



# **MEDDELANDE FRÅN SÖDRA JORDBRUKSFÖRSÖKSDISTRIKTET**

Red. Dave Servin  
Partnerskap Alnarp

**Nr 67**

**2014**

**SÖDRA JORDBRUKSFÖRSÖKSDISTRIKTET**

**Rapport från VÄXTODLINGS- och  
VÄXTSKYDDSDAGAR i Växjö  
den 3 och 4 december 2014**

ISSN 0282-180X • ISRN SLU-SJFD-M-67-SE

## VAD KRÄVS FÖR ATT FÅ 15 TON HÖSTVETE PER HEKTAR?

Göran Bergkvist

Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU, Box 7043, 750 07 Uppsala

E-post: goran.bergkvist@slu.se

### Sammanfattning

Alla höstvetets avkastningskomponenter har betydelse för kärnavkastningen och bestäms av förhållandena under olika delar av höstvetets livscykel. Mycket fotosyntes ger inte automatiskt stor avkastning. Höstvetets utveckling bestäms av vernaliseringsbehovet, temperatur och dagslängd, medan tillväxten bestäms av tillgången på resurser och har en optimal temperatur. Kort utvecklingsperiod medför ofta lika många utvecklade organ som lång utvecklingstid, men större reduktion. En bra rotmiljö under hösten är grunden för en stor avkastning.

### Inledning

För att uppnå 15 ton kärna per hektar krävs naturligtvis bra förhållanden, men det är fullt möjligt att uppnå med nuvarande sortmaterial. För determinanta arter, som höstvete och andra stråsädesslag, är det svårt att beräkna hur stor avkastningen teoretiskt kan bli (t.ex. 18 ton/ha med 15 % vatten (Gilland, 1985)), eftersom miljöns effekter på tillväxt och utveckling är olika och många faktorer som påverkar är dåligt kända. Avkastningens storlek beror på mängden upptaget ljus, effektiviteten i ljusomvandlingen och hur stor andel av den producerade biomassan som blir till kärna, dvs avkastningsindex. Avkastningsindex beräknas vid skörd, men det produceras biomassa som inte finns kvar vid skörd och därför blir begreppet inte helt lätt att tolka.

För sockerbetor som växer indeterminant under första året är avkastningen i mycket hög grad kopplat till mängden upptaget solljus. Jaggard och Ober (2009) beräknade att 68% av skördeökningen mellan 1976 och 2006 i England berodde på tidigare sådd och varmare somrar som ledde till snabbare marktäckning och upptag av solljus. I höstvete kan motsvarande temperaturförändring vara både positiv och negativ beroende på t.ex. vattentillgång. I både England (Knight et al., 2011) och Frankrike (Brisson et al., 2010) rapporterades ökande temperaturer under senare årtionden ha haft negativ effekt på höstvetets avkastning beroende på vattenbrist under kritiska perioder och påskyndad utveckling. I situationer där vatten eller kväve är tydligt begränsande kan avkastningens storlek beskrivas med vatten eller kväve som utgångspunkt istället för solljuset. Eftersom tillväxten begränsas av temperatur, ljus, näring och vatten under olika delar av livscykeln och dessutom påverkas av skadegörare är avkastningen svår att förutsäga (Palosuo et al., 2011)

I Sverige faller nästan all solstrålningen mellan mars och september. Den andel av solinstrålningen som höstvete fångar upp beror på hur väl bladytan täcker marken och det i sin tur beror på, odlingsteknik, snötäcke, närings- och vattentillgång, temperatur, skadegörare, och beståndets struktur (t.ex. bladvinklar). Det är andelen uppfångat ljus som i huvudsak gör att avkastningen skiljer mellan olika miljöer och som är det som enklast kan påverkas med odlingsteknik och sortval. Ljusomvandlingen är svårare att påverka, eftersom skillnaden är liten mellan arter och sorter. Dessutom är själva fotosyntesapparaten inblandad och den har än så länge inte förbättrats trots stor insats av forskningsresurser. Ska avkastningspotentialen öka markant i framtiden behöver dock ljusomvandlingen effektiviseras och det finns stora förhoppningar om att det ska vara möjligt (Reynolds et al., 2012). Historiskt sett har den

potentiella avkastningen ökas genom förädling mot kortare sorter, t.ex. med hjälp införandet av alleler, som minskar strållängden, i gener, t.ex. Rht1 och Rht2 (Reynolds et al., 2012). Det är inte självklart att den verkliga avkastningen ökar bara för att den potentiella avkastningen ökar. För att den potentiella avkastningen ska uppnås behöver grödorna hållas friska och vara väl försedda med vatten och näring, vilket blir svårare ju högre avkastningspotential en sort har.

