

Johan Arvidsson ▪ Ararso Etana ▪ Tomas Rydberg



Under svenska förhållanden har det varit svårt att uppnå samma skördenivå med direktsådd som med ett plöjt system. Systemet behöver utvecklas, framförallt för att ge en säkrare etablering av vårsådda grödor. Foto: Johan Arvidsson

Plöjningsfri odling och direktsådd i Sverige – skörderesultat 1983–2012

- Vid SLU har det under de senaste 30 åren gjorts omfattande försök med minskad jordbearbetning i odlingen. Det har handlat om försök där plöjning jämförts med bearbetning med kultivator eller tallriksredskap (plöjningsfri odling), eller med direktsådd utan någon bearbetning alls.
- Skörden vid plöjningsfri odling och direktsådd var i medeltal 1,8 respektive 9,8 procent lägre än då jorden plöjdes.
- Packning var ett mindre problem i spannmålsgrödor.
- Skördeminskningen vid utebliven plöjning var större för tvåhjärtbladiga grödor än för spannmål, med undantag för våroljeväxter.
- Plöjningsfri odling gav lägst relativ skörd på jordar med <15 procent ler, och högst skörd på lättleror.
- Förfrukten hade stor betydelse vid odling av höstvete.
- Det fanns ingen tydlig trend i skördeutveckling i långliggande försök. Plöjning ca vart fjärde år gav i medeltal högre skörd än kontinuerlig plöjningsfri odling.

I Sverige har det bedrivits en omfattande försöksverksamhet med reducerad jordbearbetning under de senaste 40 åren. Under 1970-talet låg fokus på plöjningsfri odling, men på framförallt 1980-talet genomfördes också ett stort antal försök med direktsådd. Idag tillämpas plöjning, plöjningsfri odling och direktsådd på ca 75, 23 respektive 2 procent av arealen med ettåriga grödor.

Generella erfarenheter

En äldre genomgång av skandinaviska erfarenheter av plöjningsfri odling gjordes av Rasmussen (1998). Effekterna på jorden jämfört med ett plöjt system är i regel ganska tydliga: under det bearbetade lagret blir jorden tätare, med ett högre penetrationsmotstånd som kan försämra rottillväxten. Ledningsförmågan för vatten under torra förhållanden kan dock vara bättre i en tätare jord, vilket kan förbättra grödans tillväxt. På sikt ökar mullhalten i ytlaget vilket minskar risken för skorpa och igenslamning och gör jorden mera lättbearbetad. Genomsläpligheten för vatten försämras i regel i en mer packad jord, men när jorden lämnas ostörd ökar chansen att det utvecklas maskgångar som ger en hög genomsläplighet. Under svenska förhållanden har dock genomsläpligheten i matjorden oftast blivit sämre i plöjningsfri odling.

Plöjningsfri odling kan alltså ge både bättre och sämre förutsättningar för grödans tillväxt. Liknande effekter kan anses gälla för direktsådd, men ännu mera uttalat. Frånvaron av en konventionell såbädd och stora mängder skör-

Tabell 1. Relativ skörd för olika grödor (plöjning=100) i plöjningsfri odling och direktsådd.

| | Plöjningsfri odling | | | Direktsådd | | |
|---------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------|------------|--------|
| | Försök | Rel. skörd | Stdav. ¹ | Försök | Rel. skörd | Stdav. |
| Alla | 918 | 98,2*** ² | 12,2 | 226 | 90,2*** | 19,4 |
| Höstvete | 299 | 97,4*** | 9,0 | 123 | 93,3*** | 16,2 |
| Vårvete | 46 | 101,2 | 13,1 | 11 | 76,1* | 23,4 |
| Vårkorn | 264 | 99,7 | 12,3 | 43 | 88,4*** | 17,7 |
| Havre | 131 | 98,3 | 13,7 | 20 | 93,6** | 23,5 |
| Höstraps | 49 | 95,3* | 13,9 | 10 | 91,0 | 13,0 |
| Våröljevaxter | 69 | 99,2 | 13,1 | 10 | 80,2** | 18,6 |
| Ärter | 21 | 93,9 | 25,6 | 5 | 68,1 | 44,4 |
| Socketbetor | 25 | 94,8*** | 5,4 | 3 | 80,7 | 8,0 |
| Potatis | 14 | 95,5 | 8,2 | 1 | 96,0 | - |

1) Standardavvikelse. 2) Signifikant skild från 100, ***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05

derester kan vara speciellt problematiskt vid direktsådd, och kan öka risken för dålig etablering. Problem med ogräs är också ofta mera uttalade vid direktsådd än vid plöjningsfri odling.

