

Slutrapport projekt H0733452

Jordbearbetningssystem för uthållig spannmålsproduktion 2008-2010

Bakgrund

Intresset för reducerad bearbetning är fortsatt stort bland lantbrukare och maskintillverkare, och aktiviteter där jordbearbetning demonstreras är ständigt välbesökta. Begreppet plöjningsfri odling och dess för- och nackdelar är känt sedan tidigare och har nu ersatts av nya möjligheter inom konceptet reducerad bearbetning (Johansson, 2004). Under årens lopp har det ständigt funnits ett intresse för att minska kostnaden för jordbearbetning. Grund plöjning, direktsådd, plogfri odling är tekniker som undersökts (Arvidsson *et al.*, 2002). Under 2000-talet har flera nya jordbearbetningsredskap introducerats på marknaden som gör det möjligt att med effektiv reducerad jordbearbetning ersätta den traditionella med minskade kostnader både vad avser bränsleförbrukning och arbetstid. Svårigheten för lantbrukaren består i att värdera ny teknik på den egna gården. Huvudsyftet i projektet är att systematiskt jämföra och utreda skillnaderna mellan olika bearbetningssystem i en marknadsanpassad, vetedominerad växtföljd, att ta fram ett beslutsunderlag för lantbrukare som står i begrepp att förändra bearbetningssystem, att tydliggöra de biologiska och ekonomiska effekter olika systemlösningar medför. Projektet (0433032) startade under våren 2005 och de två första skördeåren (höstvet) har redovisats tidigare (Wallenhammar, 2008). Här redovisas resultaten från 2008-2010 med tyngdpunkt på 2010.

Material och metoder

Konventionell bearbetning och olika reducerade bearbetningssystem jämfördes i en femårig växtföljd, och de biologiska effekterna, inverkan på skördens storlek och kvalitet, beståndsutveckling, angrepp av jordbundna sjukdomar, stråbas-, bladsjukdomar samt örtgräsens utveckling har bestämts. Under hösten 2005 anlades tre fältförsök med höstvet, efter förfrukt korn med halmen väl hackad och spriden; i Mosås, Örebro, Vreta Kloster och Säby, Ultuna egendom. Försöksplan, och bearbetningsredskap redovisas i tabell 1 och 2. Grödsekvensen var; höstvet, höstvet, vårraps, korn och höstvet. Försöken har utförts av HS Konsult AB, Örebro, Hushållningssällskapet Rådgivning Agri AB, Linköping och av avdelningen för Jordbearbetning, Inst f Mark och Miljö, SLU. Samtliga försök är sådda rutvis med en Crossboard-utrustad Väderstad Rapid. Försöksdesignen är en modifierad split-plot design med 2 x 4 led x 4 block (tabell 1). Rutstorleken är ca 80 m², anpassad efter maskinbredd och rutlängden minst 10 m.

Tabell 1. Försöksplan i serie R2-5077.

| Försöksled | Bearbetning |
|------------|---|
| A. | Plöjning normalt djup (25 cm) med konventionell växelplög |
| B. | Plöjning grunt (ca 10 cm) med specialplög |
| C. | Kombinationsredskap för djup bearbetning (10-15 cm) |
| D. | Kombinationsredskap för grund bearbetning (5-6 cm) |
| | 1. Obehandlat |
| | 2. Fungicidbehandlat |

Tabell 2. Beskrivning av försöksplatser och bearbetningssystem.

| Försöksled | Mosås, T-län | Vreta kloster, E-län ¹ | Ultuna, C-län |
|------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Mullhalt: 3,4 % Ler: 37 %, pH:6,7 | Mullhalt: 4,1 % Ler: 36 %, pH: 6,9 | Mullhalt: 4,5 % Ler: 50 %; pH: 6,9 |
| A. | Växelplog, 20 cm | Växelplog, 20 cm | Växelplog, (Överrum), 20 cm |
| B. | Växel plog, 15 cm | Växelplog, 12-13 cm | Ecomat, 10 cm |
| C. | Kerner, 15 cm | John Deere Mulch Tiller | Top Down, 15 cm |
| D. | Carrier, 5 cm, 2 ggr | Carrier, 5 cm ¹ , 2 ggr | Carrier, 5 cm, 2ggr |

¹Dalbo Farmer disc 2009

Växtskyddåtgärder

Fungicidbehandlingarna utfördes i halva försöket enligt plan (tabell 1) medan övriga behandlingar utfördes i hela försöket.

År 2008. Fungicidbehandling i full blom med Amistar 0,8 l ha⁻¹. Rapsbaggar behandlades vid tre tillfällen på samtliga platser. Spillhöstvetete behandlades i Mosås och Ultuna.

År 2009. Fungicidbehandling mot bladfläcksvampar i DC 37-39. I Mosås och på Ultuna användes Acanto 0,2 l /ha⁻¹, på Vreta Kloster en blandning av Stereo 0,8 l/ha⁻¹ och Amistar 0,25 l/ha⁻¹. Insekticidbehandling genomfördes på Vretra Kloster i DC 37-39. Broddbehandling med Topsin WG i Vreta Kloster den 12 nov, och i Uppsala den 14 dec. Ingen behandling i Örebro

År 2010. Fungicidbehandling i DC 37-39 med Proline (propiokonazol) 0,4 l/ha⁻¹ samt i DC 55-59 Proline 0,4 l/ha⁻¹. Insekticidbehandling gjordes i samtliga försök i DC 55-59.

Provtagningar och analyser

Profilprov för kvävebestämning har uttagits ledvis vid två tidpunkter, under senhösten nov-dec samt på våren före sådd. Per samruta har tagits 6 stick 0-30 cm, 3 stick 30-60 cm och 3 stick 60-90 cm. Proverna har frysts och analyserats vid Eurofins Agro AB, Kristianstad resp Inst f mark och miljö, SLU. Den skördade kärnan har analyserats avseende vattenhalt, renvikt, rymdvikt och N-halt.

