

SLUTRAPPORT

Dnr: 25-12770/11

Inverkan av borgödsling på skörden av vitklöver- och rödklöverfrö i ekologisk produktion

Innehåll

1. Inledning	4
2. Utförande	5
2.1 Fältförsök	5
2.2 Boranalyser och bestämning av rotröta	6
2.3 Blomräkning och nektarmätning	7
2.4 Skörd och frökvalitet	7
3. Resultat	8
3.1 Vitklöver	8
3.1.1 Borhalt i jord och planta	8
3.1.2 Sjukdomsindex av rotröta	9
3.1.3 Blom- och nektarmätningar	9
3.1.4 Fröskörd och kvalitet	10
3.2 Rödklöver	11
3.2.1 Borhalt i jord och planta	11
3.2.2 Sjukdomsindex av rotröta	12
3.2.3 Blom- och nektarmätningar	13
3.2.4 Fröskörd och kvalitet	14
4. Diskussion	16
5. Resultatförmedling	17
6. Vetenskapliga publikationer	18
7. Referenser	18

Foto: Eva Stoltz

1. Inledning

Produktionen av ekologiskt klöverfrö har ökat starkt under 2000-talet. Variationen i skörd är stor, och flera olika odlingstekniska projekt har genomförts i syfte att förbättra odlingsresultatet (Wallenhammar et al. 2006, 2007). Tillgång på bor kan vara en nyckelfaktor som inte undersökts tidigare i Sverige. Borgödsling rekommenderas framför allt vid odling av oljeväxter, kål och klöverfrö. Bland svenska klöverfröproducenter finns stora variationer, några gödslar alltid med bor medan andra inte gödslar alls (Tore Dahlquist, Lantmännen Lantbruk, muntligen). Äldre studier från Nya Zeeland har visat att borgödsling kraftigt kan höja skörden av klöverfrö om marken har låga bortal (Johnson & Wear, 1967; Sherrell, 1983). Rödklöver är känsligare för borbrist i jämförelse med vitklöver, därför kan borgödsling ha ännu större påverkan på fröskörden av rödklöver (Sherrell, 1983). I vitklöver ökar bor antalet frö producerat per blomhuvud, medan i rödklöver ökar både antalet blommor samt frö per blomhuvud (Johnston & Wear, 1967; Sherrell, 1983). Resultaten från dessa studier behöver verifieras och upprepas i svensk jord eftersom endast ett vitklöverförsök utfördes under fältförhållanden, samt att jorden är annorlunda jämfört med i Sverige. Det har visats att bor behövs för frösättning och frötveckling (Marschner, 1994). Bor kan öka nektarproduktionen (Dear & Weir, 2004), vilket antagligen leder till ett ökat antal pollinatörer. Betydelsen av antalet pollinatörer för fröskörden av klöver har visat sig vara mycket stor (Hawkins, 1961; Goodman & Williams, 1994).

Boranalyser finns inte med i dagens markkarteringsanalyspaket, därmed har lantbrukaren dålig kontroll på borhalten i jorden. I konventionell odling gödslas ofta med bor i samband med insekticidsprutning. I ekologisk klöverproduktion kan borbrist råda eftersom man inte får borgödsla enligt KRAVs regler, utan att brist påvisas, vilket enligt gamla rekommendationer är < 1 mg per kg jord. Borbrist kan också vara svår att upptäcka, trots att även en liten brist har stor inverkan på fröskörden. Uppmätta borvärden i jord från linjekarteringsanalyser 1984-1985 i Örebro län visade mycket låga värden på de flesta jordarna (< 1 mg kg^{-1} bor) (Wallenhammar, personlig erfarenhet), och skulle vara för låga för odling av klöverfrö. Liknande borhalter i jord uppmättes hos ekologiska klöverfröproducenter i en deltagardriven vallfrögrupp (Björklund *et al.*, 2009). I klöverodlingarna hade endast ett fält av 11, en borhalt över 1 mg kg^{-1} , vilket betyder att gödslingsbehovet enligt rådande rekommendationer är stort (Albertsson, 2010).

I konventionell odling sprutas bor på bladmassan men i ekologisk odling ser man heller förebyggande åtgärder. I ekologisk kålodling gödslas ofta jorden med bor innan sådd. Vid odling av klöverfrö görs sådden första året, dvs. insåningsåret, och fröskörden tas andra året. Tidpunkten och appliceringssättet av bor, dvs. till jorden innan sådd insåningsåret eller i grönmassan skördeåret, kan ha effekt på upptaget och därmed skörden. Bor är lätttröligt och lakas ur tex. vid kraftig nederbörd (Marschner, 1994). Om gödslingen sker innan fröna grott finns risk att bor lakas ur innan plantan har maximalt upptag.

Syfte

Syftet med projektet är att undersöka om ett tillskott av bor höjer den ekologiska vitklöver- och rödklöverfröskörden i svenska jordar med lågt bortal, samt om

appliceringssättet av borgödslingen har betydelse för växtens utnyttjande. Dessutom undersöktes inverkan av bor på nektarproduktionen.

Hypoteserna var att tillförsel av bor 1.) ökar skörd och kvalitet av klöverfrö vid låga bortal i jorden, 2.) ökar nektarproduktionen, och 3.) att appliceringsmetoden av bor kan vara avgörande för optimering av växtens borutnyttjande.

2. Utförande

Nedan beskrivs undersökningens utförande översiktligt. Fullständiga redovisningar av utförandet finns beskrivna i Stoltz & Wallenhammar (a och b).