Växtrester från föregående gröda kan överföra sjukdomar, och utgöra ett rent fysiskt hinder vid grödans uppkomst. Problem med plantetablering p.g.a. växtrester är ett av de största hindren för tillämpning av direktsådd i norra Europa. Effekten av bearbetningssystem kan därför inte studeras utan att också ta hänsyn till växtföljden. Växtföljden är också en av hörnstenarna i *conservation agriculture*, "bevarandjordbruk", som syftar till förbättrad markvård bland annat genom minimerad jordbearbetning (FAO, 2013).

I Rasmussens genomgång var skördarna i Norge, Sverige, Danmark och Finland 0–10 procent lägre vid plöjningsfri odling och direktsådd i jämförelse med plöjning, utan någon tydlig

skillnad mellan de båda systemen med minskad jordbearbetning.

En stor genomgång av försöksresultat med minskad bearbetning i hela Europa visade på en genomsnittlig skördesänkning för plöjningsfri odling och direktsådd jämfört med plöjning på 2,7 respektive 8,5 procent (Van den Putte m.fl. 2010). Också andra sammanställningar pekar på att direktsådd ger 5–10 procent lägre skördar i norra Europa, och en större skördevariation än andra bearbetningssystem. I sydvästra Europa, med sitt betydligt torrare klimat, kan direktsådd däremot ofta ge samma eller högre skörd jämfört med plöjning.

Över 1000 svenska försöksår

Vi har nu gjort en sammanställning som visar vad de senaste 30 årens svenska fältförsök säger om skördenivåerna vid plöjningsfri odling och direktsådd. I analysen har vi tagit hänsyn till flera av de odlingsförutsättningar som kan

Svenska försök med reducerad jordbearbetning – genomförande och historik

I försöken utfördes plöjning och kultivering alltid på hösten. Såbäddsberedningen anpassades efter förutsättningarna för att ge en god såbädd. Direktsådd utfördes i samtliga försök med skivbill, och sådden utfördes samma datum i de olika bearbetningssystemen. Skörderester hackades normalt med tröskan och återfördes till marken. I alla försök utfördes gödsling och kemisk bekämpning på samma sätt i samtliga led.

Totalt ingick 1019 försöksår, 918 med plöjningsfri odling och 226 med direktsådd, varav 125 innehöll båda dessa led. Både ettåriga och fleråriga försök ingick i försöksmaterialet. Det var cirka 20–50 försök med plöjningsfri odling per år, utan någon klar trend till ökning eller minskning. Största antalet försök med direktsådd genomfördes under åren 1983–1993, med som mest 33 försök 1985. Åren 1994–2006 genomfördes endast 1–5 försök med direktsådd per år, medan antalet ökade något under perioden 2007–2012.

Tabell 2. Relativ skörd för höstvete (plöjning=100) med olika förfrukter.

| Förfrukt | Plöjningsfri odling | | Direktsådd | |
|------------|---------------------|----------------------|------------|------------|
| | Försök | Rel. skörd | Försök | Rel. skörd |
| Höstvete | 87 | 94,5*** ¹ | 8 | 87,4 |
| Vårvete | 6 | 99,3 | 2 | 62,5 |
| Vårkorn | 40 | 96,2* | 23 | 86,6* |
| Havre | 25 | 96,4 | 22 | 95,4 |
| Oljevaxter | 101 | 100,2 | 50 | 96,5* |
| Ärter | 23 | 99,8 | 12 | 94,7 |

1) Signifikant skild från 100, ***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05

Tabell 3. Relativ skörd (plöjning =100) på jordar med olika lerhalt.

