

Slutrapport för SLF-projekt 0330037 och V0730311

Uthålliga vallbaljväxter för miljö- och kostnadseffektiv mjölkproduktion

Ann-Charlotte Wallenhammar¹, Nilla Nilsson-Linde², Jan Jansson³, Eva Stoltz¹,
Gärd L-Baeckström⁴

¹ Hushållningssällskapet Örebro, e-post: Ann-Charlotte.Wallenhammar@hushallningssallskapet.se

² SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, ³ Hushållningssällskapet Sjuhärad, ⁴ Norlunds gård, Fellingsbro

Bakgrund

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) är en av de viktigaste proteingrödorna i svensk mjölkproduktion och utgör motorn i ekologiska växtodlingssystem (Wallenhammar & Anderson, 2002). Rödklöver i fodret bidrar till ett flertal positiva effekter som har stor betydelse för mjölkproduktionen, t.ex. större torrsubstansintag och förbättrad mjölk kvalitet (Bertilsson *et al.*, 2001; Touori *et al.* 2002, Kuoppala, 2010). Den svaga uthålligheten hos rödklöver är ett stort problem och minskningen i klöverhalt över tiden i rödklöver-gräsvallar är påtaglig (Frankow-Lindberg, 1989; Nykänen *et al.*, 2000). Försvagningen av rödklöverplantorna orsakas av rottröta där patogena svampar bl.a. ur släktet *Fusarium*, *Cylindrocarpon destructans*, *Phoma medigaginis* och *Pythium spp* ingår (Rufelt, 1986). Rottrötans stora utbredning i landets vallar visades av Rufelt (1979), och omfattande angrepp kartlades i ekologiska vallar i Syd- och Mellansverige (Wallenhammar *et al.*, 2005). Ett sätt att minska *Fusarium*-angrepp kan vara att kalka jorden, då denna grupp av svampar gynnas under sura förhållanden (Close, 1994). Uthålligheten hos olika baljväxter kan påverkas av bl.a. skördestrategin. Intensivare skördesystem med 3–4 skördar per år håller numera på att ersätta tvåskördesystemet. Vitklöver (*Trifolium repens* L.) är uthålligare än rödklöver (Svanäng & Frankow-Lindberg, 1994; Nilsson-Linde *et al.*, 2002), och väl utvecklad blåusern (*Medicago sativa* L.) kräver treskördesystem för bästa resultat (Frankow-Lindberg, 1987). Kärtingand (*Lotus corniculatus* L.) ger god återväxt, fungerar bäst i tvåskördesystem (Nilsson-Linde, 1999) och kan bli långlivad i vallen (Nilsson-Linde & Bergkvist, 2005). Cikoria (*Cichorium intybis* L.) är en torktålig mineralrik ört (Belesky *et al.* 2001) med positiva dietiska egenskaper och god återväxt (Rydberg, 1998).

Arbetshypoteser och målsättning

Målsättningen var att undersöka om ökade kunskaper om hur baljväxtarter, sortegenskaper, skördesystem och kalk påverkar odlingssäkerhet och foderkvalitet i treåriga vallar, i syfte att finna alternativa baljväxter och om möjligt rödklöversorter med bättre uthållighet som helt eller delvis kan ersätta känsliga sorter. Våra hypoteser var att i) ett betydande angrepp av *Fusarium spp.* påverkar vallens botaniska sammansättning och kvalitet samt minskar produktionsnivån. Proteininnehållet minskar samtidigt som innehållet av energi och NDF ökar ii) känsligheten för angrepp av svampkomplexet *Fusarium spp* varierar mellan olika arter av vallbaljväxter (rödklöver Fanny > rödklöver Vivi > blåusern > vitklöver > kärtingand) och kan minskas genom inblandning av örten cikoria iii) kalkning i samband med vallens anläggning minskar angreppsnivån av *Fusarium spp.*

Samredovisning och finansiering

Projekt 0330037 omfattar anläggningsår samt två vallår för rödklöverleden medan projekt V0730311 omfattar vall III för rödklöverleden. Projektet har delfinansierats av C.R. Prytz Donationsfond, Nordkalk och Stiftelsen Anders Elofsons Fond, KSLA.

Material och metoder

Uthålliga vallfröblandningar

Två fältförsök, R6-457 anlades 2004 i ekologiska odlingssystem på försöksgårdarna Kvinnersta i Närke och Rådde i Västergötland (tabell 1).

Tabell 1. Markdata för försöksplatserna i R6-457 och R6-458

Plats	Lati- tud	Jordart	pH	Mull- halt %	Ler- halt %	P-AL mg/ 100 g	K-AL mg/ 100 g	Mg-AL mg/ 100 g	Ca-AL mg/ 100 g	Basmätt- nadsgrad %
Rådde ¹	N 57°	mmh I moränmo	5,9	5,4	10	6,9 (III)	5,0 (II)	4,2	110	40
Kvinnersta ²	N 59°	mmh ML	6,6	3,4	31	8,5 (IV)	18 (IV)	26	210	72
Åkerby ³	N 59°	mmh mjLL	5,7	5,4	23	5,5 (III)	8,0 (II)	11	150	45

¹ anlades i korn ² anlades i havre ³ anlades i utan insåningsgröda.

Försöksdesignen var enfaktoriellt försök med fyra block och fullständig slumpning av fröblandningar (tabell 2). Femton ton ha⁻¹ på flytgödsel tillfördes vårvintern anläggningsåret på Rådde och 25 ton ha⁻¹ på våren i vall II–III på båda platserna. Blandningarna skördades i första skörd vid timotejens begynnande axgång på Kvinnersta (2005: 16/6, 2006: 14/6), vid axgång på Rådde 2006 (16/6) och Kvinnersta 2007 (8/6) samt i ax på Rådde (2005: 23/6, 2007: 11/6). Återväxten skördades 9 respektive 6 + 6 veckor efter första skörd.

