) av totalt 50 frön			Groddar färskvikt (g)	Färskvikt /grodd (mg)	Uppkomst (%) av totalt 15 frön			
	02-mar	03-mar	04-mar			Lättlera		Mellanlera	
1 Kontroll - TKF	43 ^{cd}	70 ^{cd}	78 ^{cd}	1,16 ^{bc}	25,4 ^{ab}	3 ^{bc}	28 ^{ab}	0 ^c	22 ^{ab}
2 Omex Primer Zn - TKF	20 ^e	50 ^e	58 ^e	0,79 ^e	22,7 ^c	8 ^{abc}	12 ^b	9 ^{abc}	21 ^{ab}
3 Omex Primer Canola - TKF	24 ^{de}	57 ^{de}	64 ^{de}	0,87 ^{de}	24,7 ^c	5 ^{bc}	12 ^b	1 ^{bc}	20 ^{ab}
4 NoroTec Zn - TKF	77 ^{ab}	95 ^a	97 ^a	1,30 ^b	26,2 ^a	5 ^{bc}	13 ^b	2 ^{bc}	7 ^b
5 NoroTec Mn - TKF	67 ^{bc}	92 ^{ab}	95 ^{ab}	1,28 ^b	26,7 ^{ab}	0 ^c	10 ^b	30 ^a	41 ^{ab}
6 NoroTec WinterCrop - TKF	89 ^a	96 ^a	97 ^a	1,50 ^a	30,3 ^a	12 ^{abc}	38 ^{ab}	23 ^{abc}	29 ^{ab}
7 Yara F3493 - TKF	60 ^{bc}	78 ^{bc}	82 ^{bc}	1,06 ^{cd}	25,1 ^{bc}	28 ^a	55 ^a	24 ^{ab}	43 ^a
8 Yara F3516 - TKF	31 ^{de}	60 ^{de}	70 ^{cde}	0,97 ^{cde}	25,6 ^c	18 ^{ab}	30 ^{ab}	10 ^{abc}	40 ^{ab}
CV	14,7	7,3	6,4	6,4	4,9	61,1	36,3	48,6	31,3
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,002	<0,002	0,038

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Student's t-test om $p < 0,05$. - TKF = utan talk, klister, fungicid

3.1.2 Demonstrationsodlingar i fält

Utsäde behandlat med Omex Primer Canola + TKF, NoroTec™ Zn + TKF och NoroTec™ WinterCrop + TKF hade snabbare uppkomst än kontrollen + TKF 17 dagar efter sådd vid en sammanslagning av de fyra demonstrationsodlingarna (tabell 4). 25 dagar efter sådd hade behandlingen med Omex Primer Zn + TKF, Omex Primer Canola + TKF och NoroTec™ Zn + TKF bättre uppkomst än kontrollen. Plantstorlek och skörd tenderade att förbättrades med mineralnäringsbehandlingen (visas ej).

Tabell 4. Sammanställning av uppkomst av fyra vårrapsdemonstrationsodlingar över tid

Behandling	Uppkomst (plantor/radmeter) över tid (antal dagar) efter sådd		
	17 dagar	25 dagar	35 dagar
1. Kontroll + TKF	1,9 ^c	9,1 ^{bc}	10,4 ^{abc}
2. Omex Primer Zn + TKF	3,6 ^{abc}	12,6 ^a	12,1 ^{abc}
3. Omex Primer Canola + TKF	6,1 ^a	15,0 ^a	15,0 ^a
4. NoroTec™ Zn + TKF	4,9 ^{ab}	13,2 ^a	13,8 ^{ab}
5. NoroTec™ Mn + TKF	2,5 ^{bc}	9,0 ^{bc}	9,3 ^{bc}
6. NoroTec™ WinterCrop + TKF	4,6 ^{ab}	12,1 ^{ab}	13,8 ^{ab}
7. Yara F3492 + TKF	3,3 ^{bc}	9,0 ^{bc}	9,5 ^{abc}
8. Yara F3516 + TKF	1,9 ^c	7,2 ^c	7,9 ^c
CV	23,9	10,5	10,0
p-värde	0,0154	0,0	0,002

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Student's t-test om $p < 0,05$,