Observationer och graderingar

Planttäthet har bedömts efter avslutad uppkomst 0-100. Planräkning utfördes längs 2 löpmeter rutvis, och följdes upp av axräkningar efter samma sträckor. Ogräs har räknats rutvis före ogräsbekämpning på 4 x 0,25 m².

Växtpatologiska undersökningar

Provtagning för sjukdomsgradering av bladfläcksvampar och stråbassjukdomar gjordes i mitten av juli, motsvarande DC 87. Tio slumpmässigt utvalda plantor grävdes upp rutvis och förvarades svalt i kylrum (+8 C). Bladfläcksvampar har bedömts på de tre översta bladen enligt Olofsson och Qvarnström (1983). Före bedömning av rotdödare enligt indexmetod (Wallenhammar och Pettersson, 2003) tvättades rötterna i rinnande vatten.

Statistik

Resultaten har bearbetats vid försöksavdelningen f Jordbearbetning, Inst f Mark och Miljö, SLU med SAS-Mixed Model. Växtpatologiska data har dessutom bearbetats med variansanalys (ANOVA) och Duncan's Multiple range test.

Resultat

Effekter av bearbetningssystem på fröskörd och beståndsrelaterade parametrar av vårraps visas i tabell 3. Försöksplats Vreta Kloster kasserades, sedan torra förhållanden resulterat i en långt utdragen etableringsfas som skapade problem med rapsbaggar. I Örebroförsöket var skörden för plöjda led mellan 15 och 20 % högre jämfört med reducerad bearbetning I Örebroförsöket fanns inga skillnader mellan behandlat och obehandlade led. I Uppsala noterades inga skillnader i fröskörd mellan de olika bearbetningssystemen (tabell 5). Fungicidbehandlig har gett stor skördeökning i Uppsala, och hänförs till angrepp av

svartfläcksjuka (*Alternaria brassicae*). Skördeökningen blev i medeltal 14 % och ca 40 % av skidans yta var angripen. Förekomsten av bomullsmögel var låg, i medeltal 1 %.

Analyserna av markkväveinnehåll visar skillnader i nivå mellan försöksplatserna (resultat visas ej här). Nettoförluster förekom under vinterhalvåret i Örebro, medan det i Vreta Kloster och Uppsala uppmättes större kvävemängder på våren jämfört med i november. Tydliga skillnader går inte att utläsa, men genomgående återfinns relativt lägre kväve mängder i led D, den grunda bearbetningen.

Tabell 3. Skörd, råfett och plantantal vår av vårraps 2008 vid olika jordbearbetnings-behandlingar, med och utan fungicid, för respektive försöksplats samt medeltal av två försöksplatser.

| Försöksled | Mosås | | | | Ultuna | | | | Totalt | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|------------|---|-------------------------------------|
| | Skörd vh=9 kg ha ⁻¹ | Rel tal | Råfett Plantor vår st m ² | Plantor vår st m ² | Skörd vh=9 kg ha ⁻¹ | Rel tal | Råfett Plantor vår st m ² | Plantor vår st m ² | Skörd vh=9 kg ha ⁻¹ | Rel tal | Råfett Plantor vår st m ² | Plantor vår st m ² |
| A1. plöjn 25 cm | 1617 | 100 | 726 | 71 | 2790 | 100 | 2309 | 106 | 2228 | 100 | 1518 | 89 |
| A2. plöjn 25 cm. fungicid | 1750 | 105 | 771 | 74 | 3180 | 114 | 2688 | 112 | 2466 | 111 | 1730 | 93 |
| B1. plöjn 10 cm | 1830 | 100 | 798 | 81 | 2880 | 100 | 2360 | 126 | 2353 | 106 | 1579 | 103 |
| B2. plöjn 10 cm. fungicid | 1720 | 94 | 771 | 74 | 3210 | 112 | 2673 | 114 | 2467 | 111 | 1722 | 94 |
| C1. bearbetn 15 cm | 1400 | 100 | 602 | 62 | 2740 | 100 | 2218 | 112 | 2067 | 93 | 1410 | 87 |
| C2. bearbetn 15 cm. fungicid | 1430 | 102 | 624 | 57 | 3220 | 118 | 2717 | 96 | 2326 | 104 | 1670 | 77 |
| D1. bearbetn 5 cm. | 1270 | 100 | 553 | 86 | 2850 | 100 | 2347 | 134 | 2062 | 93 | 1450 | 110 |
| D2. bearbetn 5 cm. fungicid | 1210 | 95 | 534 | 75 | 3240 | 114 | 2683 | 128 | 2229 | 100 | 1608 | 101 |
| A. plöjn 25 cm | 1710 | 100 | 749 | 72 | 2980 | 100 | 2499 | 109 | 2347 | 100 | 1624 | 91 |
| B. plöjn 10 cm | 1770 | 104 | 784 | 78 | 3050 | 102 | 2517 | 120 | 2410 | 103 | 1650 | 99 |
| C. bearbetn 15 cm | 1410 | 83 | 613 | 60 | 2980 | 100 | 2467 | 104 | 2196 | 94 | 1540 | 82 |
| D. bearbetn 5 cm. | 1240 | 73 | 544 | 80 | 3050 | 102 | 2515 | 131 | 2145 | 91 | 1529 | 106 |
| 1. utan fungicid | 1540 | 100 | 670 | 75 | 2810 | 100 | 2308 | 119 | 2177 | 100 | 1489 | 97 |
| 2. fungicidbehandlat | 1530 | 99 | 675 | 70 | 3210 | 114 | 2690 | 112 | 2372 | 109 | 1683 | 91 |
| F 1 (bearb) <i>p</i> | 0,006 | | 0,008 | es | es | | es | es | es | | es | <0,001 |
| F 1 (bearb) LSD | 280 | | 133 | (0,074) | (0,078) | | | | | | | 7 |
| F 2 (fungicid) <i>p</i> | es ¹ | | es | es | <0,001 | | <0,001 | es | es | | 0,048 | 0,030 |
| F 2 (fungicid) LSD | | | | | 50 | | 45 | | | | 191 | 5 |