Tabell 2. Försöksplan i försöksserie R6-457

Led	Fröblandning (utsädesmängd, kg ha ⁻¹)		Antal skördar/år
A.	Rödklöver SW Fanny 4n (8)	timotej (10) ängssvingel ³ (7)	2 sk/år
B.	Rödklöver SW Vivi 4n ¹ (8)	timotej (10) ängssvingel (7)	2 sk/år
C.	Rödklöver SW Fanny (8)	timotej (10) ängssvingel (7)	3 sk/år
D.	Rödklöver Fanny (8) + cikoria ² (1)	timotej (10) ängssvingel (7)	3 sk/år
E.	Vitklöver SW Sonja (4)	timotej (10) ängssvingel (7)	3 sk/år
F.	Käringtand Oberhaunstaedter (11)	timotej (10) ängssvingel (7)	2 sk/år
G.	Blålusern SW Pondus (14)	timotej (10) ängssvingel (7)	3 sk/år

¹ sort med bäst uthållighet (Andersson, pers. medd.) ² Grasslands Puna ³ Timotej = SW Alexander + Ängssvingel = SW Kasper

Provtagningar och analys vid skörd. Botaniskt utvecklingsstadium bestämdes ledvis strax före respektive skördetillfälle enligt Halling (2012). Grönmassan vägdes och torrsbstans (ts) bestämdes rutvis. Prover uttogs och sorterades för bestämning av botanisk sammansättning rutvis vid varje skördetillfälle (insådd baljväxt, övrig baljväxt, gräs, örtogräs och stubb). Näringsinnehållet bestämdes ledvis vall I–II och rutvis i vall III då också den osmältbara fiberfraktionen iNDF (indigestible neutral detergent fibre) bestämdes. Råprotein bestämdes enligt Kjeldahl, omsättbar energi enligt VOS-metoden (formel: <50 % baljväxter = gräs), aska och NDF enligt våtkemisk metod vid SLU, Kungsängens Forskningscentrum, samt iNDF med NIR-analys på Agrilab AB. Foderstat i NorFor:s Optimeringsprogram har tagits fram för varje led och plats (NorFor, 2011). Som grovfoder har varje leds samlade delskördar och kvalitetsvärden under samtliga skördeår använts.

Bestämning av sjukdomsangrepp. Plantprovtagning för bestämning av sjukdomsangrepp gjordes på hösten (nov) insåningsåret (2004) samt både höst (okt–nov) och vår (april) samtliga vallår samt i 2008 Råddeförsöket. Tio slumpmässigt utvalda baljväxtplantor grävdes upp rutvis. Plantorna förvarades i kylrum (+8°C). Rötterna tvättades i rinnande vatten och skars itu med skalpell. På vitklöverplantorna valdes den största roten ut för gradering. Sjukdomsangrepp bestämdes genom bedömning av graden av mörkfärgning och ett sjukdomsindex (SI) räknades fram enligt Rufelt (1986).

Kalkens inverkan på uthålligheten hos rödklöver

Två fältförsök R6-458 anlades 2004 på ekologiska fält med varierande pH-värden (tabell 1). Effekten av Nordkalk Aktiv (Nordkalk AB, Landskrona) med en kalkverkan motsvarande 52 % CaO jämfördes i ett enfaktoriellt blockförsök med tre block och fullständig slumpning av kalknivåerna 0, 6 respektive 9 ton ha⁻¹ kalk. Kalken spreds och myllades med harv före sådd. Samma fröblandning och skördesystem som i försöksled A i R6-457 användes (tabell 2). Flytgödsel tillfördes i maj med 25 ton ha⁻¹ i vall II och III. Observationer, graderingar, provtagningar och växtpatologiska analyser har utförts enligt beskrivning ovan. Jordens pH och Ca-AL bestämdes rutvis vid försökets slut hösten 2007.

Statistisk analys

Analys av data från R6-457 utfördes med JMP 8.0.1 (SAS Institute Inc, 2009) enligt en linjär blandad modell med plats, led, vallår, alla tvåvägssamspel samt block som fixa faktorer och ruta som slumpmässig faktor. Analysen har gjorts skördevis då vissa led har skördats två gånger och andra tre. För homogen varians har kvadratrotstransformering använts för baljväxthalt. För rottröta användes en linjär blandad modell med plats, led, vallår, tidpunkt, alla tvåvägssamspel (utom plats*år) samt block som fixa faktorer och ruta som slumpmässig faktor. För R6-458 användes en linjär blandad modell med plats, led, vallår, skörd/tidpunkt, alla tvåvägssamspel, ett trevägssamspel (plats*år*skörd/tidpunkt) samt block som fixa faktorer och ruta som slumpmässig faktor. För homogen varians har logaritmisk transformering använts för ts-avkastning. Multipla jämförelser gjordes med Tukey's HSD-metod.

Resultat

Uthålliga vallfröblandningar

Torrsubstansavkastning (ts). Medelvärden av ts-avkastning för platserna presenteras i tabell 3 (samspel plats*led saknas).

Tabell 3. Torrsubstansavkastning (kg ha⁻¹) för respektive skörd samt totalt per vallår I–III i blandbestånd med timotej och ängssvingel samt cikoria (led D) (medelvärden för Råde och Kvinnersta)