+ TKF = inklusive talk, klister, fungicid

3.2 Utsädesundersökningar

Tillförsel av TKF höjde koncentrationen av Cu, Fe och Al i utsädet 2016 (tabell 5). Analyser visade att det främst var klister och talk som bidrog till de höga halterna av Al, Fe och Cu (tabell 6). Växtnäringsinnehållet i utsäde av olika partier av Majong och andra sorter av vårrops samt uppkomsten från skjutkrafttestet visas i tabell 5. Uppkomsten ökade med ökad K-koncentration i fröet ($R^2 = 0,78$, $p = 0,019$, figur 1). 2017 analyserades det behandlade utsädet (tabell 7) vilket överrensstämde med produkternas innehåll (tabell 1).

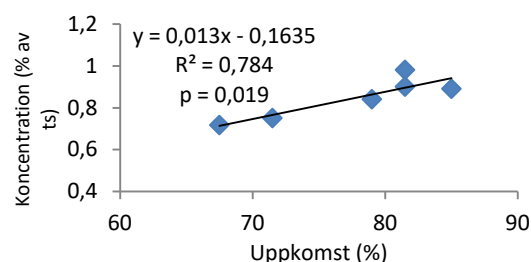
Tabell 5. Innehåll av mineralämnen och uppkomst (UK) i utsädet som användes i skjutkrafttest och fältförsök 2016

Utsäde	N P K Ca Mg Na S							Cu Zn B Mn Fe Al UK*						
	(% av ts)							(mg/kg)						
Försöksutsäde, n=3														
Majong obeh	3,7	0,78	0,72	0,46	0,28	0,015	0,44	3,5 ^b	42	12	47	55 ^b	15 ^b	68 ^c
Majong + TKF	3,6	0,76	0,72	0,45	0,28	0,015	0,43	64 ^a	41	12	47	97 ^a	593 ^a	68 ^c
Olika sorter och partier, n=1														
Majong 177	4,3	0,81	0,75	0,47	0,33	0,015	0,56	3,8	55	12	44	67	15	72 ^{bc}
Majong 178	3,8	0,88	0,98	0,57	0,26	0,015	0,51	3,7	43	13	43	57	15	82 ^a
Mosaik	3,0	0,75	0,84	0,50	0,24	0,015	0,30	3,0	28	9	27	41	15	79 ^{ab}
Pilani	4,2	0,94	0,90	0,64	0,29	0,015	0,49	4,5	45	11	57	85	15	82 ^a
Brando	3,7	0,97	0,89	0,54	0,29	0,015	0,36	3,6	36	10	27	54	15	85 ^a

Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan obehandlat utsäde och utsäde behandlat med talk, klister, fungicid (TKF), n=3. Olika sorter och partier, n=1, ingen statistisk bearbetning, *Uppkomst skjutkrafttest vid avläsning 2, två dygn efter skålarna flyttats från kyla till värme, n=4, olika bokstäver visar signifikanta skillnader enligt Student's t-test, $CV = 15,5$, $p = 0,002$.

Tabell 6. Innehåll av Al, Fe och Cu i den mängd fungicid, klister och talk som applicerades till 1 kg utsäde

Produkt	Al	Fe	Cu
	(mg/kg frö)		
Fungicid	0	0,0696	0,001856
Klister	13,2	0,88	64
Talk	55	6	0,00125



Figur 1. Samband mellan uppkomst i skjutkrafttest och kaliumkoncentrationen i frö.

Tabell 7. Innehåll av växtnäring och Al i vårrops utsäde, obehandlat och behandlat med olika näringsprodukter som användes i skjutkrafttest och fältförsök 2017. Utsädet var inte behandlat med talk, klister, fungicid (- TKF)