2.1 Fältförsök

Totalt utfördes åtta försök, två försök per art anlades 2009 respektive 2010. Fältens lägen och jordegenskaper redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Försöksplatsernas gröda, anläggningsår, läge och jordegenskaper

Gröda	År	Gård	Län	Jordegenskaper								
				pH	P-AL (mg/100g)	K-AL	Bor (mg/kg)	Mull (%)	Ler	Silt (%)	Sand (%)	Jordart
Vitklöver												
	2009											
		Ekeby	U	6,5	4,5	17,5	0,6	5	32	38	25	mmh ML
		Risberga	E	6,7	5,6	8,8	0,7	4	8	25	64	mmh I Sa
	2010											
		Högsta Nygård	L	6,1	9,5	17,7	0,6	3	2	28	67	mmh Sa
		Petersborgs Gård	L	6,1	10,2	14,6	0,5	4	6	35	55	mmh I Mo
Rödklöver												
	2009											
		Rynninge	T	6,0	4,0	16,1	0,4	5	26	52	17	mmh ML
		Åkerby	T	6,9	5,3	10,9	0,2	2	1	23	74	nmh Sa
	2010											
		Öringe Fräsegård	E	6,6	7,9	9,7	0,3	3	2	56	39	nmh Mo
		Brandsberga Gård	L	6,8	29,1	24,6	0,4	5	2	38	55	mmh Mo

Direkt efter sådd sprutades jorden med Bortrac 150 enligt försöksplanen led B-D (tabell 2). Fröåret tillfördes Bortrac 150 till bladen under våren, vid marktäckande bladmassa, enligt led E-G (figur 1 och 2). Vätskemängden vid sprutningarna var 200 l/ha. Försöken hade en randomiserad blockdesign med fyra upprepningar.

Tabell 2. Försöksplan

Försöksled	B (kg/ha)
A Kontroll	0
B till jorden direkt efter sådd	0,5
C till jorden direkt efter sådd	1,0
D till jorden direkt efter sådd	1,5
E bladapplicering, fröår	0,15
F bladapplicering, fröår	0,3
G bladapplicering, fröår	0,45



Figur 1. a) Vitklöverfält och b) plantans storlek dagen efter bladgödsling, fröåret.



Figur 2. a) Rödklöverfält och b) plantans storlek vid bladgödsling, fröåret.

2.2 Boranalyser och bestämning av rotröta

Fröskördeåren analyserades borhalten i jord, rötter och de yngsta delarna av grönmassan rutvis i knoppstadium (figur 3 a och b). I samband med provtagningen av rötter och grönmassa, graderades rotröta i sex rötter per ruta enligt Rufelt (1986).



Figur 3. a) Rödklöver- och b) vitklöverplanta i knoppstadium.

2.3 Blomräkning och nektarmätning

Under juli utfördes rutvisa blomräkningar. Blomhuvuden uttogs rutvis under blomning och centrifugerades för nektarmätningen (figur 4). Nektarvolym bestämdes med kapillärrör och sockerhalt med en refraktrometer.



Figur 4. Josefin Wallenhammar förbereder blomhuvuden av rödklöver innan centrifugering.

2.4 Skörd och frökvalitet

Innan skörd provtogs 50 mogna blomhuvuden per ruta. Vid mognad skördades försöken rutvis. Rutskördar och prover av 50 blomhuvud skickades till Sandby Gärd, Hushållningssällskapet Kristianstad, för rensning.

Ett av vitklöverförsöken skördades genom att rutor klipptes för hand pga. dåliga väderförhållanden under skörden. Två av försöken skördades inte alls pga. dålig etablering (Stoltz & Wallenhammar, a). Ett av rödklöverförsöken skördades genom att rutor klipptes för hand pga. hög ogräsförekomst (Stoltz & Wallenhammar, b).

Frökvalitet undersöktes i de skördade försöken genom analys av renvaruhalt, vattenhalt, tusenkornvikt, grobarhet som utfördes på Frökontrollen Mellansverige AB, Örebro. Borhalt i frö analyserades vid Eurofins Food & Agro AB, Kristianstad.

3. Resultat

3.1 Vitklöver

3.1.1 Borhalt i jord och planta

Bortillförsel till jorden vid sådd resulterade i en signifikant ökning av jordens borhalt i två av det fyra försöken (tabell 3 och 4). Samma tendenser fanns i de övriga två försöken. Tillförsel av bor till bladmassan, fröåret, resulterade också i en viss ökning av borkoncentrationen i jorden. Inga signifikanta skillnader för borhalt i rötter och skott under knoppstadium eller i frö mellan behandlingarna hittades (tabell 3 och 4).

Tabell 3. Borhalt i jord, rötter och skott på våren skördeåret¹ 2010, samt borhalt i frö, n=4

Behandling (kg/ha B)	Försöksplats (vitklöversort)							
	Ekeby (SW Undrom)				Risberga (SW Sonja)			
	Jord	Rot ²	Skott ²	Frö	Jord	Rot	Skott	Frö
A 0	0,9 ^{c2}	25,2	38,8	16,8	1,0	27,9	37,9	19,5
Till jord vid sådd								
B 0,5	1,0 ^{abc}	24,3	39,5	17,5	1,1	26,0	35,5	19,8
C 1,0	1,1 ^{ab}	25,4	40,1	16,5	1,1	25,9	32,4	19,5
D 1,5	1,2 ^a	24,9	39,1	17,5	1,1	26,6	34,5	19,5
Bladapplicering fröåret								
E 0,15	0,9 ^{bc}	24,2	34,0	17,3	1,1	26,1	36,1	20,0
F 0,30	1,0 ^{abc}	22,7	42,9	17,0	1,1	25,8	32,0	20,5
G 0,45B	1,0 ^{abc}	27,1	37,2	17,8	1,1	30,8	38,8	20,0
Medelvärde (A-G)	1,0	24,8	38,8	17,2	17,6	27,0	35,3	19,8

