

Slutrapport för forskningsprogrammet:
**Effekten av raps och mellangrödor i sockerbetväxtföljden -
försöksplatserna Ädelholm 2 och Skegrie 1**

Inledning och bakgrund

En välplanerad växtföljd lägger grunden för ett uthålligt odlingssystem där jordens långsiktiga bördighet bevaras och varje gröda får de bästa förutsättningarna för att ge hög skörd. Kunskap om de olika grödornas påverkan genom sjukdomar, skadegörare, struktur- och växtnäringseffekter är väsentliga i detta sammanhang. Sockerbetan är en djuprotad gröda som kan ge en lucker jord med bra jordstruktur och betblasten som lämnas kvar på fältet utgör ett tillskott av kväve samt inverkar positivt på mullhalten. Sockerbetan är också en värdefull avbrottsgröda i spannmålsdominerade växtföljder ur växtpatogensynpunkt. Jordstruktur kan påverkas positivt av odling av bl a oljerättika som mellangröda. En annan möjlighet kan vara raps före betgrödan, dvs två djuprotade grödor intill varandra i växtföljden. I regel dominerar höstvetete som förfukt till sockerbeter men då det har visat sig att några *Fusarium*-arter angriper både höstvetete och sockerbeter, så kan det ur betgrödans synpunkt vara positivt med en förfukt som inte är värdväxt för denna svamp. Även mellangrödornas betydelse för uppkomst av sjukdomar och skadegörare samt var och hur ofta i en växtföljd de ska odlas behöver belysas i ett långsiktigt perspektiv. Som mellangröda har oljerättika flera fördelar framför vitsenap. Oljerättika varken uppförökar klumprotsjuka eller bidrar till spridning av TRV (Tobacco Rattle Virus) på potatis.

Målen med delprojekt 1 (Raps och mellangröda i betväxtföljden) är att studera: 1. Inverkan av för- och förförfukt på skörd och kvalitet i sockerbeter, 2. Uppföljning av utvecklingen i växtföljderna för skadegörare som har betydelse för sockerbetan, 3. Inverkan på jordstruktur av för- och förförfukt och höstrapsens placering i växtföljden i förhållande till betorna samt återkommande odling av oljerättika i växtföljden.

Material och metoder

Delprojekt 1) Raps och mellangröda i sockerbetsväxtföljden

Totalt ingår sex försöksplatser med växtföljdsförsök. Två platser per år under 2008-2010 har såtts med höstvetete/höstraps. De två första platserna (Ädelholm 1 och Jordberga) odlades med sockerbeter år 2011 i samtliga rutor helt enligt försöksplanen. De två nästföljande platserna (Ädelholm 2 och Skegrie 1) har odlats med sockerbeter i år 2012 och i år, 2013, odlas de två sista platserna (Borgeby och Västrabo) med sockerbeter. Försöksplanen visas i tabell 1.

I försöksplanen ingår fem led. Led 2 representerar den traditionella placeringen av raps dvs som förförfukt innan betorna. I led 3 har höstrapsen flyttats så att den ligger omedelbart före betorna. I led 5 testas upprepad odling av oljerättika efter spannmål. Etableringen av oljerättikan har gjorts efter skörd av spannmålen i samband med stubbearbetning. Försöken är utlagda som randomiserade blockförsök. Varje parcell består av 24 betrader (12 m) och vid betåret sås dubbla skörderutor (två olika betsorter). Jordprovtagning för analys av förekommande svampar av betydelse för betgrödan och sjukdomsindex har gjorts parcellvis i samband med start och inmätning i fält och vid sådd av betor efter två år av spannmål/raps (tabell 2). Övriga analyser och bedömningar framgår av tabell 2.