Behandling, n=1	N P K Ca Mg Na S							Cu Zn B Mn Fe Al Mo UK*							
	(% av ts)							(mg/kg)							(%)
Kontroll - TKF	4,2	0,83	0,83	0,47	0,34	0,015	0,54	3,0	46	11	40	51	15	0,6	81 ^a
Omex Canola - TKF	4,2	0,88	0,86	0,48	0,34	0,015	0,55	3,5	660	12	40	50	15	0,5	61 ^{bcd}
NoroTec™ raps - TKF	4,2	0,81	0,86	0,48	0,36	0,015	0,57	3,0	47	36	340	52	15	20,0	59 ^{cd}
NoroTec™ Winter Crop plus - TKF	4,2	0,86	0,82	0,44	0,33	0,015	0,54	3,0	93	10	190	48	15	0,7	73 ^{ab}
NoroTec™ Zn - TKF	4,2	0,82	0,88	0,48	0,35	0,015	0,56	3,2	1200	11	43	51	15	0,6	70 ^{abc}
Yara F3493 - TKF	4,2	0,87	0,96	0,49	0,36	0,015	0,60	3,0	48	12	610	53	15	0,5	60 ^{bcd}
Yara F3501 - TKF	4,2	0,86	0,92	0,50	0,35	0,015	0,59	3,0	810	12	41	52	15	0,5	48 ^d
Yara F3516 - TKF	4,2	0,88	0,85	0,49	0,34	0,015	0,60	70	200	11	340	52	15	0,5	50 ^d

*Uppkomst skjutkrafttest vid avläsning 3, ett och ett halvt dygn efter skålarna flyttats från kyla till värme, n=4, olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan behandlingarna, Student's t-test, $p < 0,001$, $CV = 13,4$

3.3 Skjutkrafttest

I skjutkrafttestet 2016 flyttades blåskålarna till varmt klimat 11 april (tabell 8). Uppkomsten var snabbast med NoroTec™ WinterCrop puls, men inte signifikant bättre än Omex Canola eller enbart TKF. 2017 flyttades skålarna till varmt klimat 3 april (tabell 9). Skjutkraften var bäst i de vattenbehandlade utsädet men inte alltid signifikant.

Tabell 8. Uppkomst vid olika tidpunkter av vårrapsutsäde, Majong, behandlat med olika näringsprodukter tillsammans med talk, klister och fungicid (TKF) 2016, medelvärde av skålar med 50 frön, n=4

Behandling av utsäde	12 april 16.00	13 april 8.00	13 april 16.00	14 april 8.00
	(%)			
Kontroll - TKF	5 bc	68 a	82 a	93 a
Kontroll + TKF	6 ab	68 a	79 ab	92 ab
Omex Canola + TKF	9 ab	70 a	77 abc	90 abc
NoroTec™ Raps + TKF	2 cd	46 c	68 de	86 c
NoroTec™ WinterCrop plus + TKF	10 a	71 a	83 a	95 a
NoroTec™ Zn, + TKF	0,5 d	48 c	61 e	88 bc
Yara F3493, + TKF	2 cd	52 bc	70 cd	93 a
Yara F3501, + TKF	0,5 d	57 abc	74 bcd	91 ab
Yara F3516, + TKF	2 cd	65 ab	79 ab	91 ab
CV	68,3	15,5	7,4	3,4
p-värde	<0,001	0,002	<0,001	0,015

Olika bokstäver visar statistiska signifikanta skillnader inom en kolumn enligt Students t-test om $p < 0,050$

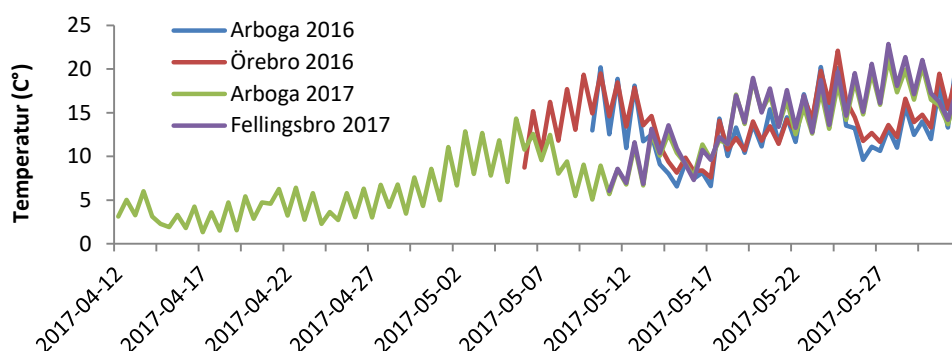
Tabell 9. Uppkomst vid olika tidpunkter av vårrapsutsäde, Majong, behandlat med olika näringsprodukter med och utan talk, klister och fungicid (TKF) 2017, medelvärde av skålar med 50 frön, n=4