¹Jord- och växtprover uttogs 20 och 27 maj på Ekeby respektive Risberga

²Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna ($p < 0,05$)

Tabell 4. Borhalt i jord, rötter och skott på våren skördeåret¹ 2011, samt borhalt i frö, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (vitklöversort)							
	Högsta Nygård (SSd Jura)				Petersborg (SSd Klondike)			
	Jord	Rot	Skott	Frö	B i jord	Rot	Skott	Frö
A 0	0,59	21	35	19,5	0,40 ^{c2}	22	36	22,0
Till jord vid sådd								
B 0,5	0,57	26	33	19,8	0,51 ^{ab}	24	36	22,0
C 1,0	0,68	22	32	19,5	0,55 ^a	24	33	21,5
D 1,5	0,67	24	33	19,5	0,55 ^a	24	35	22,5
Bladapplicering fröåret								
E 0,15	0,58	25	34	20,0	0,40 ^c	22	35	21,8
F 0,30	0,61	24	34	20,5	0,42 ^{bc}	24	38	21,8
G 0,45	0,56	24	34	20,0	0,44 ^{bc}	22	38	22,0
Medelvärde (A-G)	0,62	24	33	19,8	0,46	23	36	21,9

¹Jord- och växtprover uttogs 25 maj på båda försöksplatserna

²Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna ($p < 0,05$)

3.1.2 Sjukdomsindex av rotröta

Sjukdomsindex av rotröta i de olika behandlingarna visas i tabell 5. På Ekeby tenderade sjukdomsindex att öka vid borgödsling medan resultaten varierade i övriga försök. Inga skillnader var statistiskt signifikanta.

Tabell 5. Sjukdomsindex av rotröta i vitklöver, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (vitklöversort)			
	Ekeby (SW Undrom)	Risberga (SW Sonja)	Högsta Nygård (SSd Jura)	Petersborg (SSd Klondike)
A 0 Till jord vid sådd	8,8	2,1	18,8	2,1
B 0,5	9,4	3,1	11,5	3,1
C 1,0	11,5	4,2	17,7	4,2
D 1,5 Bladapplicering fröåret	16,7	4,2	12,5	4,2
E 0,15	8,3	0,0	15,6	0,0
F 0,30	12,5	5,2	16,7	5,2
G 0,45	14,2	0,0	12,5	0,0
Medelvärde (A-G)	11,6	2,7	15,0	2,7

3.1.3 Blom- och nektarmätningar

I tabell 6 och 7 presenteras resultaten från blom- och nektarmätningarna i respektive försök av vitklöver. Bortillförsel ökade nektarvolymen vid en sammanslagning av samtliga försök och ökningen var störst då bor tillfördes till bladmassan fröåret (Stoltz & Wallenhammar, a). Övriga parametrar påverkades inte signifikant av bortillförsel (tabell 6 och 7). Pollinering av vitklöverblommor visas i figur 5.



Figur 5. Vitklöverblommor som pollineras.

Tabell 6. Antal blomhuvuden per m², antal blommor (blom.) per huvud, mängd nektar (nekt.) per blomma och sockerhalt i nektar på två försöksplatserna år 2010, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (vitklöversort)							
	Ekeby (SW Undrom)				Risberga (SW Sonja)			
	Blomhuv. per m ² ¹ (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nekt. per blomma ² (µl)	Socke- halt ² (%)	Blomhuv. per m ² (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nekt. per blomma ² (µl)	Socke- halt ² (%)
A 0 Till jord vid sådd	1361	74	0,100	43	eu ⁴	67	0,034	26
B 0,5	1515	53	0,113	43	eu	56	0,043	26
C 1,0	1409	68	0,114	46	eu	58	0,044	26
D 1,5 Bladapplicering fröåret	1460	57	0,103	45	eu	53	0,041	25
E 0,15	1620	62	0,100	43	eu	53	0,053	29
F 0,30	1549	67	0,133	44	eu	54	0,047	25
G 0,45	1498	67	0,128	44	eu	56	0,044	28
Medelvärde (A-G)	1487	64	0,113	44		56	0,044	26

¹ Blomräkning utfördes 8 juli

² Blomproverna uttogs 28 och 29 juni på Ekeby respektive Risberga

Tabell 7. Antal blomhuvuden per m², antal blommor (blom.) per huvud, mängd nektar (nekt.) per blomma och sockerhalt i nektar på två försöksplatser år 2011, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (vitklöversort)							
	Högsta Nygård (SSd Jura)				Petersborg (SSd Klondike)			
	Blomhuv. per m ² ¹ (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nekt. per blomma ² (μl)	Socket- halt ² (%)	Blomhuv. per m ² (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nekt. per blomma ² (μl)	Socket- halt ² (%)
A 0 Till jord vid sådd	151	69	0,002	14,5	339	48	0,006	7,5
B 0,5	155	64	0,003	13,8	326	50	0,011	6,8
C 1,0	137	68	0,002	14,7	308	48	0,011	7,3
D 1,5 Bladapplicering fröåret	150	79	0,004	10,1	296	48	0,010	8,3
E 0,15	158	64	0,006	16,5	286	68	0,006	7,1
F 0,30	125	63	0,005	16,0	323	46	0,011	5,8
G 0,45	138	65	0,002	14,8	323	46	0,009	7,5
Medelvärde (A-G)	145	67	0,003	14,4	314	51	0,009	7,2