Vallår	Baljväxt (antal sk/år)	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3	Totalavkastning
I	A. RK Fa (2)	5211 <i>cde</i>	3383 <i>ab</i>		8595 <i>cdefgh</i>
	B. RK Vi (2)	5122 <i>cde</i>	3241 <i>bc</i>		8364 <i>fgh</i>
	C. RK Fa (3)	5122 <i>cde</i>	2110 <i>d</i>	1277 <i>cde</i>	8510 <i>efgh</i>
	D. RK Fa + CI (3)	4830 <i>def</i>	1988 <i>def</i>	1218 <i>de</i>	8038 <i>hi</i>
	E. VK (3)	4530 <i>ef</i>	1470 <i>efg</i>	1051 <i>ef</i>	7051 <i>ij</i>
	F. KT (2)	4901 <i>def</i>	2186 <i>d</i>		7088 <i>ij</i>
	G. LU (3)	4313 <i>f</i>	1265 <i>g</i>	821 <i>f</i>	6399 <i>j</i>
II	A. RK Fa (2)	6195 <i>ab</i>	3490 <i>ab</i>		9685 <i>abcde</i>
	B. RK Vi (2)	6440 <i>a</i>	3774 <i>ab</i>		9714 <i>abcde</i>
	C. RK Fa (3)	6338 <i>a</i>	1343 <i>g</i>	2076 <i>a</i>	9758 <i>abcd</i>
	D. RK Fa + CI (3)	5825 <i>abc</i>	1482 <i>efg</i>	1994 <i>a</i>	9301 <i>abcdefg</i>
	E. VK (3)	5808 <i>abc</i>	1412 <i>fg</i>	1318 <i>bcde</i>	8538 <i>cdefgh</i>
	F. KT (2)	5746 <i>abc</i>	2496 <i>d</i>		8242 <i>ghi</i>
	G. LU (3)	5781 <i>abcd</i>	838 <i>g</i>	1220 <i>bcdef</i>	7975 <i>dhij</i>
III	A. RK Fa (2)	6147 <i>ab</i>	3426 <i>ab</i>		9574 <i>abcdef</i>
	B. RK Vi (2)	6372 <i>a</i>	3912 <i>a</i>		10285 <i>a</i>
	C. RK Fa (3)	5856 <i>abc</i>	2045 <i>de</i>	1501 <i>bcd</i>	9402 <i>abcdefg</i>
	D. RK Fa + CI (3)	5536 <i>bcd</i>	2030 <i>de</i>	1606 <i>b</i>	8950 <i>bcdefgh</i>
	E. VK (3)	6090 <i>ab</i>	2402 <i>d</i>	1508 <i>bc</i>	10000 <i>ab</i>
	F. KT (2)	6372 <i>a</i>	3313 <i>b</i>		9686 <i>abcde</i>
	G. LU (3)	5959 <i>abcd</i>	2412 <i>cd</i>	1483 <i>bcd</i>	9949 <i>abcefg</i>
Samspel År*Led		<i>p</i> < 0,0077	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001	<i>p</i> < 0,0001

¹ Olika bokstäver visar statistiskt signifikanta skillnader mellan led, vall och skörd, *p* < 0,05.

Den totala ts-avkastningen per vallår var större i vall II och III än under det första vallåret för alla försöksled (tabell 3). Avkastningen i VK-, KT- respektive LU-leden ökade under det sista vallåret till skillnad från RK-leden (utom Vivi), som dock gav störst totalavkastning över tre vallår. Inga signifikanta skillnader i avkastning kunde registreras mellan RK Fanny och Vivi, trots att RK Vivi avkastade mer i alla skördar i vall II och III. Två- och treskördesystem med RK Fanny gav likartad avkastning, men en tendens till snabbare nedgång i totalavkastning från vall II till III kunde noteras med tre skördar. I vall III gav RK Vivi skördad två gånger större avkastning än RK Fanny + CI skördad tre gånger. I övrigt fanns inga signifikanta skillnader mellan vare sig fröblandningar eller mellan skördesystem i slutet av försöksperioden. I första skörd gav LU-ledet signifikant mindre avkastning än led A–C under första vallåret, varefter inga skillnader noterades. Treskördesystemen med RK gav signifikant mera avkastning i skörd 3 än med LU (vall I och II) respektive VK (vall II). Den totala ts-avkastningen var närmare 1,3 ton ha⁻¹ större per vallår på Kvinnersta jämfört med Råde ($p < 0,0001$) med störst skillnad det första vallåret, men ingen signifikant skillnad i vall II.

Baljväxtandel. Baljväxthalten var lägre i första skörd än i återväxtskördarna (tabell 4). RK-leden gav signifikant högre baljväxthalt i jämförelse med andra baljväxter i medel per vallår samt i skörd 1 i vall I–II, och i skörd 2 i vall I. Därefter minskade rödklöverhalten successivt och skillnaderna mellan rödklöver- och vitklöverhalterna utjämnades. Andelen blåusern var signifikant lägre än alla andra led i medeltal per vallår förutom i vall I och III skörd 1. I skörd 2 vall III noterades den enda signifikanta skillnaden mellan de fyra RK-leden där Vivi gav störst baljväxtandel, vilket också avspeglas i medeltal över alla skördar i vall III där Vivi var signifikant bättre än led D med cikoria.

Tabell 4. Baljväxtandel (viktsprocent) för respektive skörd samt i genomsnitt per vallår I–III i blandbestånd med timotej och ängssvingel samt cikoria (led D) (medelvärden för Råde och Kvinnersta)