Behandling av utsäde	4 apr 8.30	4 apr 16.00	5 apr 8.30	6 apr 8.00	7 apr 8.00
	(%)				
Kontroll - TKF	0,5 c	18 bc	73 abc	88	89
Vatten - TKF	6,0 a	26 a	81 a	90	92
Kontroll + TKF	1,0 c	12 cd	69 bcd	89	91
Omex Canola - TKF	0,0 c	4 def	61 cdef	83	87
Omex Canola +TKF	3,5 b	23 ab	78 ab	89	91
NoroTec™ Raps - TKF	1,0 c	7 def	59 def	84	91
NoroTec™ Raps + TKF	0,5 c	3 f	52 efgh	82	85
NoroTec™ WinterCrop plus - TKF	1,0 c	11 cde	73 abc	93	97
NoroTec™ WinterCrop plus + TKF	0,6 c	8 def	59 defg	81	87
NoroTec™ Zn - TKF	1,5 bc	11 cde	70 abcd	89	94
NoroTec™ Zn + TKF	0,01 b	4 def	63 cde	89	91
Yara F3493 - TKF	1,5 b	10 def	60 def	87	93
Yara F3493 + TKF	0,0 c	5 def	42 hi	81	92
Yara F3501 - TKF	1,5 bc	6 def	48 ghi	83	90
Yara F3501 + TKF	1,5 bc	4 ef	50 fgh	84,5	91
Yara F3516 - TKF	1,5 bc	8 def	50 fgh	80,5	89
Yara F3516 + TKF	1,0 c	5 def	39 i	77	88
CV	106,4	53,2	13,4	9,9	7,3
p-värde	<0,001	<0,001	<0,001	ns	ns

Olika bokstäver visar statistiska signifikanta skillnader inom en kolumn enligt Student's t-test om $p < 0,050$

3.4 Fältsök

Figur 2 visar medeltemperaturen i jorden vid sådd från sådd till skörd i försöken. 2017 såddes försöken vid en låg temperatur, 4-7 °C. 2016 såddes försöken i början av maj, 12-17 °C. Det fanns inga samband mellan halten vattenextraherbara näringsämnen i jorden och temperatur vid sådd (visas ej). I Örebroförsöket 2016 var ogräsförekomsten mycket stort, det fanns inga skillnader mellan behandlingarna (visas ej).



Figur 2. Medeltemperatur vid såddjup från sådd till skörd på försöksplatserna.

3.4.1 Uppkomst, manganstatus, N-sensormätning marktäckning och plantstorlek

För uppkomst, manganstatus eller N-sensormätningar fanns inga signifikanta skillnader mellan de olika utsädesbehandlingarna något av åren, eller för marktäckning som mättes genom fotograferingen eller plantstorlek i provtagningen 2016 i BBCH 13 (visas ej).

Arboga 2016 och Fellingsbro 2017

Två av försöken, Arboga 2016 och Fellingsbro 2017, hade bättre etablering och mindre ogräsförekomst än de övriga två försöken, därför har resultaten av plantstorleksmätningar, fröskörd och råfett av dessa försök slagits ihop i en statistisk bearbetning av behandlingarna med TKF som ingick i försöksplanen båda åren (tabell 10). I begynnande blomning (BBCH 60) hade plantor med näringsbehandlat utsäde större rotvikt och grönbiomassa än kontroll men alla behandlingar var inte signifikant högre (tabell 12). Det fanns inga signifikanta skillnader för rotlängd, fröskörd eller råfett mellan behandlingarna, eller några samspel mellan behandling och plats (visas ej).