¹ es = ej signifikant

Effekter av bearbetningssystem på skörd av korn 2009, bestånd och proteinhalt redovisas i tabell 4. Små skördeskillnader fanns i Örebroförsöket, fungicidbehandlingen verkade något skördehöjande, och leden med den grundaste bearbetningen (led D) lämnade något lägre skörd jämfört med övriga behandlingar (tabell 4). Skördenivån var betydligt högre i Vreta Kloster och Uppsala jämfört med i Mosås. Stora skillnader i beståndstäthet förelåg, med i medeltal 288 plantor/m² i Mosås och 410 plantor/m² (uppgifter från Uppsala saknas). I Vreta Kloster ökade skörden med 19 % i fungicidbehandlade led, och i Uppsala med 8 % (tabell 4), trots relativt låga angrepp av bladsvampar i obehandlade led (ej redovisat här). Stråstyrkan vid skörd var i medeltal 48 i obehandlat och 78 i behandlade led och stråbrytningen 16 respektive 48 i Vreta Kloster. I Uppsala var stråstyrkan 51 respektive 58, och i Mosås 100. Höga mineralkväveförråd på hösten, i medeltal 48 kg ha⁻¹ i Vreta kloster och 83 kg ha⁻¹ i Uppsala (resultat visas ej här) har bidragit till en hög skördepotential, som kunnat bäras fram i fungicidbehandlade led. I Örebro var N-nivån i medeltal 24 kg ha⁻¹. De bearbetade leden (C och D) gav en något lägre skörd jämfört med plöjda led, i medeltal 98 % av led A och B. Inga signifikanta skillnader fanns.

Tabell 4. Kärnkörd, proteinhalt i kärna och plantantal vår av korn 2009 vid olika jordbearbetnings-behandlingar, med och utan fungicid, för respektive försöksplats.

| Försöksled | Mosås | | | | Vreta Kloster | | | | Ultuna | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------|--------------------|-------------------------------------|
| | Skörd vh=15 kg ha ⁻¹ | Rel tal | Protein % av ts | Plant or m ⁻² | Skörd vh=15 kg ha ⁻¹ | Rel tal | Protein % av ts | Plantor st m ⁻² | Skörd vh=15 kg ha ⁻¹ | Rel tal | Protein % av ts | Plantor Antal m ⁻² |
| A1. plöjn 25 cm | 5540 | 100 | 16,0 | 301 | 7090 | 100 | 11,6 | 384 | 6390 | 100 | 11,7 | |
| A2. plöjn 25 cm. fungicid | 5650 | 102 | 16,2 | 285 | 8460 | 100 | 11,6 | 432 | 7000 | 110 | 11,7 | |
| B1. plöjn 10 cm | 5710 | 103 | 16,1 | 302 | 7230 | 102 | 11,7 | 402 | 6360 | 100 | 11,9 | |
| B2. plöjn 10 cm. fungicid | 5620 | 100 | 16,5 | 298 | 8570 | 101 | 11,6 | 416 | 6690 | 105 | 12,1 | |
| C1. bearbetn 15 cm | 5460 | 98 | 15,9 | 285 | 6770 | 96 | 11,8 | 414 | 6150 | 100 | 12,2 | |
| C2. bearbetn 15 cm. fungicid | 5770 | 102 | 15,7 | 284 | 8350 | 99 | 11,3 | 418 | 6740 | 109 | 12,2 | |
| D1. bearbetn 5 cm. | 5450 | 98 | 15,5 | 256 | 7140 | 101 | 11,5 | 416 | 6310 | 100 | 12,0 | |
| D2. bearbetn 5 cm. fungicid | 5500 | 97 | 15,9 | 293 | 8160 | 96 | 11,3 | 410 | 6840 | 108 | 12,0 | |
| A. plöjn 25 cm | 5600 | 100 | 16,1 | 293 | 7770 | 100 | 11,6 | 408 | 6690 | 100 | 11,7 | |
| B. plöjn 10 cm | 5670 | 101 | 16,3 | 300 | 7900 | 102 | 11,6 | 409 | 6530 | 98 | 12,0 | |
| C. bearbetn 15 cm | 5610 | 100 | 15,8 | 285 | 7560 | 97 | 11,6 | 416 | 6450 | 96 | 12,2 | |
| D. bearbetn 5 cm. | 5480 | 98 | 15,7 | 275 | 7650 | 98 | 11,4 | 413 | 6570 | 98 | 12,0 | |
| 1. utan fungicid | 5540 | | 15,9 | 286 | 7060 | 100 | 11,6 | 404 | 6300 | 100 | 12,0 | |
| 2. fungicidbehandlat | 5640 | | 16,1 | 290 | 8390 | 119 | 11,5 | 419 | 6820 | 108 | 12,0 | |
| F 1 (bearb) <i>p</i> | es ¹ | | es | es | es | | es | es | es | | 0,013 | |
| F 1 (bearb) LSD | | | | | | | | | | | 0,3 | |
| F 2 (fungicid) <i>p</i> | es | | es | es | <0,001 | | es | es | <0,001 | | es | |
| F 2 (fungicid) LSD | | | | | | | | | | | | |

¹ es = ej signifikant

Effekter av bearbetningssystem på skörd av höstvet 2010, bestånd och proteinhalt redovisas i tabell 6-8. Stora utvinningsskador drabbade försöksplatserna i Mosås och Vreta Kloster. Skörden reducerades mellan 16 och 31 % i led D och C i Mosås. I Vreta Kloster förmådde beståndet som reducerats till drygt hälften, att kompensera med ökad bestockning och en måttlig skördereduktion mellan 3 och 5 % jämfört med djup plöjning. I Uppsala genomfördes broddbehandling den 14 december, dagen innan ett flera månader långt snötäcke lade sig, och beståndet var fullgott i hela försöket. Angrepp av vetedvärgsjuka bedömdes variera mellan 10 och 20 % i led C och D, men förefaller inte ha påverkat skörden. Uppförelning av snärjmåra blev särskilt påtaglig i reducerade led, och täckte mellan 40 och 50 % av markytan i reducerade led i Mosås och Uppsala 2010 (ingen gradering utförs i Vreta Kloster).