Vallår	Baljväxt (antal sk/år)	Baljväxtandel (%)			
		Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3	Medel per vallår
I	A. RK Fa (2)	44 <i>a</i> ¹	74 <i>a</i>		56 <i>a</i>
	B. RK Vi (2)	36 <i>ab</i>	65 <i>ab</i>		48 <i>ab</i>
	C. RK Fa (3)	39 <i>ab</i>	71 <i>a</i>	58 <i>ab</i>	50 <i>ab</i>
	D. RK Fa + CI (3)	42 <i>a</i>	64 <i>ab</i>	64 <i>a</i>	50 <i>ab</i>
	E. VK (3)	11 <i>cdef</i>	31 <i>c</i>	44 <i>abc</i>	21 <i>def</i>
	F. KT (2)	9 <i>def</i>	32 <i>c</i>		16 <i>ef</i>
	G. LU (3)	4 <i>fgh</i>	8 <i>de</i>	4 <i>d</i>	3 <i>hi</i>
II	A. RK Fa (2)	39 <i>a</i>	76 <i>a</i>		53 <i>a</i>
	B. RK Vi (2)	44 <i>a</i>	77 <i>a</i>		56 <i>a</i>
	C. RK Fa (3)	40 <i>a</i>	64 <i>ab</i>	66 <i>a</i>	46 <i>ab</i>
	D. RK Fa + CI (3)	44 <i>a</i>	57 <i>ab</i>	59 <i>ab</i>	49 <i>ab</i>
	E. VK (3)	16 <i>cde</i>	63 <i>ab</i>	41 <i>bc</i>	28 <i>cd</i>
	F. KT (2)	7 <i>efg</i>	27 <i>c</i>		13 <i>fg</i>
	G. LU (3)	1 <i>i</i>	1 <i>ef</i>	1 <i>d</i>	0 <i>j</i>
III	A. RK Fa (2)	16 <i>cde</i>	32 <i>c</i>		23 <i>cdef</i>
	B. RK Vi (2)	22 <i>bc</i>	56 <i>ab</i>		35 <i>bc</i>
	C. RK Fa (3)	18 <i>cd</i>	30 <i>c</i>	30 <i>c</i>	22 <i>cdef</i>
	D. RK Fa + CI (3)	16 <i>cde</i>	29 <i>c</i>	33 <i>c</i>	21 <i>def</i>
	E. VK (3)	13 <i>cde</i>	45 <i>bc</i>	41 <i>bc</i>	26 <i>cde</i>
	F. KT (2)	4 <i>fgh</i>	13 <i>d</i>		7 <i>gh</i>
	G. LU (3)	<0 <i>hi</i>	<0 <i>f</i>	6 <i>d</i>	1 <i>ij</i>
Samspel År*Led		$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$

¹ Olika bokstäver visar statistiskt signifikanta skillnader mellan plats, vall och skörd, $p < 0,05$.

Vitklöverandelen var jämn mellan vallåren och det fanns ingen signifikant skillnad utom i skörd 2 i vall II som gav signifikant mer vitklöver än vall I och III. Andelen karingtand var signifikant lägre än rödklöver och ofta lägre än andelen vitklöver. Andelen cikoria var låg och

varierade mellan 2 och 26 % med störst halt i återväxten. Den genomsnittliga baljväxthalten i första/andra skörd vid försökets start var högre på Kvinnersta (36/53 %) än på Rådde (12/38 %) som ett medeltal över alla led i vall I ($p < 0,0001$). Andel baljväxter var signifikant större i Kvinnerstaförsöket än på Rådde i RK-leden B och D samt i VK-ledet ($p < 0,0001$). Rödklöver Vivi gav i medeltal per vallår en signifikant större baljväxthalt på Kvinnersta (56) än på Rådde (37). Däremot var lusernhalten lägre på Kvinnersta än på Rådde. LU-ledet utgick på Kvinnersta och analyserades endast för rottröta fr.o.m. vall II.

Bestämning av näringsvärde och fodervärde. Ledvisa provtagningar i vall I och vall II visade att råproteinhalten var högst i RK-leden (ej redovisat). Halterna råprotein i vall II i VK- och KT-leden var förhållandevis höga trots relativt låga baljväxtandelar. Energihalterna var högst i treskördesystemet.

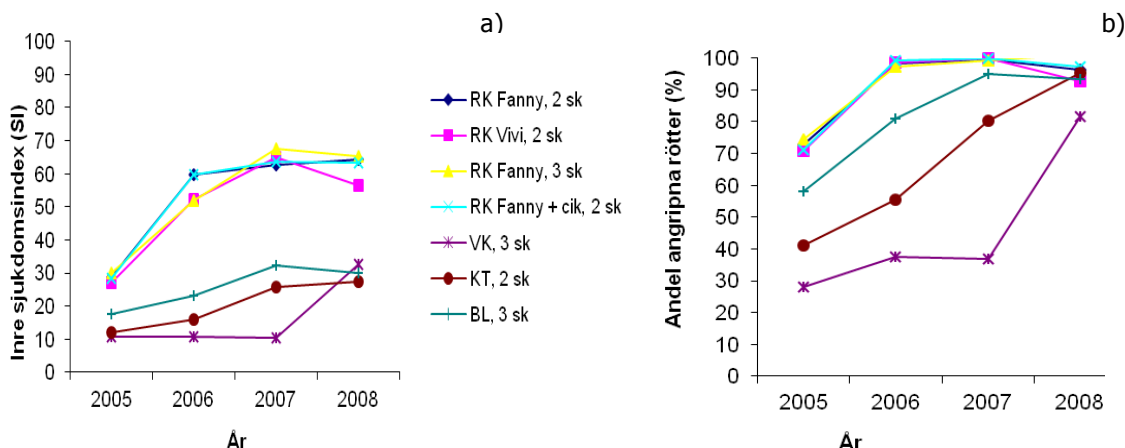
I vall III togs rutvisa prover och då statistiska samspel förekom för (plats*led) (tabell 5) redovisas resultaten platsvis. För råprotein i skörd 1 fanns ingen statistisk skillnad mellan leden. Halterna låg mellan 110 och 126 g kg⁻¹ ts på Rådde och var 126–139 g kg⁻¹ ts på Kvinnersta. I skörd 2 visade led A och F ca 40 g kg⁻¹ ts lägre råproteinhalt än treskördesystemleden C–E på Rådde ($p < 0,01$). VK-ledet innehöll på Kvinnersta närmare 30 g kg⁻¹ ts mer råprotein än led D (RK + CI) i skörd 3. På Rådde gav led D 0,4–0,6 MJ kg⁻¹ ts mer energi än övriga led utom VK i första skörd ($p < 0,05$). I övrigt fanns endast säkra skillnader i energivärde på Rådde mellan två- och treskördesystem i vall II. De enda signifikanta skillnaderna i fiberinnehåll noterades också på Rådde där led C–E i skörd 2 med treskördesystem innehöll signifikant mindre NDF än övriga led ($p < 0,05$).