Tabell 1. Försöksplan för försök med raps och mellangröda i sockerbetsväxtföljden

Led, år 1, 5	Jordbearbetning	år 2, 6	Jordbearbetning	år 3, 7	år 4,8
1 H-vete	Stubbearbetn./ Plöjning	H-vete	Stubbearbetn./ Plöjning	Betor	Vårkorn
2 H-raps	Stubbearbetn./ Plöjning	H-vete	Stubbearbetn./ Plöjning	Betor	Vårkorn
3 H-vete	Stubbearbetn./ Plöjning	H-raps	Stubbearbetn./ Plöjning	Betor	Vårkorn
4 H-vete	Stubbearbetn./ Plöjning	V-korn	Stubbearbetn./ Plöjning	Betor	Vårkorn
5 H-vete	Stubbearbetn./ Oljerättika, Plöjning	V-korn	Stubbearbetn./ Oljerättika, Plöjning	Betor	Vårkorn

Tabell 2. Provtagningar och bedömningar/försök och år i försök med raps och mellangröda

Åtgärd	Nivå	Syfte	Ant. prov	Växtföljds-år	Tidpunkt
Nematodprov, SLU	Blockvis (rutvis vid förekomst)	BCN	4	1 (ev 2, 3 och 4 vid förekomst)	Start/inmätning tidig vår
Penetrometer	Rutvis	Jordstruktur	20 + 20	2, 4	Tidig vår innan betsådd.
Tillväxt mellangrödor	Rutvis	Biomassa Marktäckning	4	2, 3	Vid avslutad sådd
Jordtest vid utlägg	Rutvis	Jordburna svampar	20	3	Tidig vår innan betsådd
Jordtest före betor	Rutvis	Jordburna svampar	20	4	Tidig vår innan kornsådd
Avläsningar i betgrödan	Rutvis	Tillväxtbed. Sjukdomar	20	3	Uppkomst och tillväxt
Betskörd	Rutvis	Rot, socker samt kvalitet	20	3	Oktober/ november

Analys och karakterisering av jord

Jordproven analyserades för en rad olika biologiska och kemisk-fysikaliska parametrar. pH, koncentration av näringsämnen K, P, Mg och Ca enligt extraktion med ammoniumlaktat (AL; Paket 1), ledningstal analyserades av Eurofins, Kristianstad.

Jordtest för angrepp av jordburna patogener

Jordproven blandades och fördelades på sex krukor. I varje kruka såddes tio obetade betfrön av sorten Rasta och placerades i växthus (19°C på natten, 23°C på dagen och extra belysning 16 timmar/dag). Jordarna vattnades varje dag och krukorna inspekterades dagligen. Fyra veckor efter sådd togs plantorna ur jorden, tvättades i vatten och bedömdes med avseende på angrepp av jordburna svampar enligt Larsson och Gerhardsson (1990) vilket även används för bedömning av rotbrand på diverse grödor. Rotbitar från tio av de mest angripna plantorna lades på potatisdextrosagar och framväxande kulturer ympades över till nya plattor med PD eller majsagar (CM) beroende på art (Persson *et al.* 1997) kolonier identifierades i mikroskop och utifrån färg och form på kolonier och konidier eller sporer. En frekvens för varje art och jord räknades fram utifrån antalet kolonier från de tio rotbitarna.

Resultat

Raps och mellangröda i sockerbetsväxtföljden

I de fyra försöken utlagda hösten 2008 respektive 2009 har sockerbeter skördats men för de två sist utlagda försöken (år 2010) odlas och skördas betor i år 2013. I denna rapport visas resultaten för betåret 2012 från försöksplatserna Ädelholm 2 och Skegrie 1, och i relation till skörd betåret 2011 från platserna Ädelholm 1 och Jordberga.

På försöksplatserna Ädelholm 1 och Jordberga testades parcellerna för klumprotsjuka i biotest i växthus. Testet visade inte på någon förekomst av denna sjukdom. Samarbetet har startats med SLU-programmet Biosom som har målet att kartera klumprotsjuka och *Verticillium* med PCR-metodik och jordproven från Ädelholm 2 och Skegrie 1 har skickats dit för analys. Resultaten kommer att rapporteras senare. Någon förekomst av klumprotsjuka i rapsen eller *verticillium* i raps/sockerbeter har inte observerats på någon av försöksplatserna.

Jordstrukturen bedömdes inför betåret genom att mäta med en penetrometer parcellvis. Data är inte analyserad men det kan nämnas att motståndet i leden 1 och 5 förefaller vara lika ner till 40 cm djup. Under detta djup krävs ett större tryck för att få ner penetrometern i led 1 med två år spannmål utan mellangröda jämfört med led 5 där oljerättika odlas i två år före betorna.