¹ Blomräkning utfördes 21 juni på båda försöksplatserna

² Blomproverna uttogs 21 juni på båda försöksplatserna

3.1.4 Fröskörd och kvalitet

Borttillförsel till jorden ökade skörd och frövikten i 50 blomhuvud jämfört med kontrollen i försöket på Ekeby (tabell 8) enligt en kontrastanalys (Stoltz & Wallenhammar, a). I övriga försök påverkade inte borgödslingen skörden (tabell 8-10). Renvaruhalt, tusenkornvikt och grobarheten påverkades inte av borttillförsel i något av de skördade försöken (tabell 8 och 9). Frön från Petersborg med en borhalt på 22 mg/kg (tabell 4) hade en högre andel frön med normala groddar och en lägre andel hårda frön, jämfört med frön från Ekeby med en borhalt på 17 mg/kg (tabell 3) (Stoltz & Wallenhammar, a).

Tabell 8. Fröskörd, frövikt i 50 blomhuvuden, renvaruhalt, tusenkornvikt och grobarhet i frö år 2010, Ekeby (SW Undrom), n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Ren skörd 15 % vh ¹ (kg/ha)	Rel. tal	Frö i 50 blomhuv. (g)	Renvaru- halt (%)	Tusenkor- vikt (g)	Grobar- het (%)
A 0 Till jord vid sådd	327	100	2,8	95,5	0,7	96,8
B 0,5	375	115	3,4	95,0	0,7	96,3
C 1,0	361	110	3,2	95,8	0,7	96,3
D 1,5 Bladapplicering fröåret	347	106	3,1	96,0	0,7	96,0
E 0,15	350	107	3,1	95,8	0,8	94,8
F 0,30	372	114	2,9	95,8	0,7	96,5
G 0,45	318	97	3,1	95,3	0,7	95,3
Medelvärde A-G	350		3,1	95,6	0,7	96,0

¹ Försöket skördades 6 aug

Tabell 9. Fröskörd, frövik i 50 blomhuvuden, renvaruhalt, tusenkornvikt och grobarhet i frö år 2011, Petersborg (Ssd Klondike), n=4

Behandlingar (mg/kg B)	Ren skörd 15 % vh ¹ (kg/ha)	Rel. tal	Frö i 50 blomhuv. (g)	Renvaru- halt (%)	Tusenkor- vikt (g)	Grobar- het (%)
A 0	407	100	8,9	87	0,7	87
Till jord vid sådd						
B 0,5	364	89	9,0	87	0,7	88
C 1,0	438	108	9,1	88	0,7	85
D 1,5	457	112	9,8	88	0,7	87
Bladapplicering fröåret						
E 0,15	389	96	8,9	86	0,7	86
F 0,3	357	88	8,5	87	0,6	88
G 0,45	398	87	8,6	89	0,7	87
Medelvärde A-G	402		9,0	87	0,7	88

¹ Försöket skördades 6 aug genom handklippning av 4 m per ruta

Tabell 10. Frövik i 50 blomhuvuden, på Risberga (SW Sonja) och Högestad Nygård (Ssd Jura) 2011, n=4

Behandlingar (mg/kg B)	Högestad	
	Risberga	Nygård
	Frö i 50 blomhuv. (g)	Frö i 50 blomhuv. (g)
A 0	7,5	5,1
Till jord vid sådd		
B 0,5	6,5	4,9
C 1,0	6,6	4,6
D 1,5	6,4	5,0
Bladapplicering fröåret		
E 0,15	6,3	5,1
F 0,30	6,1	4,2
G 0,45	6,6	4,2
Medelvärde A-G	6,6	4,7

3.2 Rödklöver

3.2.1 Borhalt i jord och planta

Borhalten i jorden ökade signifikant då bor tillförts vid sådd i samtliga försök förutom på Åkerby (tabell 11 och 12). På Åkerby fanns tendenser att gödsling till jorden resulterade i högre bortal jämfört med kontroll (tabell 11). I de flesta fall var bortalen även något högre i bladgödslingsbehandlingarna jämfört med kontrolledet. Borhalten i frö ökade signifikant då bor tillförts till jorden i försöket på Åkerby (tabell 11), i övriga försök fanns inga skillnader. Borkoncentrationen i skott och rot påverkades inte signifikant av bortillförelse.

Tabell 11. Borhalt i jord, rot och skott på våren skördeåret¹ och i frö 2010, n=4

Behandlingar (kg/ha B)		Försöksplats (rödklöversort)							
		Rynninge (SW Nancy)				Åkerby (SW Ares)			
		Jord	Rot	Skott	Frö	Jord	Rot	Skott	Frö
		(mg/kg)							
A	0	0,49 ^{c2}	34,6	47,9	19,5	0,18 ^b	30,9	42,6	17,8 ^{b3}
Till jord vid sådd									
B	0,5	0,68 ^{ab}	36,1	48,4	20,0	0,22 ^{ab}	28,2	39,0	19,5 ^a
C	1,0	0,71 ^{ab}	36,7	43,2	19,5	0,25 ^{ab}	29,4	35,6	19,8 ^a
D	1,5	0,77 ^a	35,5	47,8	20,0	0,27 ^{ab}	24,7	34,3	18,5 ^{ab}
Bladapplicering fröåret									
E	0,15	0,54 ^{bc}	30,5	42,9	19,3	0,23 ^{ab}	23,4	39,3	19,0 ^{ab}
F	0,30	0,56 ^{bc}	28,0	45,5	19,5	0,22 ^{ab}	26,8	44,1	18,8 ^{ab}
G	0,45	0,57 ^{bc}	40,8	44,3	20,0	0,29 ^a	24,7	37,8	18,5 ^{ab}
Medelvärde (A-G)		0,62	34,6	45,7	19,7	0,24	26,9	39,0	18,8