Tabell 5. Statistiskt samspel (plats*led) för näringsinnehåll i vall III, 2007, led A–F (tabell 2), Rådde och Kvinnersta

	Råprotein g kg ⁻¹ ts	VOS	Energi MJ kg ⁻¹ ts	NDF g kg ⁻¹ ts	iNDF g kg ⁻¹ NDF
Skörd 1	ns	*	*	ns	ns
Skörd 2	**	ns	***	*	ns
Skörd 3	ns	*	ns	*	ns

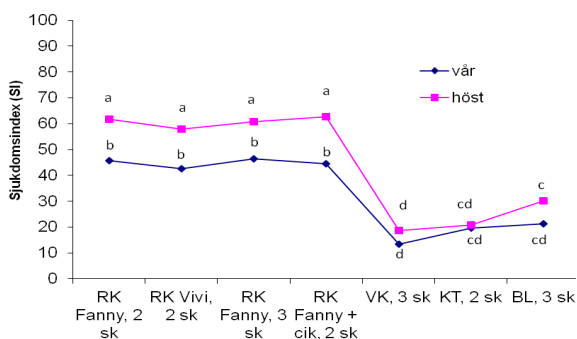
Utvärderingen i optimeringsprogrammet NorFor (2011) visade att foderstaten hade lägst kostnader i led D (1,31 kr kg⁻¹ ECM), E och C på Rådde. För Kvinnersta visas samma resultat men i följande rangordning; led E (1,32 kr kg⁻¹ ECM), C och D. Med hänsyn tagen till avkastningsskillnader och trots merkostnad för ytterligare en skörd (inkl. slätter och strängläggning) hävdade sig rödklöver i treskördesystem bäst. Led B (rödklöver Vivi i tvåskördesystem) var det näst bästa alternativet på båda platserna.

Effekt av fröblandning och skördesystem på rottröta. I oktober insåningsåret fanns symtom inuti rötterna i en stor andel (60–87 %) av de undersökta rödklöverrötterna. För övriga baljväxter var frekvensen lägre (18–55 %). Sjukdomsindex (SI) varierade mellan 16,5 och 24,0 i rödklöver och var i led C–D signifikant högre än i vitklöver (6,8–8,0) och käringtand (5,0–8,8). Lusern intog en mellanställning med SI 16 på Rådde respektive 5,8 på Kvinnersta. I medeltal över båda platser och tidpunkter var angreppsnivån av rottröta i rödklöver signifikant högre än i vitklöver, käringtand och lusern under alla vallår ($p < 0,0001$) (figur 1a). Skillnader i angreppsnivå mellan RK Vivi och Fanny, mellan RK i olika skördesystem eller effekt av inblandning av cikoria går inte att utläsa. Den största ökningen av angrepp i rödklöver skedde i vall II (figur 1b), därefter planar kurvan ut eftersom i stort sett alla plantor var angripna.

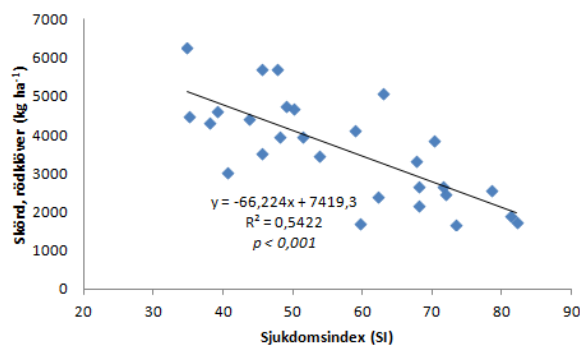


Figur 1. a) Inre sjukdomsindex (SI) och b) Andel angripna plantor (%), i medeltal för Råde och Kvinnersta för varje år under försöksperioden.

Provtagningarna på våren visade genomgående lägre angreppsnivåer jämfört med hösten (figur 2). I rödklöverleden var dessa skillnader signifikanta ($p < 0,0001$). Sambandet mellan sjukdomsindex på hösten vall I och II och den totala rödklöveravkastningen följande år (vall II och III) i samtliga led från båda försöksplatserna i R6-457 och R6-458 ($n = 28$) visas i figur 3.



Figur 2. Inre sjukdomsindex vid provtagningar vår (april) och höst (oktober), medeltal av samtliga försöksår 2005–2008.



Figur 3. Samband mellan rottröteindex på hösten vall I och II och rödklöveravkastningen följande år (vall II och III) i rödklöverleden på båda försöksplatserna i R6-457 och R6-458 ($n = 28$).

Kalkens inverkan på uthålligheten hos vallbaljväxter

Tillförsel av kalk gav inga signifikanta skillnader i ts-avkastning, men det fanns signifikanta samspel mellan plats, vallår och skörd ($p < 0,0001$). Skörd 1 var signifikant större än skörd 2 på båda platserna under alla år (tabell 6). I medeltal över de tre vallåren var avkastningen i skörd 2 signifikant större på Kvinnersta, 2 895 kg ha⁻¹, jämfört med 2 065 kg ha⁻¹ på Åkerby. Skillnaden i medeltal över de båda platserna mellan skörd 1 och 2 var störst under det första vallåret.

Inte heller rödklöverhalterna påverkades av kalktillförsel, men det fanns signifikanta samspel (plats*vallår*skörd) ($p < 0,0001$) (tabell 7). I genomsnitt innehöll vallarna 35 % rödklöver i skörd 1 och 60 % i skörd 2 ($p < 0,0001$). Som medeltal för plats, skörd och kalkningsled ($p <$

0,0001) blev rödklöverhalten signifikant mindre i vall III (34 %) än i vall I och II (52 respektive 57 %). Jordens pH och Ca-AL-tal vid försökens slut redovisas i tabell 8.

Tabell 6. Torrsubstansavkastning (kg ha⁻¹) och skördetidpunkter för skörd 1–2 år 2005–2007

Försöksplats	Vallår I		Vallår II		Vallår III	
	Skörd 1 ¹	Skörd 2	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 1	Skörd 2
Kvinnersta	6322 c ²	3243 e	5902 cd	2346 f	7625 b	3190 e
Åkerby	9791 a	1258 h	5445 cd	1866 g	5284 d	3753 e

¹ Skördetidpunkter Vall I; II; III: Kv 15/6, 12/8; 14/6, 15/8; 8/6, 13/8. Åk 22/6, 16/8; 14/6, 15/8; 11/6, 13/8.