Två växtföljdsförsök skördades hösten 2011 och två hösten 2012 (tabell 3 och 4). Försöket på Ädelholm 1, 2011, såddes om men drabbades av rotbrand vilket har påverkat resultatet. Led tre med höstraps som förfrukt till sockerbeter har givit signifikanta skördeökningar av renvikt och socker på båda försöksplatserna 2012 (tabell 4). I sammanställning ger de fyra platserna ett relativtal på 109 för växtföljden med raps före betor jämfört med höstvete två år före sockerbeter för sorterna Cactus/Julietta. Sockerhalten var 0,22%-enheter lägre med vete-raps som förfrukt jmf med vete-vete. Renvikt och blåtal (Amino-N) är betydligt högre efter vete-raps som förfrukt.

Växtföljden med oljerättika som mellangröda före betor (led 5) gav en mindre ökning av sockerskörden men utan signifikant skillnad till motsvarande växtföljd utan mellan gröda (led4; tabell 7).

Tabell 3. Skördeparametrar för sockerbeter som skördades hösten 2011 på försöksplatserna Ädelholm 1 och Jordberga

Försöksled	Renvikt		Sugar		Rel	Amino-N	K+Na	Clean- ness
	t/ha	%	t/ha			mg/100 g beet	mM/100 g beet	%
Ädelholm, betsort Julietta								
1 HV HV SB	51,4	16,12	8,3	100	18	4,6	91,0	
2 HR HV SB	57,9	16,30	9,4	114	22	4,3	90,0	
3 HV HR SB	54,4	16,02	8,7	105	25	4,6	90,5	
4 HV VK SB	55,9	16,37	9,2	110	18	4,4	91,0	
5 HV/OR VK/OR SB	54,5	16,47	9,0	108	20	4,4	90,6	
<i>R</i> ²	67,7	76,1	70,5		68,1	63,4	40,8	
<i>CV</i>	7,7	0,9	7,8		13,9	5,8	2,3	
<i>LSD</i>	6,5	0,2	1,1		4,3	0,4	3,2	
<i>Prob</i>	0,3334	0,0043	0,2471		0,0204	0,4290	0,9469	
Ädelholm, betsort Rosalinda								
1 HV HV SB	56,9	16,55	9,4	100	9,5	3,6	91,5	
2 HR HV SB	54,9	16,60	9,1	97	9,8	3,7	89,7	
3 HV HR SB	54,9	16,56	9,1	96	10,5	3,9	90,2	
4 HV VK SB	60,0	16,62	10,0	106	9,5	3,7	91,3	
5 HV/OR VK/OR SB	58,1	16,61	9,7	102	9,0	3,6	90,5	
<i>R</i> ²	70,2	11,5	68,6		16,2	77,1	81,4	
<i>CV</i>	10,1	1,2	10,7		15,1	4,2	1,1	
<i>LSD</i>	8,9	0,3	1,6		2,3	0,2	1,5	
<i>Prob</i>	0,6929	0,9825	0,7079		0,6945	0,0696	0,1362	
Jordberga, betsort Julietta								
1 HV HV SB	63,7	16,02	10,2	100	9	4,0	92,7	
2 HR HV SB	56,1	15,65	8,8	86	10	4,1	91,9	
3 HV HR SB	74,6	16,01	11,9	117	13	4,2	91,8	
4 HV VK SB	61,3	15,95	9,8	96	8	4,0	91,5	
5 HV/OR VK/OR SB	62,1	15,92	9,9	97	9	4,1	90,9	
<i>R</i> ²	52,1	69,0	55,7		72,3	61,3	51,0	
<i>CV</i>	14,3	1,3	14,4		15,2	2,5	2,3	
<i>LSD</i>	14,0	0,3	2,2		2,3	0,2	3,2	
<i>Prob</i>	0,1244	0,1251	0,1023		0,0076	0,0783	0,8289	
Jordberga, betsort Rosalinda								
1 HV HV SB	63,9	16,27	10,4	100	7	3,3	90,8	
2 HR HV SB	62,6	16,15	10,1	97	7	3,3	90,9	
3 HV HR SB	71,8	16,46	11,8	114	8	3,4	90,3	
4 HV VK SB	67,4	16,24	11,0	105	7	3,4	90,2	
5 HV/OR VK/OR SB	72,8	16,36	11,9	114	7	3,5	92,2	
<i>R</i> ²	44,6	55,3	47,7		43,8	45,8	64,7	
<i>CV</i>	12,5	1,1	12,8		10,1	3,8	1,7	
<i>LSD</i>	13,1	0,3	2,2		1,1	0,2	2,4	
<i>Prob</i>	0,3768	0,2245	0,3238		0,2013	0,1757	0,4240	