Fungicidbehandlig har ökat skörden med i medeltal 10 % i Vreta Kloster, i övriga försök fanns inga effekter, vilket också återspeglas i låga angreppsnivåer av bladfläckar (tabell 10). N-förråden på våren var fortsatt lägst i Mosås, 25 kg ha⁻¹, 44 kg ha⁻¹ i Vreta Kloster och 70 kg ha⁻¹ i Uppsala.

Tabell 5. Skörd 15 % vh, upptaget N av ts, proteinhalt i kärna, planttäthet och örtogräs i höstvetete (Olivin). Mosås, T-län 2010.

| Försöksled | Skörd kg ha ⁻¹ | Rel tal Fak 1 | Rel tal Fak 2 | Protein % av ts | Upptaget N av ts kg ha ⁻¹ | Stråstyrka 0-100 | Plant- täthet 0-100 | Örtogräs st m ⁻² | Plantor m ⁻² antal | Ax m ⁻² |
|-------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|--|---------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| A1. Plöjn 25 cm | 6760 | 100 | 100 | 11,5 | 116,6 | 99 | 83 | 138 | 396 | 413 |
| A2. Plöjn 25 cm. | 7500 | 100 | 111 | 11,1 | 123,8 | 100 | 83 | 128 | 367 | 382 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| B1. Plöjn 10 cm | 7150 | 106 | 100 | 11,6 | 124,3 | 99 | 81 | 211 | 359 | 372 |
| B2. Plöjn 10 cm. | 6990 | 93 | 98 | 11,3 | 118,4 | 99 | 81 | 174 | 375 | 397 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| C1. Bearbetn 15 cm | 5090 | 75 | 100 | 11,6 | 87,3 | 95 | 64 | 127 | 255 | 316 |
| C2. Bearbetn 15 cm. | 4720 | 63 | 93 | 11,9 | 83,6 | 93 | 61 | 149 | 239 | 281 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| D1. Bearbetn 5 cm. | 6110 | 90 | 100 | 11,6 | 105,8 | 95 | 76 | 149 | 291 | 351 |
| D2. bearbetn 5 cm. | 5880 | 78 | 96 | 11,5 | 101,3 | 98 | 74 | 145 | 304 | 383 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| A. Plöjn 25 cm | 7130 | 100 | | 11,3 | 120,2 | 99 | 83 | 133 | 382 | 398 |
| B. Plöjn 10 cm | 7070 | 99 | | 11,5 | 121,4 | 99 | 81 | 192 | 367 | 385 |
| C. Bearbetn 15 cm | 4910 | 69 | | 11,8 | 85,5 | 94 | 64 | 138 | 247 | 299 |
| D. bearbetn 5 cm. | 6000 | 84 | | 11,6 | 103,6 | 96 | 75 | 147 | 298 | 367 |
| 1. Utan fungicidbehandling | 6280 | | 100 | 11,6 | 108,5 | 97 | 76 | 156 | 325 | 363 |
| 2. fungicidbehandlat | 6270 | | 100 | 11,5 | 106,8 | 97 | 75 | 149 | 321 | 361 |
| CV: | 11,2 | | | 5,3 | 14,7 | 3,8 | 3,0 | 19,1 | 17,3 | 15,4 |
| LSD F1: | 1520 | | | es | es | es | 13 | es | 64 | es |
| LSD F2: | es | | | es | es | es | es | es | es | es |

¹ es = ej signifikant.

Tabell 6. Flerårigt försök med jordbearbetningssystem. Skörd 15 % vh, proteinhalt, upptaget N av ts, planttäthet och örtogräs i höstvetete (Olivin). Vreta kloster, E-län 2010.

| Försöksled | Skörd ¹ kg ha ⁻¹ | Rel tal Fak 1 | Rel tal Fak 2 | Protein % av ts | Upptaget N av ts kg ha ⁻¹ | Strå- styrka 0-100 | Plant- täthet 0-100 | Plantor m ⁻² | Örtogräs st m ⁻² | Ax m ⁻² |
|-------------------------------|---|------------------|------------------|--------------------|--|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| A1. Plöjn 25 cm | 6440 | 100 | 100 | 12,6 | 121 | 100 | 85 | 371 | | 394 |
| A2. Plöjn 25 cm. | 6430 | 100 | 100 | 11,7 | 112 | 100 | 91 | 366 | | 360 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| B1. Plöjn 10 cm | 6090 | 95 | 100 | 12,8 | 116 | 100 | 84 | 284 | | 376 |
| B2. Plöjn 10 cm. | 6550 | 102 | 108 | 11,8 | 115 | 100 | 91 | 360 | | 367 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| C1. Bearbetn 15 cm | 5750 | 89 | 100 | 13,3 | 114 | 100 | 36 | 228 | | 317 |
| C2. Bearbetn 15 cm. | 6450 | 100 | 112 | 11,4 | 109 | 100 | 68 | 283 | | 358 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| D1. bearbetn 5 cm. | 5410 | 84 | 100 | 13,4 | 108 | 100 | 28 | 127 | | 331 |
| D2. bearbetn 5 cm. | 6560 | 102 | 121 | 12,2 | 119 | 100 | 76 | 287 | | 435 |
| Fungicidbeh | | | | | | | | | | |
| A. Plöjn 25 cm | 6430 | 100 | | 12,2 | 117 | 100 | 88 | 369 | | 377 |
| B. Plöjn 10 cm | 6320 | 98 | | 12,3 | 116 | 100 | 88 | 322 | | 372 |
| C. Bearbetn 15 cm | 6100 | 95 | | 12,3 | 112 | 100 | 52 | 256 | | 338 |
| D. bearbetn 5 cm. | 5980 | 93 | | 12,8 | 113 | 100 | 52 | 207 | | 383 |
| 1. Utan fungicidbehandling | 5920 | | 100 | 13,0 | 115 | 100 | 58 | 253 | | 355 |
| 2. fungicidbehandlat | 6500 | | 110 | 11,8 | 114 | 100 | 82 | 324 | | 380 |
| CV: | 3,4 | | | 2,1 | 5 | | 14,7 | 27,9 | | 14,7 |
| LSD F1: | 290 | | | 0,3 | es | | 12 | 91 | | es |
| LSD F2: | 160 | | | 0,2 | es | | 8 | 62 | | es |