² Olika bokstäver visar statistiskt signifikanta skillnader mellan plats, vall och skörd, $p < 0,05$.

Tabell 7. Rödklöverhalt (procent) för skörd 1–2 år 2005–2007

Försöksplats	Vallår I		Vallår II		Vallår III	
	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 1	Skörd 2
Kvinnersta	26 ef ¹	77 a	38 de	74 ab	15 f	36 de
Åkerby	57 bc	50 cd	38 de	77 a	35 de	50 cd

¹ Olika bokstäver visar statistiskt signifikanta skillnader mellan plats, vallår och skörd, $p < 0,05$.

Tabell 8. Jordens pH och Ca-AL-tal vid försökets slut

Led	pH		Ca-AL mg/100g	
	Åkerby	Kvinnersta	Åkerby	Kvinnersta
0 ton ha ⁻¹ kalk	6,0 b ¹	6,4 b	167 b	239 b
6 ton ha ⁻¹ kalk, Nordkalk Aktiv	6,5 a	6,7 a	291 a	299 a
9 ton ha ⁻¹ kalk, Nordkalk Aktiv	6,6 a	6,8 a	319 a	316 a

¹ Olika bokstäver visar statistiskt signifikanta skillnader mellan kalkbehandling $p < 0,05$.

Kalkens inverkan på rotröta. Redan under insåningsåret, i oktober 2004, fanns symtom i flertalet av de undersökta rödklöverrötterna. SI varierade i medeltal över plats mellan 28 och 33 för försöksled, och var 30 i medeltal för respektive plats. Inga signifikanta skillnader mellan försöksled eller försöksplats fanns, vare sig insåningsåret eller de följande vallåren (tabell 9). Angreppsutvecklingen följer mönstret i R6-457 med större angrepp av rotröta på hösten än efterföljande vår i alla led ($p < 0,0147$) (figur 3), men skillnaden minskade med åren.

Tabell 9. Sjukdomsindex (SI) av inre angrepp för respektive provtagningstidpunkt (medeltal av samtliga försöksled 2005–2007)

Försöksplats	Vallår I		Vallår II		Vallår III	
	April	Oktober	April	Oktober	April	Oktober
Kvinnersta	18 d ¹	50 c	44 c	74 ab	65 ab	68 ab
Åkerby	24 d	45 c	47 c	66 ab	63 b	75 a

¹ Olika bokstäver visar statistiskt signifikanta skillnader mellan plats, vallår och tidpunkt, $p < 0,05$.

Diskussion

Vallen är den viktigaste proteinkällan i mjölkproduktionen. Att odla flera arter tillsammans har sedan länge varit praxis och rödklöver i samodling med gräs är ett framgångsrikt koncept. Den svaga uthålligheten hos rödklöver har uppmärksammats i flera undersökningar, senast i ekologiska vallar och odlingssystemstudier (Wallenhammar *et al.*, 2005; L- Baeckström, 2008). Vallbaljväxterna testas endast två år i svensk sortprovning (Halling, 2012), vilket inte ger de svar som odlaren behöver för att bedöma uthålligheten. I fältförsök har vi jämfört potentialen hos rödklöver, vitklöver, käringtand och blåusern i samodling med timotej och ängssvingel.

Den totala ts-avkastningen per vallår var större i vall II och vall III jämfört med det första vallåret för samtliga försöksled. Rödklöver var den baljväxt som gav störst avkastning totalt över samtliga tre vallår. Baljväxthalterna var lägre i första skörd jämfört med återväxtskördar-

na. RK Vivi utmärkte sig jämfört med övriga RK-led i vall III genom en större avkastning och baljväxthalt än led D med Fanny och cikoria. Uthålligheten hos RK Fanny minskade i denna studie inte tydligt om tre skördar togs per år i stället för två, men har i andra undersökningar påverkats mer (Nilsson-Linde *et al.* 2002).

Rödklöver var den baljväxt som påverkades mest av angreppen av rottröta och en stor andel rödklöverplantor var infekterade redan under insåningsåret, vilket överensstämmer med tidigare undersökningar (Rufelt, 1986; Wallenhammar, 2005). Den framväxande roten har infekterats utan yttre påverkan av det komplex av jordbundna patogener som har en vid krets av värdväxter (Lager & Gerhardsson, 2002). På hösten insåningsåret var sjukdomsindex i rödklöver signifikant högre (35–65) jämfört med de andra baljväxterna (6–33). Efter andra vallåret var samtliga undersökta rödklöverplantor infekterade och hade omfattande rötter (figur 1a och 1b). Angreppen i medeltal 2005–2008 ökade signifikant i RK-leden från vår till höst, medan ökningen var låg i övriga baljväxter (figur 2). Att rottröta har en stor påverkan på rödklöverandelen i vallen visas figur 3, och skörden av rödklöver följande år kan beräknas genom ett samband mellan SI på hösten vall I och vall II ($R^2 = 0,54$). De presenterade resultaten stämmer med del av hypotes i). Blålusern hade större angrepp av rottröta än käringtand och vitklöver och resultaten överensstämmer med hypotes ii). Däremot hade inblandningen av cikoria tillsammans med rödklöver ingen avkastningshöjande effekt och påverkade heller inte angreppet av rottröta.

Trots stora angrepp av rottröta var baljväxthalten signifikant högre i rödklöverleden i medeltal per vallår de två första vallåren jämfört med vitklöver, käringtand och lusern. På vissa plantor noterades utveckling av sekundära rötter, vilka kan kompensera för en skadad huvudrot (Sawai *et al.*, 1986). Därefter minskade rödklöverhalten signifikant från i medeltal 46–56 % till i medeltal 21–35 % vallår III där den högsta andelen representeras av Vivi. Samtidigt utjämnades skillnaden mot vitklöver som haft en stabil halt varierande mellan 21 och 28 % i medeltal för alla år. Andelen käringtand var lägre än rödklöver, och ofta även lägre än vitklöver. Att lusernandelen var låg beror troligtvis inte på sjukdomsangreppen utan på en dålig etablering, då andelen var mycket låg under hela försöksperioden (tabell 4).