Tabell 10. Medelvärde av plantstorlek i begynnande blomning, fröskörd (9% vh) och råfett i olika utsädesbehandlingar med mineralnäring och talk, klister och fungicid (TKF); Arboga 2016 och Fellingsbro 2017

Huvudeffekt	TS rotm (g)	TS grönm (g)	Rotlängd (cm)	Fröskörd (kg/ha)	Rel tal	Råfett (kg/ha)	Rel tal
Behandling							
Kontroll + TKF	5,5 ^d	29 ^c	8,3	2164	100	1025	100
Omex Canola + TKF	6,4 ^{bcd}	34 ^{ab}	8,0	2089	97	987	96
NoroTec™ Raps + TKF	6,6 ^{abc}	34 ^{ab}	8,6	1998	92	947	92
NoroTec™ Winter Crop plus + TKF	5,7 ^{cd}	31 ^{bc}	8,3	2155	100	1013	99
NoroTec™ Zn + TKF	6,4 ^{abcd}	32 ^{abc}	8,6	2014	93	960	94
Yara F3493 + TKF	6,7 ^{ab}	35 ^a	8,7	2111	98	994	97
Yara F3501 + TKF	7,4 ^a	36 ^a	9,0	1988	92	941	92
Yara F3516 + TKF	6,4 ^{bcd}	36 ^a	8,2	2153	99	1011	99
<i>p</i>	0,010	0,035	<i>ns</i>	<i>ns</i>		<i>ns</i>	
<i>CV</i>	14,4	13,2	8,6	10,3		9,5	

Olika bokstäver indikerar skillnader mellan behandlingarna då $p < 0,050$ enligt Student's t-test

Fältförsöken 2017

I tabell 11 visas medelvärden av fröskörd och råfett från de båda försöken som utfördes 2017. Behandlingarna där TKF ingick hade en 4 % lägre skörd än behandlingarna utan. Samspelet mellan näringsprodukt och fröbehandling visar att behandlingarna utan TKF hade 5-10 % högre skörd och råfettavkastning än där de ingick förutom för NoroTec™ Raps och för Yara 3516. Det fanns inga signifikanta skillnader av skörd eller råfett mellan näringsbehandlingarna (visas ej).

Tabell 11. Fröskörd och råfett, sammanställning av två försök 2017 med utsädet behandlat med olika näringsprodukter med och utan talk, klister och fungicid (TKF)

Huvudeffekt och samspel		Fröskörd 9% vh (kg/ha)	Rel tal	Råfett (kg/ha)	Rel tal
Plats					
	Arboga, n=53	2124		942	
	Fellingsbro, n=64	2205		1034	
	<i>p</i>	<i>ns</i>		<i>ns</i>	
Fröbehandling					
	+ TKF	2125 b	100	968 b	100
	- TKF	2204 a	104	1007 a	104
	<i>p</i>	0,008		0,010	
Fröbehandling x näringsprodukt					
	+ TKF				
	Obeh + TKF	2138 bcde	100	976 cde	100
	Omex Canola + TKF	2057 de	100	940 de	100
	NoroTec Raps + TKF	2111 bcde	100	964 cde	100
	NoroTec Winter Crop plus + TKF	2119 bcde	100	966 cde	100
	NoroTec Zn + TKF	2083 cde	100	959 cde	100
	Yara F3493 + TKF	2140 bcde	100	969 cde	100
	Yara F3501 + TKF	2144 bcde	100	968 cde	100
	Yara F3516 + TKF	2205 abcd	100	1006 abcd	100
	- TKF				
	Obeh - TKF	2254 ab	105	1023 abc	105
	Omex Canola - TKF	2151 bcde	105	986 bcde	105
	NoroTec Raps - TKF	2124 bcde	101	965 cde	100
	NoroTec Winter Crop plus - TKF	2340 a	110	1065 ab	110
	NoroTec Zn - TKF	2191 abcd	105	1006 abcd	105
	Yara F3493 - TKF	2337 a	109	1070 a	110
	Yara F3501 - TKF	2222 abc	104	1017 abcd	105
	Yara F3516 - TKF	2016 e	91	920 e	91
	<i>p</i>	0,031		0,049	
	CV	7,2		7,7	

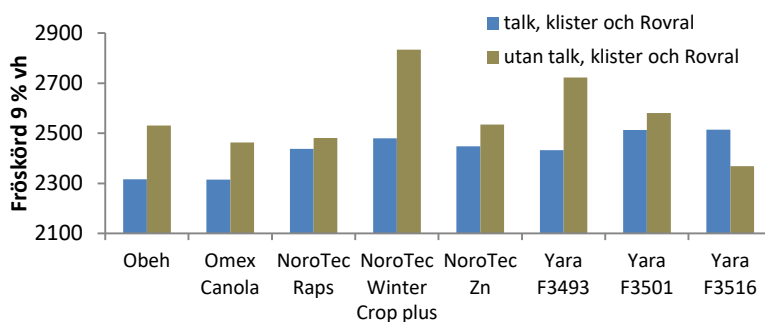
Olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader om $p < 0,050$ enligt Student's t-test