Tabell 4. Skördeparametrar för sockerbeter som skördades hösten 2012 på försöksplatserna Ädelholm 2 och Skegrie 1

Försöksled	Renvikt		Sugar		Rel	Amino-N	K+Na	Clean-ness
	t/ha	%	t/ha			mg/100 g beet	mM/100 g beet	%
Ädelholm, betsort Cactus								
1 HV HV SB	83,44	18,20	15,18	100	12	3,38	89,19	
2 HR HV SB	81,07	18,12	14,69	97	11	3,31	89,55	
3 HV HR SB	87,62	18,02	15,78	104	13	3,46	89,69	
4 HV VK SB	83,05	18,09	15,02	99	12	3,26	88,99	
5 HV/OR VK/OR SB	82,44	18,18	14,99	99	12	3,31	89,86	
<i>R</i> ²	40,2	42,5	49,6		51,8	61,3	47,2	
<i>CV</i>	5,5	1,1	4,8		12,2	3,4	1,0	
<i>LSD</i>	7,0	0,3	1,1		2,2	0,2	1,3	
<i>Prob</i>	0,3732	0,7238	0,3516		0,1740	0,1895	0,6069	
Ädelholm, betsort Rosalinda								
1 HV HV SB	73,77	18,10	13,35	100	11	2,99	88,27	
2 HR HV SB	76,75	17,96	13,78	103	11	3,15	87,93	
3 HV HR SB	78,95	18,04	14,24	107	13	3,16	88,28	
4 HV VK SB	76,47	18,12	13,86	104	11	3,00	87,85	
5 HV/OR VK/OR SB	77,28	18,15	14,02	105	12	3,09	88,87	
<i>R</i> ²	37,6	44,7	36,7		42,2	44,3	31,0	
<i>CV</i>	4,1	1,1	3,8		15,5	4,5	1,4	
<i>LSD</i>	4,8	0,3	0,8		2,8	0,2	1,9	
<i>Prob</i>	0,2760	0,6527	0,2396		0,2561	0,3213	0,7853	
Åkerslätt, betsort Cactus								
1 HV HV SB	63,55	18,35	11,66	100	10	3,75	90,65	
2 HR HV SB	58,24	18,18	10,58	91	11	3,76	89,82	
3 HV HR SB	72,40	17,97	13,01	112	12	3,79	90,91	
4 HV VK SB	56,01	18,13	10,15	87	12	3,81	89,49	
5 HV/OR VK/OR SB	57,93	18,28	10,59	91	11	3,81	90,41	
<i>R</i> ²	75,2	53,1	74,2		53,9	77,8	77,1	
<i>CV</i>	7,8	1,2	7,8		9,6	1,7	0,6	
<i>LSD</i>	7,7	0,4	1,4		1,8	0,1	0,8	
<i>Prob</i>	0,0033	0,2470	0,0047		0,3458	0,5586	0,0161	
Åkerslätt, betsort Rosalinda								
1 HV HV SB	65,82	18,35	12,08	100	11	3,44	90,39	
2 HR HV SB	62,06	17,79	11,04	91	14	3,67	89,60	
3 HV HR SB	69,81	18,18	12,81	106	13	3,52	90,26	
4 HV VK SB	63,95	17,85	11,43	95	12	3,65	89,92	
5 HV/OR VK/OR SB	66,55	18,10	12,05	100	12	3,50	89,91	
<i>R</i> ²	24,7	57,3	30,6		59,5	54,8	61,3	
<i>CV</i>	9,3	1,8	10,1		9,9	3,5	0,8	
<i>LSD</i>	9,4	0,5	1,9		1,9	0,2	1,1	
<i>Prob</i>	0,4866	0,1566	0,4083		0,0823	0,0888	0,5399	