För att minska infektionstrycket av rottröta i växtföljden finns anledning att variera baljväxtkomponent i vallarna. I baljväxtintensiva odlingsystem finns en stor risk för omfattande uppförökning av de patogena svampar som orsakar rottröta. Vitklöver, käringtand och blålusern är värdefulla alternativ i mera långliggande vallar. Proteinetns kvalitet har stor betydelse för foderutnyttjandet. Käringtand ger enligt Eriksson *et al.* (2012) 36 g mer mjölkprotein och en tendens till 0,8 kg mera mjölk per dag än vitklöver, och tillväxten hos växande stutar har varit minst lika stor med käringtand som med vitklöver i samodling med engelskt rajgräs (Nilsson-Linde *et al.*, 2004). Käringtand har i andra studier visat en betydligt högre baljväxthalt, ca 50 % i vall III, i torkkänsliga områden (Nilsson-Linde & Bergkvist, 2005).

Tillförsel av kalk motverkade inte angrepp av rottröta då inga signifikanta skillnader i angrepp mellan led kunde visas vare sig insåningsåret eller de följande vallåren (tabell 9). Detta står i kontrast till de erfarenheter som redovisats från USA (Close, 1994) och visar att hypotes iii) inte stämde. Vi kunde heller inte påvisa några avkastningsskillnader i kalkade led. Däremot visade båda kalkgivorna signifikanta ($p < 0,05$) effekter på markkemiska parametrar som pH och Ca-AL (tabell 8).

Vallen är den viktigaste proteinkällan i mjölkproduktionen, där kvalitet och baljväxthalt är avgörande för ekonomin. I vår studie har klöverhalten varit högre jämfört med andra under-

sökningar t.ex. Martinsson & Ericson (2012), vilket dels beror på en större mängd sådd klöver, dels ett ekologiskt odlingssystem. Skillnader i klöverhalt mellan platser har varit påtaglig och den totala ts-avkastningen var 1,3 ton ha⁻¹ större per vallår på Kvinnersta jämfört med Rådde. I foderoptimering enligt NorFor har treskördesystemet med RK Fanny respektive VK Sonja gett lägst foderkostnad, vilket inte överensstämmer med del av hypotes i). Vivi i tvåskördesystem var det näst bästa alternativet och undersöktes inte med tre skördar. Noteras bör dock att inga merkostnader beräknats för hackning, pressning eller plastning i samband med en tredje skörd, eftersom totalavkastningen var ganska lika mellan två- och treskördesystemet. Sen skördetidpunkt speglades i mer fiber och lägre energihalt. Optimala rödklöverandelar i grovfodret ökar dessutom mineral- (Lindström *et al.*, 2012) och vitamininnehållet. (Lindkvist *et al.*, 2012). Rödklöversorter med motståndskraft mot jordbundna patogener är ett högprioriterat förädlingsmål, avgörande för energieffektiva odlingssystem.

Slutsatser

Rödklöver visade bra uthållighet under vallår II, trots att rötterna var kraftigt infekterade av rotröta. Under det tredje vallåret minskade andelen rödklöver signifikant, i Fanny med 55 % och i Vivi med 37 %. Den största ts-avkastningen totalt av alla baljväxter gav rödklöver Vivi i tvåskördesystem trots stora angrepp av rotröta. Foderekonomiskt har vit- och rödklöver i treskördesystem hävdats sig bäst. En kostnads- och miljöeffektiv mjölkproduktion kräver starkt förbättrad uthållighet hos rödklöver tredje vallåret och provningen måste omfatta tre år när nya sorter ska utvärderas.

Tack

Stort tack till försökspersonal på HS Sjuhärad och HS Konsult AB samt till Fil. Dr Johannes Forkman, SLU för värdefull statistisk konsultation.

Resultatförmedling

Ekokonferensen 2005. Uppsala. Resultatförmedling rådgivare och lantbrukare. Vall 2006. Vreta Kloster. Resultatpresentation för lantbrukare. EGF 2008. Uppsala. Posterpresentation. 450 internationella deltagare. Regional konferens ÖSF Linköping. Fältvandringar Rådde och Kvinnersta. Fortbildningar rådgivare 2006: Sunnersta – 40 st. HIR-konferens – 50 st, Jönköping – 50 st. Fortbildning för lantbrukare Ekologisk vallodling, 2006: Karlstad – 30 st, 2009: Örebro – 25 st, 2011: Blekinge. Köttproducenter Bräkne-Hoby – 30 st. Naturbeteskött i Norge, april 2013 (WWF, producenter).

Wallenhammar, A.-C., Nilsson-Linde, N., L-Baekstöm, G. & Jansson, J. 2005. Uthålliga vallbaljväxter för miljö- och kostnadseffektiv mjölkproduktion. Ekologiskt lantbruk. Konferens 22–23 november 2005. Uppsala, 324–325.

Wallenhammar, A.-C., Nilsson-Linde, N., Jansson, J., Stoltz, E. & L-Baekström, G. 2008. Influence of root rot on the sustainability of grass/legume leys in Sweden. *Grassland Science in Europe* 13, 341–343.

Nilsson-Linde, N., Wallenhammar, A.-C., Jansson, J. & Stoltz, E. 201x. Influence of root rot on the sustainability of legume leys (manusbearbetning).

Wallenhammar, A.-C. & Nilsson-Linde, N. 201x. The influence of lime of *Fusarium* root rot in red clover leys (manusbearbetning).

Wallenhammar, A.-C., Nilsson-Linde, N. & Jansson, J., 2013. Rottrötan – ett gissel. Svenska Vallföreningen. Svenska Vallbrev 5 (manusbearbetning).