Fellingsbro 2017

I Fellingsbro var den genomsnittliga grönbiomassan något högre där utsädet inte behandlats med TKF jämfört med behandlingarna där de ingick ($p=0,040$), de största skillnaderna fanns i obehandlade kontrollen och i Yaras produkter F3501 och F3516 (visas ej). Skörden var oftast högre i behandlingarna utan TKF, men inte signifikant (visas ej).

Arboga 2017

Genomsnittsskörden i Arboga var högre i behandlingarna utan TKF jämfört med där de ingick ($p=0,025$) (figur 3).



Figur 3. Fröskörd med utsädet behandlat med produkter med eller utan talk, klister och fungicid (TKF), Arboga. Samtliga behandlingar utan TKF hade signifikant högre skörd (2180 kg/ha) jämfört med där de ingick (2068 kg/ha, $p=0,025$), mellan de olika näringsprodukterna fanns inga signifikanta skillnader, CV = 7,8.

4. Diskussion

För att öka odlings säkerheten i vårraps undersöktes effekterna av att behandla vårrapsutsäde med mineralnäring på uppkomst, tillväxt och skörd 2015-2017 i demonstrationsodlingar, klimatkammare och fältförsök i Örebro och Västmanlands län.

I tidigare utförda vetenskapliga undersökningar behandlas ofta utsädet genom att det får ligga i lösningar av olika ämnen under längre tid vilket inte är praktiskt för lantbrukare (Ullah et al., 2002; Farooq, 2012). I denna undersökning utfördes behandlingarna genom att produkterna applicerades på fröets yta tillsammans med talk, klister och fungicid (TKF) eller genom direkt applikation av den enskilda produkten på fröet.

Hypotes 1, att näringsbehandling förbättrar uppkomst och tillväxt vid underoptimala temperaturer, dvs. $< 10^{\circ}\text{C}$, överrensstämmer delvis med resultaten. Väderlek och praktiska förutsättning gjorde att temperaturen var något högre än planerat vid sådd 2016, $12-17^{\circ}\text{C}$. I mitten av maj sjönk dock temperaturen till runt $6-7^{\circ}\text{C}$ (figur 2). 2017 var temperaturen lägre vid sådd, $4-7^{\circ}\text{C}$. Näringsbehandling av utsäde som applicerades tillsammans med TKF gav högre tillväxt och signifikant större plantor i begynnande blomning än kontrollen enligt de två försöken med en jämn etablering och relativt liten ogräsförekomst (tabell 10). Vid den tidiga provtagningen som utfördes i trebladstadiet 2016, fanns inga mätbara skillnader i uppkomst eller plantstorlek. Det kan vara så att skillnaderna i tillväxt var så små att de inte var mätbara vid den tidiga tidpunkten, det är också svårt att få med hela rotsystemet vid provtagning i fält.

Stora frostsador bidrog till ett svagt bestånd i Arbogaförsöket 2017 men försöket visar ändå starka tendenser att en utsädesbehandling med näring ger en högre skörd både med och utan inblandning av TKF, dock var skillnaderna inte signifikanta (figur 3). NoroTec™ Winter Crop plus och Yara F3493 var de produkter som gav högst skörd då produkterna tillfördes direkt på fröet. När TKF applicerades tillsammans med mineralnäringen gav Yara F3501 och Yara 3516 högst skörd.