¹Växt- och jordprover för boranalys och växtprover för sjukdomsindex uttogs 14-16 juni

²Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna ($p < 0,05$)

Tabell 12. Borhalt i jord, rot och skott på våren skördeåret¹ och i frö 2011, n=4

Behandlingar (kg/ha B)		Försöksplats (rödklöversort)							
		Öringe Frälsegård (SW Nancy)				Brandsberga gård (SW Ares)			
		Jord	Rot	Skott	Frö	Jord	Rot	Skott	Frö
		(mg/kg)							
A	0	0,34 ^{e2}	23,8	31,9	22,8	0,55 ^c	32	37	21,5
Till jord vid sådd									
B	0,5	0,47 ^{bc}	25,4	34,1	22,3	0,67 ^{ab}	31	41	21,5
C	1,0	0,55 ^{ab}	26,5	32,0	22,0	0,67 ^{abc}	31	38	21,3
D	1,5	0,60 ^a	25,3	29,5	21,5	0,72 ^a	31	36	22,0
Bladapplicering fröåret									
E	0,15	0,37 ^{de}	24,8	32,4	23,8	0,56 ^{bc}	30	39	20,0
F	0,30	0,44 ^{cd}	24,9	31,5	22,5	0,68 ^a	32	38	22,3
G	0,45	0,47 ^{bc}	26,6	33,5	22,5	0,74 ^a	30	40	20,5
Medelvärde (A-G)		0,46	25,3	32,1	22,5	0,65	31	39	21,3

¹Växt- och jordprover uttogs 13 och 15 juni på Bransbergagård respektive Öringe Frälsegård

²Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna ($p < 0,05$)

3.2.2 Sjukdomsindex av rottröta

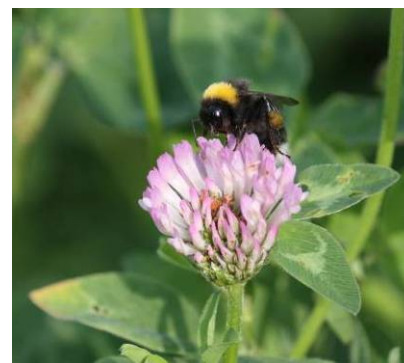
Sjukdomsindex av rottröta redovisas i tabell 13. På Rynninge och Åkerby fanns tendenser att tillförsel av B till jorden ökade sjukdomsindex, men skillnaderna var inte signifikanta. I de övriga två försöken fanns inga tendenser till skillnader mellan behandlingarna.

Tabell 13. Sjukdomsindex av rotröta i rödklöver, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (rödklöversort)			
	Rynninge (SW Nancy)	Åkerby (SW Ares)	Öringe Fräsegård (SW Nancy)	Brandsberga gård (SW Ares)
A 0 Till jord vid sådd	12,5	10,4	35	26
B 0,5	19,8	16,7	27	26
C 1,0	16,7	14,6	34	22
D 1,5 Bladapplicering fröäret	15,6	17,7	29	21
E 0,15	14,6	9,4	31	24
F 0,30	25,0	16,7	27	20
G 0,45	21,9	17,5	28	24
Medelvärde (A-G)	18,2	14,7	30	23

3.2.3 Blom- och nektarmätningar

Resultaten från blom- och nektarmätningarna i rödklöver presenteras i tabell 14 och 15. Antal blomhuvud per m² var signifikant högst i led B (0,5 kg B/ha) på Rynninge, dock inte signifikant högre jämfört med kontrollen. På Åkerby var antalet blomhuvud per m² också högst i led B, men skillnaden var inte signifikant. Sockerhalten var högst i led B på Åkerby, men inte signifikant skild från kontrolletet (tabell 14). På Öringe fräsegård ökade antalet blommor per blomhuvud då bor tillförts till jorden jämfört med kontroll. På Brandsberga ökade nektarvolymen i samtliga borbearbetningar jämfört med kontroll. I övrigt hittades inga signifikanta skillnader eller tendenser till skillnader mellan enskilda behandlingarna (tabell 14 och 15). Pollinering av rödklöverblommor visas i figur 6.



Figur 6. Rödklöverblommor som pollineras.