¹ es = ej signifikant

Tabell 7. Flerårigt försök med jordbearbetningssystem. Skörd 15 % vh, proteinhalt, upptaget N av ts, planttäthet och örtogräs i höstvetete (Olivin). Ultuna, C-län 2010.

| Försöksled | Skörd ¹ kg ha ⁻¹ | Rel tal Fak 1 | Rel tal Fak 2 | Protein % av ts | Upptaget N av ts kg ha ⁻¹ | Strå- styrka 0-100 | Plant- täthet 0-100 | Plantor m ⁻² | Örtogräs St m ⁻² | Ax m ⁻² |
|------------------------------------|---|------------------|------------------|--------------------|--|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| A1. Plöjn 25 cm | 6580 | 100 | 100 | 14,0 | 137 | 90 | 95 | 174 | 86 | 390 |
| A2. Plöjn 25 cm. Fungicidbeh | 6700 | 100 | 102 | 13,9 | 139 | 90 | 95 | 199 | 107 | 433 |
| B1. Plöjn 10 cm | 6730 | 102 | 100 | 13,8 | 139 | 90 | 95 | 217 | 168 | 380 |
| B2. Plöjn 10 cm. Fungicidbeh | 6660 | 100 | 99 | 13,9 | 138 | 90 | 95 | 154 | 212 | 389 |
| C1. Bearbetn 15 cm | 6820 | 104 | 100 | 14,0 | 142 | 90 | 95 | 236 | 194 | 420 |
| C2. Bearbetn 15 cm. Fungicidbeh | 6870 | 103 | 101 | 13,8 | 142 | 90 | 95 | 185 | 230 | 393 |
| D1. bearbetn 5 cm. | 7260 | 110 | 100 | 13,8 | 150 | 90 | 95 | 206 | 204 | 446 |
| D2. bearbetn 5 cm. Fungicidbeh | 7120 | 106 | 98 | 13,7 | 145 | 90 | 95 | 242 | 246 | 425 |
| A. Plöjn 25 cm | 6640 | 100 | | 13,9 | 138 | 90 | 95 | 187 | 97 | 412 |
| B. Plöjn 10 cm | 6690 | 101 | | 13,9 | 138 | 90 | 95 | 186 | 190 | 385 |
| C. Bearbetn 15 cm | 6850 | 103 | | 13,9 | 142 | 90 | 95 | 211 | 212 | 407 |
| D. bearbetn 5 cm. | 7190 | 108 | | 13,7 | 147 | 90 | 95 | 224 | 225 | 436 |
| 1. Utan fungicidbehandling | 6850 | | 100 | 13,9 | 142 | 90 | 95 | 208 | 163 | 409 |
| 2.fungicidbehandlat | 6840 | | 100 | 13,8 | 141 | 90 | 95 | 195 | 199 | 410 |
| CV: | 2,3 | | | es | es | | | 8,7 | 23,4 | 14,0 |
| LSD F1: | 390 | | | es | es | | | 22 | 48 | es |
| LSD F2: | es ¹ | | | | | | | es | 33 | es |

¹ es = ej signifikant

Växtpatologiska undersökningar

Rotdödarindex samt procent angripen yta av bladfläckar i korn bestämdes (resultat visas ej här). Varken jordbearbetning eller fungicidbehandling gav effekter på rottdödarindex då inga statistiskt signifikanta skillnader kunde hittas. Däremot fanns skillnader mellan försöksplatserna (tabell 8). Rottdödarindex var högre på fältet i Örebro jämfört med de andra platserna. Högst angrepp av bladfläckar fanns i Uppsala fältet.

Tabell 8. Angeppsgrad (% yta) av bladfläckar och rottdödare (Sjukdomsindex). Medelvärde av samtliga försöksled på de olika försöksplatserna 2009, n=32.

| Försöksplats | Rottdödare (SI) | Bladfläck (% yta) |
|---------------|--------------------|----------------------|
| Uppsala | 8,5 b ¹ | 3,0 a |
| Vreta Kloster | 8,4 b | 0,2 b |
| Örebro | 11,3 a | 0,1 b |

¹Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan försöksplatserna, p<0,05

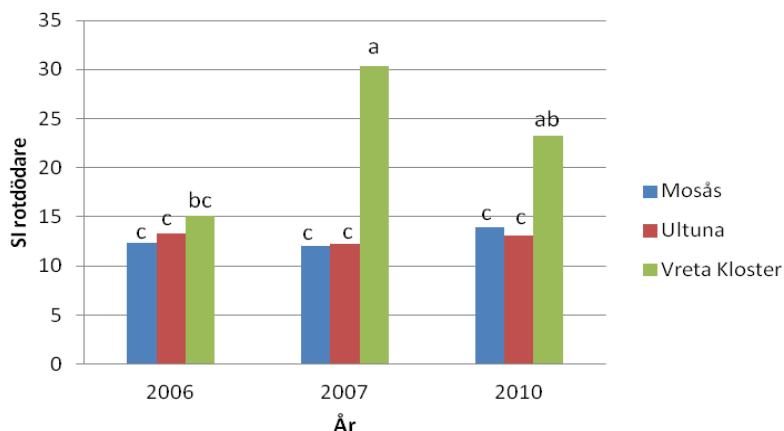
Tabell 9. Angeppsgrad (% yta) av bladfläckar (n=16) och sjukdomsindex (SI) av rottdödare (n=32) och stråknäck (n=32). Medelvärde av samtliga försöksled på de olika försöksplatserna 2010.