Behandling med TKF på utsädet hade en negativ effekt på tillväxt och skörd enligt försöken 2017. Vårrapsskörden sänktes med i genomsnitt 4 % och grönbiomassan, i försöket där biomassan bestämdes, var den ca 11 % lägre då TKF var applicerat (tabell 11). Skjutkrafttestet 2017 visade liknande resultat, då utsädet behandlats med vatten var den tidiga uppkomsten bättre än en behandling med enbart TKF (tabell 9). Den negativa effekten kan bero på höga koncentrationer av järn, aluminium och koppar som uppmättes i produkterna (tabell 6). Ämnena kan vara giftiga i höga koncentrationer och de skulle också kunna binda näringsämnen i betningsprodukterna. Det är svårt att hitta undersökningar där effekterna av olika typer av produkter för att fästa den aktiva substansen med, t.ex. klister, och torkmedel, t.ex. talk, på groning och tillväxt redovisas. Ofta tas fäst- och torkprodukterna fram av företagen som säljer dem utan att undersökningarna publiceras, oberoende forskare undersöker istället effekten av den aktiva substansen utan tillsats av fäst- och torkmedel (Ullah et al., 2002; Farooq, 2012; Pedrini, 2017). Handeln är mer intresserad av att förenkla hanteringen av utsäde så som att minska damning, förbättra utseende, få en enhetlig storlek medan oberoende forskare undersöker effekten på grobarhet, uppkomst och tillväxt (Pedrini, 2017). Många lantbrukare använder eget utsäde utan några komplikationer så behovet av utsädesbetning med TKF kan ifrågasättas.

Effekten av de olika näringsprodukterna varierade mellan undersökningarna. NoroTec™ Zn, som var den enda produkt som inte innehöll några makronäringsämnen förutom svavel (tabell 11), var inte sämre än övriga produkter i motsats till hypotes 2, dvs. att näringsprodukter med både makro- och mikronäringsämnen skulle vara effektivare än produkter med enbart mikronäringsämnen. Det går därför inte att säga att det är ett specifikt ämne som stimulerar utsädet och ökar tillväxten. I skjutkrafttesten fanns samband mellan kaliumkoncentrationen i frö och uppkomst (figur 6), några andra samband fanns inte. Det fanns inga tecken på att produkter som innehöll kalium (tabell 1) hade en bättre uppkomst och tillväxt än övriga i fältförsöken.

Vissa näringsämnen kan hämma uppkomst och tillväxt. I en tidigare undersökning där frön av Etiopisk kål (*Brassica carinata* L.) fick svälla i olika lösningar ökade uppkomsten och den tidiga tillväxten då de var nedsänkta i vatten, mangansulfat och zinksulfat men blev sämre då de låg i järnsulfat (Ullah *et al.*, 2002). En annan faktor som kan spela in är pH i näringsprodukterna som var mycket lågt i samtliga produkter, mellan 1,5-3,0, vilket skulle kunna påverka fröet och kemin i omgivande jord. Lågt pH kan öka tillgängligheten av mineralnäringsämnen som tex. mangan, zink och koppar.

I de två fältförsöken med bra etablering och låg ogräsförekomst, dvs. Arboga 2016 och Fellingsbro 2017, påverkades inte fröskörden trots att plantornas biomassa från utsädet med näringsbehandling var större än från utsädet behandlat med enbart TKF (tabell 12). Det torra klimatet under växtsäsongen båda åren kan ha missgynnat de lite större plantorna (tabell 2).

Slutsatser

Vi har visat att en utsädesbehandling med mineralnäring förbättrar tillväxten i vårraps speciellt om tillförseln sker tillsammans med TKF. Även avkastningen kan öka vid näringsbehandling av utsäde, i synnerhet och då temperaturen vid sådd är låg. Vi har också visat att användningen av TKF kan ha en negativ effekt på tillväxt och skörd med en genomsnittlig skördeminskning på 4 %. Behovet av utsädesbehandling med fungicid behöver utredas.

Ett förbättrat samarbete mellan oberoende forskare och utsädesföretagen skulle öka förutsättningarna för framtagandet av fäst- och torkprodukter som inte påverkar fröet negativt.

Nytta för näringen och rekommendationer

Utsädesbehandling med mineralnäring kan ge större plantor som är mindre känsliga för insektsangrepp. Vi rekommenderar 6 l/ton utsäde. I dagsläget finns produkter från Noro Tec tillgängliga på marknaden.