| Lerhalt (%) | Plöjningsfri odling | | Direktsådd | |
|----------------------|---------------------|------------|------------|------------|
| | Försök | Rel. skörd | Försök | Rel. skörd |
| <5 | 14 | 94,0 | - | - |
| 5–14,9 (lerig jord) | 76 | 95,9*** | 12 | 97,8 |
| 15–24,9 (lättilera) | 216 | 99,2 | 59 | 87,0*** |
| 25–39,9 (mellanlera) | 217 | 98,4* | 58 | 88,3*** |
| >40 (styv lera) | 332 | 97,9** | 77 | 89,7*** |

1) Signifikant skild från 100, ***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05

tänkas påverka utfallet, framförallt *jordart*, *gröda* och *förfrukt*. Dessutom har vi undersökt skördeutveckling med tiden, dvs. *långtidseffekter*, samt *regionala skillnader*. Analysen gäller främst försök genomförda 1983–2012, och omfattar över 1 000 försöksår. Mer detaljer om försöksverksamheten finns i faktarutan på föregående sida. De experiment som valdes ut skulle innehålla:

- Konventionell bearbetning: plöjning med vändskiveplog och konventionell såbäddsbredning och sådd.
- Grund bearbetning – ett led med grund plöjningsfri odling (icke-vändande bearbetning), normalt 1–2 överfarter med kultivator eller tallriksredskap till ett djup av 5–12 cm.

och/eller

- Direktsådd: sådd sker under en överfart med såmaskin; ingen annan bearbetning.

Skillnader mellan grödor

Försöken visar att olika typer av grödor svarar olika på minskad jordbearbetning (se tabell 1). I vårsäd gav *plöjningsfri odling* ungefär samma skörd (98,3–101,2 procent) som plöjning, men i höstvetete blev skörden i genomsnitt 2,6 procent lägre. För tvåhjärtbladiga växter (ärter, oljeväxter, sockerbetor och potatis) var skördeminskningen vid plöjningsfri odling mer påtaglig än för spannmål. Ett undantag var våroljeväxter med relativt 99,2 – jämfört med 95,3 för höst-oljeväxter.

Relativskörden för *direktsådd* var klart lägre än för plöjningsfri odling. Höstvetete, havre och höstoljeväxter gav högst relativ skörd, mellan 91,0 och 93,6 procent av skörden vid plöjning. Vårvetete, korn och våroljeväxter gav betydligt sämre skörd vid direktsådd, med relativt mellan 76,1 och 88,4. Sockerbetor och ärter gav också låg skörd i direktsådd, men antalet försök var få för dessa grödor.

Plantetablering är nyckeln

När det gäller antalet uppkomna plantor var mönstret liknande som för skörden – antal plantor var ungefär samma för plöjningsfri odling och plöjning, men klart lägre för direktsådd. För sockerbetor och höstoljeväxter var dock plantantalet något lägre också i plöjningsfri odling jämfört med plöjning, vilket stämmer överens med effekten på skörd. Vid direktsådd var plantantalet för vårsådda grödor och höstoljeväxter 17–38

procent lägre än för plöjning. Det största problemet vid direktsådd var därmed etablering av vårsådda grödor, beroende dels på dålig uppkomst vid stora mängder skörderester, dels på avsaknad av finjord kring fröet vilket ger ett dåligt avdunstningsskydd.

Förfrukten har betydelse ...

Förfrukten visade sig ha mycket stor betydelse i höstvetete (tabell 2). Vid *plöjningsfri odling* var skörden 5,5 procent lägre än vid plöjning med höstvetete som förfrukt, medan relativtallet var nära 100 med oljeväxter och ärter som förfrukt. Vid *direktsådd* sänktes skörden 3–5 procent jämfört med plöjning om förfrukten var ärter, havre eller höstoljeväxter, och ca 13 procent med korn eller höstvetete som förfrukt.

Det finns ett stort antal sjukdomar som kan överföras med växtrester till nästa gröda, bland annat olika bladfläcksjukdomar. Rent generellt har dock betydelsen av förfrukten varit störst när det gäller påverkan på övervintring; låga skördar vid reducerad bearbetning har förekommit främst när bestånden varit svaga på våren.

I tabellen visas endast förfruktseffekten för höstvetete. Även för korn fanns en viss förfruktseffekt, men den var betydligt mindre än för höstvetete.