### **Avkastningens komponenter**

Höstvetets avkastning kan delas upp i komponenterna plantor per ytenhet, ax per planta, småax per ax, kärnor per småax och medelkärnvikt. Alla har betydelse för kärnavkastningen och bestäms av förhållandena under olika delar av höstvetets livscykel. Förhållandena under en period i höstvetets utveckling påverkar dessutom höstvetets respons på miljön under efterföljande perioder (Kirby et al., 1999), vilket försvårar förståelsen av vetets reaktion på miljö.

Kärnantalet per ytenhet har normalt större betydelse för avkastningen än medelkärnvikten (t.ex. Shearman et al., 2005; Peltonen-Sainio, 2007). Kärnornas maximala storlek begränsas av antalet celler som bestäms i samband med och strax efter blomningen. Det gör att höstvetets förmåga att kompensera ett lågt kärnantal med stora kärnor är begränsad. Det finns stor enighet kring att axets biomassa vid blomning och axens tillväxt strax före blomning är väl korrelerat med avkastningen (t.ex. Foulkes et al., 2011). Det råder oenighet kring om det stora antalet kärnor ökar sinkstyrkan och på så sätt effektiviserar ljusomvandlingen under kärnfyllnaden (t.ex. Miralles och Slafer, 2007; Fischer, 2008) eller om det bara är den stora fotosyntetiserande biomassan (source) som kännetecknar bestånd med stor axvikt vid blomning som orsakar sambandet med avkastningen (Sinclair och Jamieson, 2008). Sinclair och Jamieson (2008) menar att även om kärnstorleken bestäms strax före blomning så utnyttjas sällan hela den potential kärnstorleken och att mekanismen för hur växten skulle känna av en stor sinkstyrka är oklar. Enligt Foulkes et al. (2011) som har sammanfattat litteraturen är dock sinkstyrkan under kärnfyllnadsperioden en viktig faktor för att bestämma avkastningen. Det förefaller vara ett rimligt antagande att fler kärnor sammanlagt hinner växa mer under en begränsad period än få kärnor. För denna rapport nöjer jag mig med att konstatera att axens biomassa vid blomning och deras tillväxt under perioden närmast före höstvetets blomning är väl korrelerat med avkastningen (Fischer, 1985). För att uppnå hög avkastning måste alltså detta vara det primära målet att sikta på och vara det som bestämmer växtodlingsplaneringen.

### **Tillväxt och utveckling**

För att förstå varför höstvetet avkastar bra vissa år, men sämre andra är det viktigt att förstå skillnaden mellan tillväxt och utveckling. Höstvetets utveckling bestäms av vernaliseringsbehovet, temperatur och dagslängd. Tillväxten beror av tillgången på resurser och har en optimal temperatur vid ca 20°C (Porter & Gawith, 1999), men tillväxthastigheten ändrar sig mindre vid temperaturer ovan och under optimum än vad utvecklingshastigheten gör. Utvecklingshastigheten ändrar sig nästan linjärt med temperaturen upp till optimum temperaturen. Sedan är utvecklingshastigheten ungefär konstant för att vid höga temperaturer snabbt sjunka. Optimala utvecklingshastigheten skiljer en del mellan olika processer, men är också ungefär 20°C (Porter & Gawith, 1999). Detta innebär att om temperaturen är hög och därmed utvecklingen snabb kommer tillväxten inte räkna till för att hålla lika många bildade strukturer vid liv och reduktion blir därför stor. Detta är förklaringen till att fler sidokott

överlever under stråskjutningens början, då plantans resursbehov är stort, vid låga temperaturer än vid höga. I de flesta fallen finns det tillräckligt med skott vid stråskjutningens början. Det är reduktionen som bestämmer det slutgiltiga axantalet. Differentieringen av blomanlagen pågår under hela stråskjutningen, men ungefär i samband med axgång sker en snabb reduktion av blomanlag. De anlag som vid denna tidpunkt inte har blivit tillräckligt stora reduceras. De blomanlag som blir fertila blommor blir för det mesta till en kärna. Ugarte et al (2007) fann att en ökning av temperaturen med 5,5°C under stråskjutningen fram till flaggbladets slida börja växa ut minskade avkastningen med 46%. Minskningen blev mindre när temperaturhöjningen gjordes senare.