| Försöksplats | Rottdödare (SI) | Bladfläck (% yta) | Stråknäck (SI) |
|---------------|--------------------|----------------------|-------------------|
| Uppsala | 13,0 b | 3,8 b | 12 b |
| Vreta Kloster | 22,8 a | 6,1 a | 18 a |
| Örebro | 14,0 b | 1,1 c | 13 b |

¹Olika bokstäver indikerar statistiskt signifikanta skillnader mellan försöksplatserna, p<0,05

Stråknäckare, rottdödarindex samt procent angripen yta av bladfläckar i höstvetete bestämdes. Den enda signifikanta skillnad som finns är i Vreta Kloster där stråknäckangreppet är lägre i led C (resultat visas ej här). Ett medeltal av samtliga nio försök (resultat visas ej här) visar en signifikant sänkning av stråknäckindex i fungicidbehandlade led. Däremot hittades skillnader mellan försöksplatserna (tabell 9). Rottdödarindex och stråknäckindex var signifikant högre i Vreta Kloster. Angreppen av bladfläckar var signifikant skilda åt mellan samtliga platser. De högsta angreppen finns i plöjda led (tabell 10).

Figur 1 visar angrepp av rotdödare i höstvetete över tiden på de tre försöksplatserna.



Figur 1. Sjukdomsindex (SI) av rotdödare i höstvetete.

DNA- analyserna utfördes med relativ kvantifiering, dvs. resultaten är relativa ett referensprov, vilka då blir enhetslösa. I Tabell 11 presenteras resultaten från fyra utvalda led. Dominerande patogener är bladfläcksjuka och svartpricksjuka. DTR förekommer i mycket låga nivåer. Höga värden finns genomgående i led A, och av svartpricksjuka i led D i Mosås.

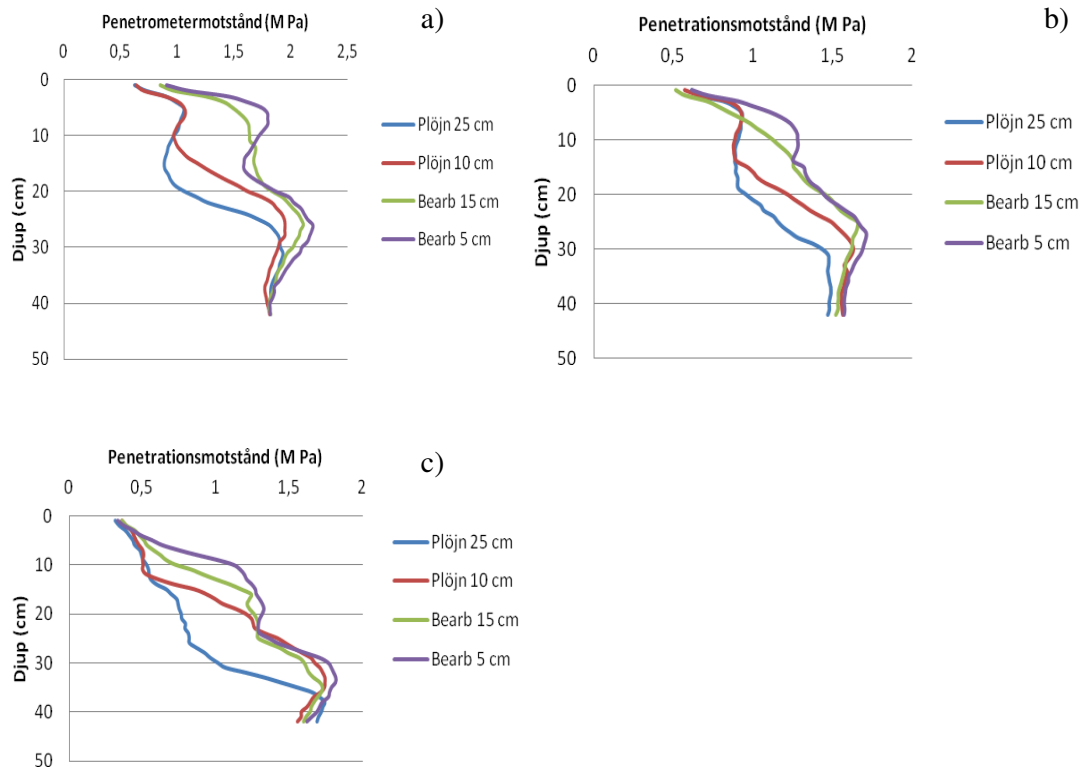
Tabell 11. Ledvis kvantifiering av vetets bladfläcksjuka *Drechslera tritici-repentis* (DTR), brunfläcksjuka (*Stagonospora nodorum*) och svartpricksjuka (*Septoria tritici*) 2010 med realtids-PCR i utvalda obehandlade led.

| Behandling | Örebro | | | Vreta kloster | | | Uppsala | | |
|-------------------|--------|------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|---------|------------------|------------------|
| | DTR | <i>S.nodorum</i> | <i>S.tritici</i> | DTR | <i>S.nodorum</i> | <i>S.tritici</i> | DTR | <i>S.nodorum</i> | <i>S.tritici</i> |
| A1 Plöjn 25 cm | 3,27 | 41,00 | 64,86 | 31,69 | 115,17 | 55,76 | 3,37 | 52,47 | 176,71 |
| B1 Plöjn 10 cm | 0,02 | 7,02 | 24,44 | 1,94 | 54,93 | 51,34 | 12,67 | 20,70 | 98,89 |
| C1 Bearbetn 15 cm | 1,55 | 56,37 | 45,17 | 1,29 | 50,87 | 30,66 | 1,54 | 12,03 | 22,40 |
| D1 Bearbetn 5 cm | 0,79 | 36,79 | 222,32 | 21,65 | 81,90 | 48,73 | 0,58 | 17,75 | 25,81 |

Penetrometermätningar utfördes i början av maj 2010, och stora skillnader föreligger mellan platser. I Mosås är motståndet störst från början, och förtätas snabbt i profilen efter reducerad bearbetning (fig 2a), medan rötterna möter betydligt mindre motstånd på de andra platserna (fig 2b och 2c).