... liksom jordarten

Lerhaltens inverkan på skörden visas i tabell 3. På de lättaste jordarna gav plöjningsfri odling 4–6 procent lägre skörd än vid plöjning, på jordar med 15–25 procent ler 0,8 procent lägre, och på jordar med över 25 procent ler ca 2 procent lägre. De allra lättaste jordarna har störst behov av årlig luckring, och det är därför naturligt att de fungerar sämst för plöjningsfri odling. Det kan tyckas förvånande att de styvaste jordarna med hög strukturkapacitet givit lägre relativskörd än lättleror; förklaringar kan vara problem med genomsläpplig-



Växtrester som ger dålig plantetablering är ett av de största hindren för direktsådd i norra Europa.

het, samt att andelen höstvetete som odlas efter spannmål ofta är hög på de styva lerorna.

För direktsådd fanns däremot ingen tydlig inverkan av jordart på relativskörden. Att de lätta jordarna avviker positivt i tabellen beror på att det var ganska få försök på dessa jordar och oftast med höstvetete efter höstraps, vilket gjorde att förutsättningarna var extra bra där.

Regionala skillnader

Relativ skörd i försök med plöjningsfri odling och direktsådd uppdelat på olika regioner visas i tabell 4. Den allra största delen av försöken har utförts i Stockholms, Uppsalas och Västmanlands län, och i medeltal har den relativa skörden i denna region varit något lägre än för landet som helhet. Högst relativ skörd för *plöjningsfri odling* erhöles i sydöstra Sverige, och lägst i Hallands län. Detta kan ses som naturligt, då Halland har stor andel lätta jordar och hög årsnederbörd, vilket anses missgynna reducerad bearbetning. Intressant är dock att Västergötland, trots relativt hög nederbörd, ändå har hög relativskörd för plöjningsfri odling.

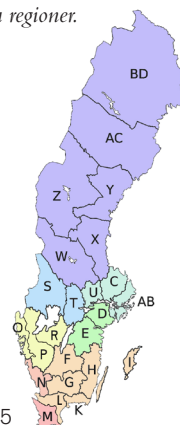
Skördeutveckling i långliggande försök

Eftersom bearbetningssystemet ger långsiktiga förändringar av markens

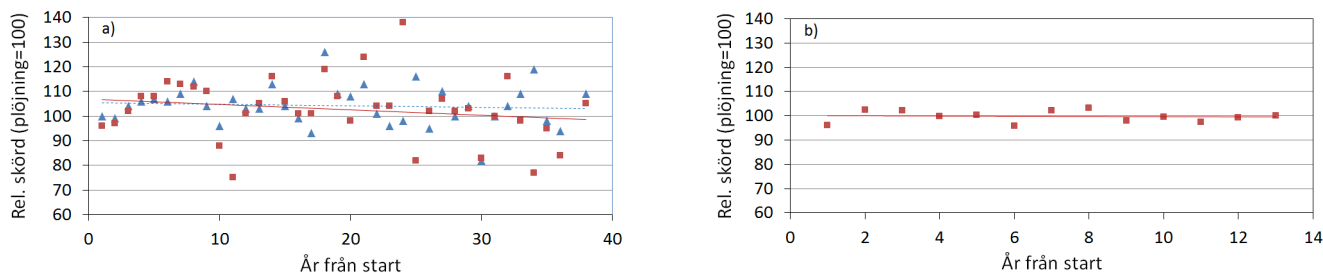
Tabell 4. Relativ skörd för plöjningsfri odling och direktsådd (plöjning=100) i olika regioner.

| Region ¹ | Plöjningsfri odling | | Direktsådd | |
|---------------------|---------------------|---------------------|------------|---------------------|
| | Försök | Rel. skörd | Försök | Rel. skörd |
| AB, C, U | 418 | 98,3 ^{**2} | 69 | 87,0 ^{***} |
| D, E | 79 | 99,1 | 27 | 92,6 |
| F, G, H, I, K, L | 61 | 100,7 | 22 | 93,3 |
| M | 178 | 97,3 ^{**} | 47 | 91,8 ^{***} |
| N | 33 | 94,6 [*] | 1 | 92,0 |
| O, P, R | 50 | 101,4 | 50 | 93,3 ^{**} |
| S, T | 51 | 95,4 [*] | 10 | 65,7 ^{**} |
| W, X, Y, Z, AC, BD | 46 | 97,7 | 3 | 101,3 |