Tabell 14. Antal blomhuvuden (blomhuv.) per m², antal blommor (blom.) per huvud, mängd nektar (nekt.) och sockerhalt i nektar från rödklöver i de olika behandlingarna på de båda försöksplatserna år 2010, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (rödklöversort)							
	Rynninge (SW Nancy)				Åkerby (SW Ares)			
	Blomhuv. per m ² ¹ (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nekt. per blomma ² (µl)	Sockerhalt ² (%)	Blomhuv. per m ² ¹ (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nektar per blomma ² (µl)	Sockerhalt ² (%)
A 0 Till jord vid sådd	725 ^{ab3}	62	0,75	2,3	797	74	0,39	2,5 ^{ab}
B 0,5	838 ^a	63	0,73	2,3	879	79	0,33	3,4 ^a
C 1,0	700 ^{ab}	68	0,84	2,4	742	79	0,44	2,4 ^{ab}
D 1,5	722 ^{ab}	64	0,79	1,9	767	71	0,47	2,5 ^{ab}
E 0,15	677 ^b	67	0,72	2,0	792	76	0,39	2,8 ^{ab}
F 0,3	772 ^{ab}	73	0,71	2,5	792	76	0,46	2,1 ^b
G 0,45	684 ^{ab}	67	0,67	2,3	794	76	0,40	2,9 ^{ab}
Medelvärde (A-G)	731	66	0,74	2,2	795	76	0,41	2,7

¹Utfördes 23 juli och 30 juli på Rynninge respektive Åkerby

²Utfördes 9 och 10 augusti på Åkerby respektive Rynninge

³Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna

Tabell 15. Antal blomhuvuden (blomhuv.) per m², antal blommor (blom.) per huvud, mängd nektar (nekt.) och sockerhalt i nektar från rödklöver i de olika behandlingarna på de båda försöksplatserna år 2011, n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Försöksplats (rödklöversort)							
	Öringe Fräsegård (SW Nancy)				Brandsberga Gård (SW Ares)			
	Blomhuv. per m ² ¹ (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nekt. per blomma ² (µl)	Socket- halt ² (%)	Blomhuv. per m ² ¹ (st)	Blom. per huvud ² (st)	Nektar per blomma ² (µl)	Socket- halt ² (%)
A 0 Till jord vid sådd	519	118	0,23	17,6	520	90	0,30	4,4
B 0,5	493	126	0,30	17,0	539	81	0,41	3,5
C 1,0	494	129	0,27	19,0	426	83	0,39	3,5
D 1,5	516	132	0,23	17,8	651	83	0,38	3,6
E 0,15	559	134	0,25	18,8	551	76	0,43	3,9
F 0,30	466	125	0,25	17,9	504	91	0,37	3,6
G 0,45	608	123	0,24	18,0	560	86	0,36	5,0
Medelvärde (A-G)	522	127	0,25	18,0	536	84	0,38	3,9

¹Utfördes 18 juli och 12 augusti på Brandsberga gård respektive Öringe fräsegård

²Utfördes 4 och 5 juli på Brandsberga gård respektive Öringe Fräsegård

3.2.4 Fröskörd och kvalitet

Skörd, fröviskt i 50 blomhuvud, renvaruhalt, tusenkornvikt och grobarhet presenteras i tabell 16-19. Frövikten i 50 blomhuvud var signifikant högre där 0,5 kg/ha B tillförts jorden vid sådd (led B) än kontrollen på Rynninge (tabell 16). Skörden på Åkerby var också högst i led B, men inte signifikant skiljt från övriga behandlingar (tabell 17). På Öringe Fräsegård fanns tendenser att alla borbehandlingar ökade skörden, men skillnaderna var inte signifikanta (tabell 18).

Borbehandlingarna hade ingen direkt effekt på grobarheten (tabell 16-19). Andelen döda frön tenderade att minska med borttillförsel i försöken på Öringe Fräsegård och Brandsberga enligt kontrastanalyser (Stoltz & Wallenhammar, b). Ökande borkoncentrationer i fröet resulterade i ökad andel frön med normala groddar medan andelen hårda frön samtidigt minskade (Stoltz & Wallenhammar, b).

I SW Ares ökade frövikten i 50 blomhuvud med ökad borkoncentration i skotten under knoppstadium (Stoltz & Wallenhammar, b). I SW Nancy ökade antalet blommor per m² med ökad borkoncentration i skotten under knoppstadium (Stoltz & Wallenhammar, b).

Tabell 16. Fröskörd, frösvikt i 50 blomhuvuden, renvaruhalt, tusenkornsvikt (tkv) och grobarhet i frö år 2010, Rynninge (SW Nancy), n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Ren skörd 15 % vh ¹ (kg/ha)	Rel. tal	Frö i 50 huvud (g)	Renvaru- halt (%)	Tusenkor- svikt (g)	Gro- barhet %
A 0	104	100	1,9 ^{b2}	89 ^b	2,8	88
Till jord vid sådd						
B 0,5	98	93	2,9 ^a	91 ^a	2,8	89
C 1,0	103	98	2,2 ^{ab}	89 ^b	2,8	90
D 1,5	114	109	2,6 ^{ab}	90 ^{ab}	2,8	86
Bladapplicering fröåret						
E 0,15	98	94	2,6 ^{ab}	89 ^{ab}	2,8	87
F 0,30	103	99	2,1 ^{ab}	89 ^{ab}	2,8	87
G 0,45	101	97	2,4 ^{ab}	89 ^b	2,8	87
Medelvärde (A-G)	103		2,4	89	2,8	88

¹Försöket stränglades 3 september och skördades 7 september

²Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna

Tabell 17. Fröskörd, frösvikt i 50 blomhuvuden, renvaruhalt, tusenkornsvikt (tkv) och grobarhet i frö år 2010, Åkerby (SW Ares), n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Ren skörd 15 % vh ¹ (kg/ha)	Rel. tal	Frö i 50 blomhuv. (g)	Renvaru- halt (%)	Tusenkor- svikt (g)	Gro- barhet (%)
A 0	175	100	5,5	97	1,9	86
Till jord vid sådd						
B 0,5	191	109	5,0	96	1,9	86
C 1,0	172	98	4,7	96	1,9	85
D 1,5	169	97	4,8	96	1,9	89
Bladapplicering fröåret						
E 0,15	168	96	5,1	96	2,0	82
F 0,30	184	105	5,4	97	1,9	87
G 0,45	187	107	5,2	96	2,0	88
Medelvärde (A-G)	178		5,1	96	1,9	86