Tabell 5. Sammanställning av 2 försök 2012 (Ädelholm 2 och Skegrie 1), endast led 1-3

Försöksled	Renvikt		Sugar		Rel	Amino-N	K+Na	Clean-ness
	t/ha	%	t/ha			mg/100 g beet	mM/100 g beet	%
2 försök, betsort Cactus								
1 HV HV SB	73,34	18,23	13,37		100	11	3,59	89,90
2 HR HV SB	69,66	18,15	12,64		94	11	3,53	89,68
3 HV HR SB	80,01	17,99	14,40		108	13	3,62	90,30
<i>R</i> ²	88,87	18,55	87,98			29,4	73,8	31,1
<i>CV</i>	5,52	1,28	5,68			12,6	3,7	1,0
<i>LSD</i>	4,63	0,26	0,86			1,6	0,1	1,0
<i>Prob</i>	0,0003	0,1437	0,0008			0,0547	0,4344	0,4060
2 försök, betsort Rosalinda								
1 HV HV SB	69,80	18,23	12,71		100	11	3,22	89,33
2 HR HV SB	69,40	17,87	12,41		98	12	3,41	88,76
3 HV HR SB	74,38	18,11	13,49		106	13	3,34	89,27
<i>R</i> ²	74,89	28,48	74,62			31,25	77,14	46,84
<i>CV</i>	5,13	1,48	5,20			12,74	4,23	1,30
<i>LSD</i>	3,81	0,28	0,70			1,59	0,15	1,21
<i>Prob</i>	0,0228	0,0476	0,0178			0,0295	0,0378	0,5724

Tabell 6. Sammanställning av 4 försök 2011-2012 (Ädelholm 1 och Jordberga; Ädelholm 2 och Skegrie 1), endast led 1-3

Försöksled	Renvikt		Sugar		Rel	Amino-N	K+Na	Clean-ness
	t/ha	%	t/ha			mg/100 g beet	mM/100 g beet	%
4 försök, betsort Cactus/Julietta								
1 HV HV SB	68,04	17,24	11,78		100	12	3,90	
2 HR HV SB	65,15	17,12	11,19		95	13	3,85	
3 HV HR SB	75,14	17,02	12,85		109	16	3,96	
<i>R</i> ²	84,0	95,5	88,6			81,6	83,1	
<i>CV</i>	7,0	1,4	7,0			16,9	4,6	
<i>LSD</i>	4,1	0,2	0,7			1,7	0,1	
<i>Prob</i>	0,0000	0,0890	0,0001			0,0006	0,2878	
4 försök, betsort Rosalinda								
1 HV HV SB	69,49	17,42	12,10		100	10	3,29	89,93
2 HR HV SB	66,43	17,15	11,41		94	10	3,46	89,12
3 HV HR SB	72,48	17,34	12,59		104	11	3,41	89,32
<i>R</i> ²	75,2	92,8	82,0			73,2	75,5	26,5
<i>CV</i>	5,6	1,3	5,5			12,7	4,2	1,8
<i>LSD</i>	3,3	0,2	0,6			0,9	0,1	1,4
<i>Prob</i>	0,0017	0,0165	0,0006			0,0065	0,0133	0,4477

Tabell 7. Sammanställning av 4 försök 2011-2012 (Ädelholm 1 och Jordberga; Ädelholm 2 och Skegrie 1), endast led 4-5

Försöksled	Renvikt		Sugar		Rel	Amino-N	K+Na	Clean- ness
	t/ha	%	t/ha			mg/100 g beet	mM/100 g beet	
4 försök, betsort Cactus/Julietta								
4 HV VK SB	65,71	17,14	11,29		100	13	3,88	
5 HV/OR VK/OR SB	65,84	17,24	11,38		101	13	3,90	
<i>R</i> ²	89,0	97,1	91,3			81,9	88,5	
<i>CV</i>	6,9	1,0	7,1			15,1	4,4	
<i>LSD</i>	3,6	0,1	0,6			1,4	0,1	
<i>Prob</i>	0,9413	0,1441	0,7615			0,6470	0,8105	
4 försök, betsort Rosalinda								
4 HV VK SB	67,90	17,20	11,70		100	10	3,43	
5 HV/OR VK/OR SB	69,81	17,34	12,11		104	10	3,38	
<i>R</i> ²	64,5	91,6	73,2			69,1	76,2	
<i>CV</i>	7,2	1,5	7,5			14,5	4,1	
<i>LSD</i>	3,8	0,2	0,7			1,0	0,1	
<i>Prob</i>	0,3069	0,1844	0,2226			0,9031	0,3427	