Referenser

Belesky, D.P., Turner, K.E., Fedders, J.M. and Ruckle, J.M. 2001. Mineral composition of swards containing forage chicory. *Agron. J.* 93, 468–475.

Bertilsson, J., Dewhurst, R.J., Tuori, M. 2001. Effects of legume silages on feed intake, milk production and nitrogen efficiency. I: R.J. Wilkins & C. Paul (eds.). *Legume silages for animal production*. FAL. Braunschweig. Special issue 39–45.

Close, R.C. 1994. *Pasture Plant Diseases. I: Pastures their ecology and management* (red. R.H.M. Langer). Oxford University Press. Auckland. 468–490.

- Eriksson, T., Norell, L. & Nilsson-Linde, N. 2012. Nitrogen metabolism and milk production in dairy cows fed semi-restricted amounts of ryegrass-legume silage with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science* 67:4, 546–558.
- Frankow-Lindberg, B. 1987. Odling av lusern i blandbestånd. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta – Mark/växter 15. 4 s.
- Frankow-Lindberg, B. 1989. The effect of nitrogen and clover proportion on yield of red clover-grass mixtures. XVI International Grassland Congress, Nice. 173–174.
- Halling, M.A. 2012. Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2012/2013. SLU. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Uppsala. 71 s.
http://www.ffe.slu.se/FFE/Info/sortval_2012-2013.pdf
- Kuoppalas, K. 2010. Influence of harvesting strategy on nutrient supply and production of dairy cow consuming diets based on grass and red clover silage. Agrikultur-forstvetenskapliga fakulteten, Helsingfors Universitet.
- Lager, J. & Gerhardson, B. 2002. Pathogenicity of clover root pathogens to pea bean and lucerne. *Journal of plant diseases and protection* 109 (2), 142–151.
- Lagerström-Baeckström, G. 2008. Utvärdering av olika odlingssystem i en trettonårig studie på Kvinersta. Rapport efter tredje växtföljdsomloppet, 1992–2004. Centrum för Uthålligt Lantbruk. Ekologiskt lantbruk, 51.
- Lindström, B.E.M., Frankow-Lindberg, B.E., Dahlin, A.S., Wivstad, M. & Watson, C.A. 2012. Micronutrient concentrations in common and novel forage species and varieties grown on two contrasting soils. *Grass and Forage Science*, 1–10.
- Lindqvist, H. 2012. α -tocopherol and β -carotene in forages and their utilisation by dairy cows in organic production. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Skara. Acta Universitatis agriculturae Sueciae 15. 71 s.
- Martinson, K. & Ericson, L. 2012. Harvest system and the effect on forage quantity and forage quality. Proc. of the 3rd Nordic Feed Science Conference, 28–29 juni, 62–66.
- Nilsson-Linde, N. 1999. Birdsfoot trefoil grown in mixtures with grasses in a temperate climate. I: D. Fougelman & W. Lockeretz (red.). Organic agriculture the credible solution for the XXIst century. Proc. 12th international IFOAM scientific conference. November 15th–19th 1998. Mar del Plata, Argentina, 171–175.
- Nilsson-Linde, N. & Bergkvist, G. 2005. Sward stability and persistence of *Lotus corniculatus* (L.) in mixed swards with and without white clover in Sweden. Workshop of COST Action 852. Adaptation and Management of Forage Legumes – Strategies for Improved Reliability in Mixed Swards. 20–22 september. Ystad. 223–226.
- Nilsson-Linde, N., Stenberg, M. & Tuveesson, M. 2002. Nutritional quality and yield of white or red clover mixed swards with two or three cuttings with and without nitrogen. *Grassland Science in Europe* 7, 146–147.
- Nilsson-Linde, N., Olsson, I., Hedqvist, H., Jansson, J., Danielsson, G. & Christensson, D. 2004. Performance of heifers offered herbage with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.). *Grassland Science in Europe* 9, 1062–1064.
- NorFor, 2011. NorFor – The Nordic feed evaluation system. H. Volden (Ed.). EAAP Publication No. 130. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands.
- Nykänen, A., Granstedt, A., Laine, A. & Kunttu, S. 2000. Yields and clover contents of leys of different ages in organic farming in Finland. *Biological agriculture & horticulture* 18 (51), 5–66.
- Rufelt, S. 1979. Klöverens rotröta, förekomst, orsaker och betydelse i Sverige. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 9, 43 s.
- Rufelt, S. 1986. Studies on Fusarium root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Sveriges Lantbruksuniversitet. Inst. för växt- och skogsskydd, Uppsala. Doktorsavhandling. 33 s.
- Rydberg, I. 1998. Breeding of catch crops – a way to reduce nitrate leaching from arable land. SLU. Inst. för växtbiologi. Doktorsavhandling. Agraria 107.
- SAS Institute Inc. 2009. JMP. Version 8.0.1. Cary, NC, USA.
- Sawai, A., Gau, M., & Ueds, S. 1986. Difference in root system among growth types of red clover. *J Japan Grass Sci.* 32, 164–166.
- Svanäng, K. & Frankow-Lindberg, B. 1994. Vitklöver som slätterväxt. Effekter av kvävegödsling och skördeintensitet. SLU. Inst. för växtodlingslära. Växtodling 51. 23 s.
- Tuori, M., Syrjälä-Qvist, L. & Jansson, S. 2002. Red clover and meadow fescue silages fed in different proportions in milk production. Proc. XIIIth International silage conference. September 11–13. Auchincruive, Scotland. 130–131.
- Wallenhammar, A.-C. & Anderson, L.E. 2002. Kvalitetsodling av vårvete efter klöverrik vall. I: Jordbrukskonferensen 19–20 november. SLU. Uppsala. 162.
- Wallenhammar, A.-C., Adolfsson, E., Engström, M., Henriksson, M., Lundmark, S., Roempke, G., & Ståhl, P. 2005. Field surveys of Fusarium root rot in organic red clover leys. In: Proc. of NJF Seminar 369. Organic farming for a new millennium – status and future challenges. 14–15 June. Alnarp, Sweden.