¹Försöket skördades 9 september

Tabell 18. Fröskörd, frösvikt i 50 blomhuvuden, renvaruhalt, tusenkornsvikt (tkv) och grobarhet i frö år 2011, Öringe frälsegård (SW Nancy), n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Ren skörd 15 % vh ¹ (kg/ha)	Rel. tal	Frö i 50 blomhuv. (g)	Renvaru- halt (%)	Tusenkor- svikt (g)	Gro- barhet (%)
A 0	656	100	8,9	95	2,6	90
Till jord vid sådd						
B 0,5	695	106	9,0	95	2,5	90
C 1,0	719	110	9,1	95	2,6	92
D 1,5	819	125	9,8	95	2,5	92
Bladapplicering fröåret						
E 0,15	870	133	8,9	95	2,6	90
F 0,30	785	120	8,5	95	2,6	91
G 0,45	768	117	8,6	95	2,6	92
Medelvärde (A-G)	759		9,0	95	2,6	91

¹Försöket skördades genom handklippning av 3 m² per ruta den 26 augusti

Tabell 19. Fröskörd, frövik i 50 blomhuvuden, renvaruhalt, tusenkornvikt (tkv) och grobarhet i frö år 2011, Brandsberga gård (SW Ares), n=4

Behandlingar (kg/ha B)	Ren skörd 15 % vh ¹ (kg/ha)	Rel. tal	Frö i 50 blomhuv. (g)	Renvaru -halt (%)	Tusenkor- vikt (g)	Gro- barhet (%)
A 0	87	100	1,9	88	1,6	84
Till jord vid sådd						
B 0,5	87	100	2,0	90	1,6	87
C 1,0	89	103	1,8	90	1,5	85
D 1,5	85	98	1,7	90	1,5	86
Bladapplicering fröåret						
E 0,15	96	111	1,9	87	1,5	85
F 0,30	88	101	1,8	91	1,6	86
G 0,45	91	104	2,1	88	1,6	86
Medelvärde (A-G)	89		1,9	89	1,6	86

¹ Försöket stränglades 1 september och skördades den 4 september

4. Diskussion

Vi har visat att bor är ett ämne som kan ha stor inverkan på skörd och kvalitet i ekologisk produktion av vitklöver- och rödklöverfrö.

Borttillsförelse kan öka skörden och frökvaliteten i vitklöver- och rödklöverfrö i enighet med hypotes 1. I ett av vitklöverförsöken var skördeökningen mellan 6-15 % och i ett av rödklöverförsöket ökade mängden frö i 50 blomhuvud med 1 g (från 1,9 g till 2,9) (tabeller 8 och 16; Stoltz & Wallenhammar, a och b). Förutsättningar för en skördeökning är en tät vall med många blomhuvuden. I ett glest bestånd är konkurrensen om bor mindre och plantan kan utveckla stora rötter med ett bra borupptag, därmed uteblir effekterna av borgödsling. Bestånden i flera av vallarna i undersökningen var relativt glesa och skörden ofta låg. Större skillnader hade antagligen erhållits om bestånden varit bättre.

Frökvaliteten förbättrades av borgödsling då andelen döda frön i skörden minskade (2-3 %) jämfört med kontrollen i två av rödklöverförsöken (Stoltz & Wallenhammar, a). Fröets borhalt har stor inverkan på frökvaliteten. Ju högre borhalt desto större andel frön med normala groddar och desto lägre andel hårda frön. Då borhalten ökade från 17 till 22 mg/kg ökade andelen frön med normala groddar från 60 till 73 % medan andelen hårda frön minskade från 38 till 14 % i vitklöver (Stoltz & Wallenhammar, a). I rödklöver varierade borkoncentrationen från ca 18 till 24 mg/kg. Andelen normala frön ökade från ca 60 till 90 % medan andelen hårda minskade från ca 45 till 5 % med stigande borkoncentration i fröet (Stoltz & Wallenhammar, b).

Nektarproduktionen ökade vid borttillsförelse i vitklöver och i ett av rödklöverförsöken i enighet med hypotes 2. Nektarproduktionen var något högre i bladgödslingsleden jämfört med gödsling till jorden vid sådd (Stoltz & Wallenhammar, a). Pollineringen är avgörande för fröskörden och en större nektarvolym borde locka till sig fler pollinerare.

I flera fall resulterade gödsling till jorden vid sådd i fler positiva effekter, dvs, högre skörd, fler frön per 50 blomhuvud, fler blomhuvud per m², fler blommor per

blomhuvud, lägre andel döda frön, jämfört med bladgödsling fröåret (Stoltz & Wallenhammar, a och b). Den lägsta dosen bor, 0,5 kg/ha, var oftast den bästa behandlingen. Resultaten visar därmed att appliceringsmetoden och mängd av bor kan vara avgörande för att optimera växtens borutnyttjande enligt hypotes 3.