1) Se karta till höger. 2) Signifikant skild från 100, ***P<0,001, **P<0,01, *P<0,05



Plöjningsfri odling och direktsådd i Sverige – skörderesultat 1983–2012



Figur 1. Trender i skördeutveckling i långliggande försök med plöjningsfri odling. a) Ultuna, b) medeltal för 11 försök som legat minst 10 år. Heldragen röd linje (och rutor): plöjningsfri odling varje år. Streckad blå linje (och trianglar): plöjningsfri odling med plöjning ca vart fjärde år.

egenskaper borde det också kunna ge trender i skördeutveckling med tiden. Analysen ger dock inget entydigt svar.

De tre äldsta svenska försöken startades 1974 i Ultuna (Uppsala), Lönnstorp (Malmö) samt Lanna utanför Jung i Västergötland. I försöken på Lanna och Lönnstorp finns en stigande trend, men det är osäkert om denna beror på förbättrade markegenskaper eller på att man oftare misslyckades rent tekniskt med odlingen under de första åren (t.ex. p.g.a. såmaskiner som ej var anpassade för plöjningsfri odling). I försöket på Ultuna (figur 1 a) finns i stället en nedåtgående trend. Intressant är också att ett led som plöjts vart fjärde år i genomsnitt gett något högre skörd än led med kontinuerlig plöjningsfri odling.

I figur 1 b visas genomsnittlig skörd under de första åren för sammanlagt 11 försök som skördats under minst 10 år. I medeltal var skörden något lägre under det första året, men sett till hela perioden fanns ingen trend för vare sig ökande eller minskande skördar.

För direktsådd finns endast ett pågående långliggande försök, på styv lera i Västergötland, startat 1982. Skördevariationen i detta försök är betydligt större än i de plöjningsfria försöken, vilket kan kopplas till problem med etablering enskilda år. Vissa år är dock skörden i nivå

med det plöjda ledet eller t.o.m. högre, vilket pekar på att markens funktioner kan bibehållas långsiktigt vid direktsådd.

Slutsatser

Sammantaget är effekten av plöjningsfri odling och direktsådd på skörden relativt tydlig. Ett system med grund icke-värdande bearbetning (plöjningsfri odling) gav ungefär samma eller något lägre skörd än odling med årlig plöjning. Packning förefaller vara ett mindre problem vid odling av spannmål, men kan sänka skörden framförallt vid odling av höstoljeväxter, sockerbetor, ärter och potatis, och på jordar med en lerhalt under 15 procent.

Det fanns ingen tydlig trend i skördeutveckling beroende på bearbetningssystem, medan plöjning vart tredje till fjärde år gav något högre skörd än kontinuerlig plöjningsfri odling. Resultaten pekar på att bearbetningssystemet kan anpassas till förhållandena det enskilda året, t.ex. avseende förfrukt, fuktighetsförhållanden och mängden skörderester.

För direktsådd har det under svenska förhållanden varit svårt att uppnå samma skördenivå som för ett plöjt system. Systemet behöver utvecklas, framförallt för att ge en säkrare etablering av vårsådda grödor. Grund plöjningsfri odling kan dock ge ungefär samma skörd och

odlingssäkerhet som ett plöjt system, om det tillämpas med en god växtföljd.

Läs mer

- Arvidsson, J., Etana, A. & Rydberg, T. 2013. Försök med plöjningsfri odling och direktsådd 1983–2012. Inst. för mark och miljö, *Rapporter från Jordbearbetningen, Nr 127*.
- Arvidsson, J., Etana, A. & Rydberg, T. 2014. Crop yield in Swedish experiments with shallow tillage and no-tillage 1983–2012. *Europ. J. Agronomy*, 52, 307–315. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2013.08.002>
- FAO, 2013. What is Conservation Agriculture? www.fao.org/ag/ca/1a.html
- Rasmussen, K.J. 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil Till. Res.* 53, 3–14.
- Van den Putte, A., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K., Demuzere, M. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *Eur. J. Agr.* 33, 231–241.

Författare



JOHAN ARVIDSSON
Professor i jordbearbetning vid inst. för mark och miljö, 018-67 12 10
Johan.Arvidsson@slu.se