Ekonomi

Ekonomiskt utfall för stråsådesgrödorna i de olika bearbetningsalternativen visas i tabell 12. Maskinkostnaderna är beräknade enligt kalkylmodell från SLU(www.slu.se/mark) och avser nya maskiner med arealunderlag 200 ha. TB 2 i medeltal för de fyra ståsådesåren presenteras i tabell 13. Rapsgrödan uteslöts beroende på stora skördevariationer. Resultaten visar att Carrier leden har klarat sig hyfsat bra, men är inte alltid bäst. Enskilda grödor har påverkat det platsvisa resultatet som sammantaget är bäst i Uppsala. Medelmåttiga höstveteskördar i Vreta Kloster vägs upp av en hög kornskörd. Merintäkten för fungicidbehandling varierar mellan 23 och 405 kr ha⁻¹.



Figur 2. Penetrometermotstånd i jordprofilen på försöksfälten i a) Mosås, b) Vreta Kloster och c) Ultuna.

Tabell 12. Täckningsbidrag 2 (TB 2), kr ha⁻¹ för olika bearbetnings- och fungicidalternativ. Medeltal för försöksplatser och stråsådesgrödorna 20006, 2007, 2009, 2010. Prinsnivå 2012; vete 1:80 kr kg⁻¹, malkorn 1:61 kr kg⁻¹)

| | Mosås | Vreta Kloster | Ultuna |
|----------------------|-------|---------------|--------|
| Försöksled | | | |
| A. plöjn 25 cm | 4584 | 3723 | 4871 |
| B. plöjn 10 cm | 4798 | 3969 | 4659 |
| C. bearbetn 15 cm | 3938 | 4240 | 4654 |
| D. bearbetn 5 cm. | 4502 | 4228 | 5084 |
| 1. utan fungicid | 4227 | 3907 | 4860 |
| 2. fungicidbehandlat | 4632 | 4206 | 4837 |

¹ TB 2 innefattar samtliga kostnader utom markkostnad samt intäkter exklusive arealersättning.

Diskussion

Resultaten visar att inverkan av behandlingarna med jordbearbetning och fungicid varierade mellan försöksplatser. Det avslutande höstveteåret var angreppen av bladsvampar lågt, och skördeökning erhöles endast i Vreta Kloster. De förväntat höga angreppen av DTR som under många år dominerat i Mellansverige uteblev under hela projektperioden, samtidigt som svartpricksjuka dominerade 2006 (Wallenhammar, 2008), då en stor merskörd i erhöles i Mosås där den mottagliga SW Harnesk odlades. När Olivin Ssd odlades på samtliga platser 2010 visade PCR-analyser att brunfläcksjuka och svartpricksjuka dominerade, medan DTR förekom i mycket liten omfattning (tabell 12). De högsta värdena förekommer i led med djup plöjning, där också beståndet varit bäst och förmodligen skapat mest gynnsamma förutsättningar för sjukdomarnas epidemiologiska förlopp.

Reducerad bearbetning ger hög risk för utvintringsskador. Dels finns halmresterna där vilket ledde till utvintringsskador i Uppsala 2006 i led C och D (Wallenhammar, 2008). De stora snömögelangreppen 2009-2010 orsakades främst av att spillplantor av korn bidrog till ett gynnsamt klimat för svamparna under ett långvarigt snötäcke på otjälad mark (tabell 6 och 7). En broddbehandling skall göras så sent som möjligt innan vinterns ankomst, och behandlingen vid luciatid i Uppsala var effektiv, medan behandlingen i mitten av november i Vreta Kloster hade svag effekt.

Angreppen av bladfläckar var lågt i korngröda, och de stora skördeökningar som erhöles i Vreta Kloster och Uppsala tillskrivs en stråförstärkning och minskad axbrytning. En okulär bedömning visade stråets noder var missfärgade.

Sjukdomsgraderingarna visar få statistiskt platsvisa skillnader finns för olika sjukdomar. Den enda signifikanta skillnad som finns är i Vreta Kloster där stråknäckarangreppet är lägre i led C. Ett medeltal av samtliga nio höstveteförsök visar en signifikant sänkning av stråknäckarindex i fungicidbehandlade led. Angreppen av bladfläckar på verkades inte av jordbearbetning i någon av behandlingarna. Inga signifikanta skillnader fanns heller mellan bearbetningar och rotdödare. Platsvisa sjukdomsindex ligger på samma nivå i Mosås och Uppsala (fig 1), vid slutavläsningen som vid den första avläsningen 2006. Däremot finns en höjning i Vreta Kloster från 14 år 2006 till index 34 år 2007 (Wallenhammar, 2008). Slutindex bestämdes till 20. Aggressiviteten hos rotdödarsvampar på olika lokaler behöver undersökas. Vi har i senare undersökningar konstaterat att isolat från Vreta Kloster är mycket aggressiva (Fathei, muntligen), och att skadorna blir större här än på andra platser kan inte uteslutas.

I detta projekt har vi specialstuderat förekomsten av sjukdomar. Skillnaderna i bearbetningsteknik är små, medan platsspecifika egenskaper framkommit genom dessa noggranna undersökningar. En beräkning av totalekonomi för stråsåden visar att Carrier leden haft bäst lönsamhet i flertalet jämförelser. Enskilda grödor har påverkat det platsvisa resultatet som sammantaget är bäst i Uppsala. Medelmåttiga höstveteskördar i Vreta Kloster vägs upp av en hög kornskörd. Merintäkten för fungicidbehandling varierar mellan 23 och 405 kr ha⁻¹. Vårrops som avbrottsgröda gick bra i Uppsala med samtliga bearbetningstekniker, med bäst TB2 i led B 4403 kr ha⁻¹ följt av led D 4290 kr ha⁻¹. Vid sämre förhållanden i Mosås, ett hårt motstånd (fig 1a) som gav böjda rötter i led med reducerad bearbetning, blev grödan en förlust i samtliga led. Carrier systemet har hävdats sig bäst i Uppsala försöket, och är i linje med andra undersökningar i området, senast en gårdsstudie av Pettersson (2011) där ett förbättrat avdunstningskydd bidragit till en bättre miljö för fröet.