Trots att borgödslingen höjde borkoncentrationen i jorden påverkades inte koncentrationen i skotten och rötterna (tabeller 3, 4, 11 och 12). Borhalten i frön ökade i endast i ett av rödklöverförsöken i behandlingarna med 0,5 och 1,0 kg/ha bor tillförd till jorden vid sådd (tabell 11). Detta beror troligtvis på att andra faktorer än bara tillförsel styr plantans upptag av bor. Flera av resultaten visade att ökande borkoncentrationen i skottet leder till ökad fröproduktion (Stoltz & Wallenhammar, a och b). Därmed behövs mer kunskap om gödslingsmetoder för att öka borupptaget i plantan.

Ett högt borupptag ger skörde- och kvalitetshöjandeeffekter på fröskörden. De största effekterna erhöles i täta bestånd. En gödslingmetod som resulterar i ett högt borupptag, och som kan utföras under skördeåret skulle vara önskvärd eftersom det är först då som kunskapen om hur beståndet ser ut finns.

5. Resultatförmedling

Resultaten har presenterats på följande möten/konferenser:

Konferenser

Stoltz, E. & Wallenhammar. 2009. Impact of boron fertilization on seed yield of organic red clover and white clover. NOC (Nordic Organic Conference) i Göteborg 18-20 maj, 2009. Impact of boron fertilization on seed yield of organic red clover and white clover.

Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. 2011. The influence of boron application on nectar production, seed yield and quality in organically produced white clover and red clover. NJF Report, paper 2.3. NJF seminar 420, Herbage Seed Production – Findings from research plots to commercial seed multiplication. Ilmajoki, Finland, 28-29 June 2011 (muntlig presentation).

Stoltz, E. 2012. Borgödsling till ekologisk röd- och vitklöverfröproduktion. ÖSF-konferensen, Koncert & Kongress, Linköping, 29 nov 2012.

Möten

Borgödsling till röd- och vitklöverfröproduktion. HIR-träff, 24 oktober 2011 Hallsberg, HS Konsult AB.

Möte med SLU:s ämneskommitté växtnäring & odlingsystem, Scandic Frimurarhotellet, Linköping, 29 feb 2012.

Möte med SLU:s ämneskommitté växtnäring, Hotell Högland, Nässjö, 30 aug 2012.

Mikronäringsmöte, MVM-centrum SLU, Uppsala, 6 nov 2012 .

Övrigt

Brunnby Lantbrukardag 2 juli, 2009. Utställning i monter.

Ekologisk vallfrökurs 30 nov, 2009, Kvinnerstaskolan, Örebro.

Temadag, Mångfald på slätten, 22 sept 2011, Hidinge Gärd, Örebro.

Utveckling av ekologisk klöverproduktion. 2012. Kompetensutveckling med fem fältvandringar med putsningdemonstration i vitklöver- och rödklöverfrövallar över hela Sverige.

Brunnby lantbrukardag 5 juli, 2012. Utställning i forskartält.

En beskrivning av projektet finns utlagd på HS Konsult AB:s hemsida: <http://hs-konsult.hush.se/?p=14532&m=5635>.

6. Vetenskapliga publikationer

Resultaten har sammanställts i två manuskript som skickats in till Grass and Forage Science:

Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. a. Influence of boron application on flower development and seed production in white clover (*Trifolium repens* L.). Submitted to Grass and Forage Science.

Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. b. Influence of boron in organic red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. Submitted to Grass and Forage Science.

7. Referenser

Albertsson, B. 2010. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2011. Jordbruksinformation 17-2010. Jordbruksverket

Björklund, J. Ståhl, P & Wallenhammar, A-C. 2009. Utveckling av ekologisk vallfröproduktion genom deltagardriven forskning för lärande och utveckling 2008-2010, SLU EkoForsk – Lägesrapport 16 mars 2009 Hämtat från: http://ekoforsk.slu.se/Projekt08_10/Resultat08/Bjorklund%20090320.pdf

Dear, B.S. & Weir, R.G. 2004. Boron deficiency in pastures and field crops. AGFACTS, NSW Agriculture. ISSN 0725-7759.

Goodman, R.D. & Williams, A.E. 1994. Honeybee pollination of white clover (*Trifolium repens* L.) cv. Haifa. Australian Journal of Experimental Agriculture, 34, 1121-1123.

Hawkins, R.P. 1961. Observations on the pollination of red clover by bees. I. The yield of seed in relation to the numbers and kinds of pollinators. Annals of Applied Biology 49, 55-65.

Johnson, W.C. & Wear, J.I. Effect of boron on white clover (*Trifolium repens*, L) seed production. Agronomy Journal, 59, 205-206.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

Rufelt, S. 1986. Studies on Fusarium root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. SLU. Dept. of Plant and Forest Protection, Uppsala. Doctoral thesis, pp. 33.

Sherrell, C.G. 1983. Effect of boron application on seed production on New Zealand herbage legumes. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 11, 113-117.

Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. a. Influence of boron application on flower development and seed production in white clover (*Trifolium repens* L.). Submitted to Grass and Forage Science.

Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. b. Influence of boron in organic red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. Submitted to Grass and Forage Science.

Wallenhammar A-C, Anderson LE and Ståhl P. 2006. Weed regulation and crop establishment in ley seed of *Trifolium pratense* L., *Phleum pratense* L. and *Festuca pratensis* L. In: Proceedings of NJF Seminar 395 Herbage Seed

Production, Danish Institute of Agricultural Sciences, Flakkebjerg, 12-14 June, Denmark.

Wallenhammar A-C, Ståhl P, Cristiansson B & Andersson L. 2007. Weed regulation in organic leys of *Trifolium pratense* and *Trifolium repens* by cutting. In: Proceedings of the 6th International Herbage Seed conference, Sandefjord, 17-20, June, Norway.