Referenser

- Engels C, Marschner H. 1992. Root to shoot translocation of macronutrients in relation to shoot demand in maize (*Zea mays* L.). *Plant Soil* 126, 215-225.
- Farooq M, Wahid A, Kadambot, Siddique HM. 2012. Micronutrient application through seed treatments - a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12, 125-142.
- Mirshekari B. 2010. Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). *Turk. J. Agric For* 36, 27-33.
- Miyasaka SC, Grunes DL. 1990. Root temperature and calcium level effects in winter wheat forage: II. Nutrient composition and tetany potential. *Agron J.* 82, 24-249.
- Rengel Z, Graham RD. 1995. Importance of seed zinc content for wheat growth on zinc-deficient soil. I. Vegetative Growth. *Plant Soil* 173: 259-266.
- SAS Institute, 2010. JMP 9.0.0. Cary, NC, USA. ©SAS Institute Inc.
- Pedrini, S, Merritt, D.J., Stevens, J, Dixon, K. 2017. Seed Coating: Science or marketing spin? *Trends in Plant Science*, 22, 106-116.
- Sanches Pacheco, R., Fernandes Brito, L., Stralio, R., Vidal Pérez, D. & Paulo Araújo, A. 2012. Seed enriched with phosphorus and molybdenum as a strategy for improving grain yield of common bean crop. *Field Crops Research* 136, 97-106.
- Stoltz E, Wallenhammar A-C. 2014. Influence of boron in organic red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. *Grass and Forage Science*, 69, 285-293, doi: 10.1111/gfs.12072
- Ullah, M.A., Sarfraz, M-, Sadiq, M-, Mehdi, S.M. and Hassan G. 2002. Effect of pre-sowing seed treatment with micronutrients on growth parameters of Raya. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1, 22-23.

Del 3: Resultatförmedling

Ange resultatförmedling av projektet, inklusive titel, referens, datum, författare/talare, och länk till presentation eller publikation om tillämpligt. Planerade publiceringar (med preliminära titlar) ska ingå i tabellen. Ytterligare rader kan läggas till i tabellen.

Vetenskapliga publiceringar

Ett manuskript med titeln: Effects of seed treatment with mineral nutrients products in spring oil seed rape (Brassica napus) under Swedish conditions, har skickats in till Agricultural and Food Science

Övriga publiceringar

Katarina Johnsson, 2016. Försök med näringsbetad våraps. Tema växtnäring, Jordbruksaktuellt nr 3, 17 februari 2016.

Muntlig kommunikation

Stoltz, Eva. Utsädesbetning med växtnäring till våraps, Sveakonferensen, Västerås, 13 januari 2015.
 Stoltz, Eva. Utsädesbehandling med mineralnäring i våraps och vårstråsäd. HIR-konferensen, Linköping, 6 oktober 2015
 Stoltz, Eva. Växtnäringsbetning av utsäde – internationell utblick. Ämneskommitté Växtnäring, Nässjö, 22 oktober 2015.
 Stoltz, Eva. Mineralbetning av utsäde - en lägesrapport. ÖSF-konferensen 25 nov 2015.
 Växtnäringsbetning av rapsfrö, ERFA-gruppmöte, Orresta Golfklubb, Västerås, 23 mars 2016.
 Stoltz, Eva. Näringsbetning av utsäde i våraps och vårkorn, Ämneskommitté växtnäring, Kulturhuset Skövde, 13 oktober 2016
 Stoltz, Eva. Coating av vårapsutsäde. Våraps 3000, Conventum. Örebro, 6 februari 2017
 Stoltz, Eva. Utsädesbehandling med mineralnäring i våraps och vårkorn. HIR-konferensen, Örenäs Slott, 3 oktober 2017

Studentarbete

Carlen, Patrik. 2016 Skjutkraftprov på våraps. LIA (lärande i arbete)-rapport, Biologiska yrkeshögskolan, Skara.

Svanström, Patrik. Utsädesbehandling med mineralnäring för att förbättra uppkomst och tidig tillväxt hos vårraps. Magisteruppsats i biologi, Agronomprogrammet – inriktning mark/väx, Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU Uppsala 2017, Rapport: 2017:01

Lindgren, Caroline. Utsädesbehandling med zink och fosfor för att förbättra uppkomst samt tidig tillväxt hos åkerböna, oljelin och majs, ej publicerad.

Övrigt