Ytterligare aspekter kan läggas på val av bekämpningsstrategi. Genom att reducera bearbetningen minskar läckaget av fosfor och kväve samt minskar förlusterna av kol (Follet, 2001). Förhållandevis lägre mineralkväveförråd i led med reducerad bearbetning i denna undersökning pekar i samma riktning. Mindre kväve i omlopp i dessa led gör de totala miljövinsterna större på jordar med stort kväveinnehåll. Vidare är lägre förbrukning av drivmedel en positiv faktor. Detta skall vägas mot ett ökat behov av bekämpningsmedel mot utvintringssvampar, stråbassjukdomar, vetedvärgsjuka, bladfläcksvampar, svärbekämpade örtogräs, rotogräs och spillsäd. I försöken noterades en kraftig uppförökning av snärjmåra i reducerade led, något som också bekräftas av Gunnarsson (2011) i en gårdsundersökning. Uppförökning av rotdödare kan vidare minska kväveupptaget. Val av gröda kan vara avgörande för det totala kväveupptaget, och exemplifieras av korngrödan på Vreta Kloster där

den upptagna kvävemängden blev högst i växtföljden, och kan vara föranledd av en bättre N-mineralisering efter vårbearbetning.

I valet av bearbetningssystem måste både platsspecifika och generella faktorer beaktas. Tajmning av beståndsetableringen, är grundläggande för skördens storlek, vilket också har visats i andra undersökningar (Kästel och Engquist, 2009, Pettersson, 2011). Problem med rapsbaggar som följd av ojämn uppkomst blev påtagliga i projektet.

Prisbilden påverkar konkurrenskraften hos avbrottsgrödan, som måste ge en stabil och säker skörd och samtidigt betalas bra (Roland, 2012). Vid sämre förutsättningar som i Mosås, blir vårraps en riskgröda och det är då bättre att välja en mer odlings säker gröda. Vi har visat att stråsäden i den vetedominerade växtföljden gett stabil avkastning. Optimala bestånd varierar med plats och årsmån. De kraftigt reducerade höstvetebestånden i Vreta Kloster 2010 visade en stor bestockningspotential under rådande klimatbetingelser. Projektets erfarenheter visar att det är ekonomiskt motiverat att platsanpassa bearbetningen och grödvalet samt också om möjligt växla system och gröda efter årsmån.

Referenser

- Arvidsson, J., Andersson, F., Bölenius, E., Karlsson, J., Keller, T., Löfkvist, J., Myrbeck, Å., Rydberg, T., Svantesson, U., Svensson, T., de Toro, A. & Trautner, A. 2002a. Direktsådd. I: Jordbearbetningsavdelningens Årsrapport 2001. 103. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 12-13.
- Follet, R. F. 2001. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. Soil and Tillage Research. 61,1-2, 77-92.
- Johansson, C. 2004. Jordbearbetning. Försöksrapport 2003 för Mellansvenska Försökssamarbetet och Svensk Raps. 21-22.
- Gunnarsson, B-C., 2011. Preparatanvändning och ogräsförekomst på gårdar med olika bearbetningsstrategier. 61, Meddelanden från jordbearbetningen, Institutionen för mark och miljö, SLU.
- Kibite, S., Evans, L.E. 1984. Causes of negative correlations between grain yield and grain protein concentration in common wheat. Euphytica 33, 801-810.
- Kästel, D. och Engquist, M., 2009. Resurseffektiv vårsädesodling i plöjningsfria odlingsystem.. Hämtat från <http://hs-konsult.hush.se/?p=10884>
- Olofsson, B., Qvarnström, C. 1983. Utläggning, skötsel och bedömning av växtskydds försök. Växtskyddsrapporter.
- Pettersson, L. 2011., Beståndsetablering för optimerad malkornsodling.62. Meddelanden från jordbearbetningen, Institutionen för mark och miljö, SLU
- Roland, B., 2012. Varierad växtföljd inte självklart. Arvensis,7, 6-7.
- Wallenhammar, A-C. 2008. Grund plöjning gav bäst TB i vete efter vete. Arvensis, 3. rapporter, Jordbruk 25. Uppsala.
- Wallenhammar, A-C., Pettersson, B. 2003. Management of Take all in spring wheat by different precrops and seed treatments. Nordic Association of Agricultural Scientists 22nd Congress, July 1-4, 2003, Turku, Finland, 189.
- Personligt meddelande: Dr Jamshid Fathei, Lantmännen Bioagri AB, Uppsala

Publikationer

- Wallenhammar, A-C. 2008. Grund plöjning gav bäst TB i vete efter vete. Arvensis, 3.

Resultatförmedling till näringen

- Rådgivning och handel, Brunnby gård, i samband med Svearesan den 1 juli 2008 (ca 40 pers) Brunnby Lantbrukardag, 4 juli 2008. Lantbrukare från hela regionen ca 600 besökare.
- Seminarium för Väderstadverken vid avd f Jordbearbetning, 5 mars 2009, ca 40 deltagare
- HIR-konferensen, Uppsala, 6 oktober 2009. Muntlig presentation; ca 70 deltagare
- ÖSF-konferensen, Linköping, 1 december 2009. Muntlig presentation; ca 50 deltagare
- HIR-konferensen, Uddevalla 3 oktober 2010: Muntlig presentation ca 70 deltagare
- HIR-konferensen, Jönköping, 26 september 2011. Muntlig presentation, ca 80 deltagare

Planerade publikationer

- Rapport omfattande hela försöksserien, under publicering (www.hskonsult.se)
- Arvensis, 2013
- Peer reviewed artikel, 2013