Diskussion

Raps och mellangröda i sockerbetsväxtföljden

Försöksresultaten från sockerskörden på de totalt fyra försöksplatserna 2011-2012 tyder på att en varierad växtföljd med raps, höstvetete och sockerbetor ger skördeökning jämfört med en ensidig växtföljd med enbart höstvetete och sockerbetor. I synnerhet vete-raps som förfrukt till sockerbetor är gynnsamt och ger skördeökningar. I sorten Cactus/Julietta ökade skörden signifikant från 11,78 till 12,85 ton/ha. I ledet där raps-vete odlats åren före sockerbetorna var sockerskörden lägre jämfört med vete-vete som förfrukt (led 1 och 2; tabell 6). Vid en jämförelse mellan leden syns det att blåtalet (Amino-N) och sockerhalten i betorna är högre efter raps som förfrukt i led 3 jämfört med den ensidiga spannmålsväxtföljden i led 1; Detta tyder på att kvävetillgången påverkas av raps som förfrukt. I led 4 och 5 har en växtföljd med upprepade sådd av oljerättika som mellangröda jämförts med en växtföljd med höstvetete och vårkorn utan mellangröda. En viss ökning av sockerskörden kan urskiljas men inte signifikant. Intressant är att både renvikt och sockerhalt har ökat men att blåtalet är oförändrat med oljerättika i växtföljden jämfört med utan. Med tanke på fånggrödeersättning gödslades inte oljerättikan i de två första av dessa försök (Ädelholm 1 och Jordberga) vilket antagligen har gjort att kväveeffekten till efterföljande betor har varit minimal.

Slutsatser

- Växtföljdsförsöken är ännu inte avslutade men betskörden från de två första försöksåren tyder på:
 - En viss fördel med raps i växtföljden jämfört med enbart vete i synnerhet med raps som förfrukt till sockerbetor.

- Vete-raps som förfrukt till sockerbetor gav 1070 kg socker/ha mer jämfört med vete-vete som föfrukt.
- Raps-vete som föfrukt till sockerbetor gav oförändrad eller något lägre skörd jämfört med vete-vete som förfrukt.
- Oljerättika som mellangröda gav något högre sockerskörd jämfört med utan.
- Mätning med penetrometer gav lägre motstånd i parceller med oljerättika jämfört med enbart vete som förfrukt till betor.
- Ingen *Verticillium* eller klumprotsjuka har hittills hittats på någon av platserna.

Resultatförmedling

Resultat från projektet har presenterats på ett flertal möten för olika intressenter, bl a på SLUs ämneskommitte-möte, NBRs sommar och vintermöte för rådgivare, forskare och odlare.

Populärvetenskapliga artiklar har publicerats i tidskriften Betodlaren:

Forskningsprojektet förväntas ge upphov till vetenskapliga publikationer som påbörjas efter projektets slut.

Detta forskningsprojekt om växtföljder ingår också som en del i det tematiska forskningsprogramet BIOSOM, Biological Soil mapping, vid SLU Uppsala. Målet med samarbetet är att kunna mäta förändringar i patogenförekomst direkt i jord i de olika växtföljderna. Ytterligare samarbete med andra forskare vid SLU Alnarp är under planering.

Referenser

- Larsson, M. och Gerhardson, B. 1990. Isolates of *Phytophthora cryptogea* pathogenic to wheat and some other crop plants. *Journal of Phytopathology* 129:303-315.
- Persson, L., Bödker, L., Larsson-Wikström, M., and Gerhardson, B. 1997. Prevalence and pathogenicity of foot and root rot pathogens of pea in southern Scandinavia. *Plant Dis.* 81:171-174.