### **Vernalisering**

Höstvete behöver ca 50 dagar med effektiv vernalisering för att vernaliseringsbehovet ska bli uppfyllt. Det är inte förrän det behovet blir uppfyllt som plantan känner av dagslängd och kan övergå till att initiera småax. Enligt en beräkningsmodell av Weir et al. (1984) uppfylls vernaliseringsbehovet med full effektivitet när temperaturen är mellan ca 3 °C och ca 10 °C. Vid temperaturer ovan och under sker vernaliseringen långsammare och vid temperaturer över ca 17 °C går processen baklänges. Vid riktigt tidig sådd under varma förhållanden kan vernaliseringsbehovet minska (Wang et al., 1985). Känsligheten för fotoperioden minskar med plantans ålder och är alltså som starkast när vernaliseringsbehovet uppfyllts. Är dagarna långa när detta sker går den fortsatt utvecklingen fortare än om dagarna är korta, vilket gör att sent vernaliserade höstvetegrödor utvecklas snabbare än tidigt vernaliserade och därför inte blommar mycket senare. Sent sådda fält eller under år med ogynnsamma vernaliseringstemperaturer sker vernaliseringen senare med snabbare utveckling som följd. Nackdelen med tidig vernalisering kan vara att plantan övergår i reproduktivt stadium tidigare och därmed blir mer känslig för låga temperaturer under vintern. Eftersom olika sorter har olika vernaliseringsbehov kan sortvalet både direkt och indirekt påverka avkastningen. Dagslängdsberoendet är inte lika i alla miljöer, vilket tyder på att dagslängdens effekt på utvecklingshastigheten också beror på ett minne från tidigare utvecklingsfaser (Kirrby et al., 1999)

### **Höstvetets tidiga tillväxt och utveckling**

Höstvetets tidiga utveckling och tillväxt har ingen direkt påverkan på avkastningen, men är ändå viktig genom att det är då den etableras. Viktigt är naturligtvis att tekniken för sådd fungerar och att ett tillräckligt antal plantor etableras. Sätiden är också viktig genom att det påverkar möjligheten för plantan att hinna etablera ett tillräckligt djupt rotsystem att använda påföljande år för att förse vetet med vatten och näring och genom att det avgör när vernaliseringen kommer att vara klar.

Det har i många undersökningar visat sig att höstvete efter en bra förfrukt i genomsnitt ger ungefär ett ton mer kärna per hektar än höstvete efter höstvete (Nkurunziza och Bergkvist, 2014). Detta beror förmodligen på en vänligare rotmiljö som gör att rötterna snabbare tränger ner på djupet och att mindre energi går åt till skadegörare (Watt et al., 2006). När en rot växer på djupet väljer den lättaste vägen och det är ofta samma väg som roten hos den föregående växten har valt. Är den föregående roten höstvete verkar rhizosfärfloran hämmande på rottillväxten och patogener finns redan på plats (Simpfendorfer et al., 2001; Watt et al., 2006). Plöjning minskar denna effekt. I viss mån uppstår samma effekt när roten stöter på ett hinder och måste leta ny väg. De rotexudat som avges från rotspetsen föder bakterier som in sin tur

verkar hämmande på svampar, men när roten stoppar upp pga av dålig markstruktur kan roten själv bli hämmad (Watt et al., 2006).

## Vetetävling

Odlingssäsongen 2013-2014 genomfördes tävlingen Vetemästaren på Österlen i Skåne (Fällman, på annan plats i denna rapport). Vinnaren fick mer än 15 ton per hektar och har därmed svaret på den fråga jag ställer i rubriken. Med en bättre förfrukt än korn skulle förmodligen avkastningen ha varit ännu större. En effekt av att ha bra förfrukt är att kvävehalterna i marken vid sådd normalt är högre än med stråsåd som förfrukt. Jag har länge varit intresserad av att studera hur mycket av förfruktseffekten det går att ta bort genom att simulera bra förfrukt genom att likställa kvävenivåerna. I ett försök där det går ut på att skörda så mycket som möjligt skulle jag nog valt att gödsla med kväve på hösten. En snabb blick över resultaten ger dock inga tydliga signaler om att höstgödslingen har varit speciellt viktig. För att höstgödslingen ska vara viktig tror jag den måste gynna rotsystemet och jag ser inte tydligt hur det skulle kunna bli så. Möjligen om kvävet tillfördes i rötternas väg och inte i ytskiktet, som en bra förfrukt skulle ha gjort. Vinnarna har försök åstadkomma en förbättrad rottillväxt genom att tillföra tillväxtreglerare. Fungerar den som vinnarna tror, dvs minskar den ovanjordiska tillväxten och förbättrar rottillväxten, kan det vara en metod som åtminstone ibland fungerar. Jag känner inte till några studier.

Många diskuterar sortvalet och det tycker jag är bra. Jag tycker att förädlare är för inriktade på att hitta den generellt bästa sorten. Sortbeskrivningarna är torftiga och svåra att dra några tydliga slutsatser från. Jag skulle vilja att det i sortutbudet fanns en stor variation av sorter som passade för olika förhållanden. En sort som ska generera 15 ton per hektar behöver ha lång tid på sig för stråskjutning och småaxdifferentiering för att säkrare kunna leverera stor avkastning. Förmodligen behöver den också komma in i denna period tidigt för att den inte ska inträffa när det är för varmt. Detta gör förmodligen att den inte passar överallt, men det är ju det som är poängen. I miljöer där vattnet ändå tar slut är det bara en fördel om sorten kommer fort fram till blomning och att vattnet räcker för att fylla de kärnor som faktiskt bildas. Är vattentillgången god och det inte är aktuellt att så höstgröda kanske en sort med en lång kärnfyllnadsperiod passar. Förädlarna satsar på sorter som ska passa överallt för att marknaden inte är tillräckligt stor för nischsorter, men det finns många sorter som förädlas fram utan att ens vara bäst i någonting. Det finns variation i sortmaterialet för de egenskaper som är av betydelse för att reglera t.ex. tidighet, vilket gör att jag tror det finns utvecklingspotential på sortsidan.

Vinnaren, Team Finland, utmärker sig genom att ha många ax per  $m^2$ , men kanske framförallt genom att fullfölja detta med ett acceptabelt antal kärnor per ax och hög tusenkornvikt. Tvåan - fyran som har lägre axantal, tar igen en del på fler kärnor per ax och har likvärdig tusenkornvikt som vinnaren. En sak som kännetecknar alla dessa topplag är att de gett mycket kväve sent och på så sätt verkar ha lyckats upprätthålla kvävekoncentrationen i axet under axgång och blomning och på så sätt fått många kärnor per ax. Jag tror att det är vanligt att det blir kvävebrist under denna perioden i grödor som inte är avsedda till brödsåd. De lag som placerade sig i slutet på resultatlistan hade i de flesta fall få kärnor per ax, men acceptabelt antal ax per  $m^2$  och tusenkornvikt. När kärnantalet är litet blir ofta tusenkornvikten bra, dels eftersom konkurrensen inom ax blir mindre, dels eftersom det är de minsta blomanlagen som reduceras. Jag tror att Östgöta Rednecks kunde ha utmanat Team Finland om de lagt en giva kväve till senare. De kom åtta trots att de gav sin sista kvävegiva den 15 maj. Henke Claesson, som blev fyra, visade att det inte är ett måste att vara ute tidigt med kvävet för att få en bra avkastning. Han gav första värgivan den 10 april, medan nästan alla andra gav den

första vårgivan i första halvan av mars och Henke fick ändå ett acceptabelt axantal, som han hade lättare att fullfölja med många kärnor per ax och bra tusenkornvikt än många andra. Med så kraftiga bestånd som det var på våren i försöket tror jag det viktiga är att ge en rejäl giva anpassad till det stora skottantalet än att komma ut tidigt och stimulera sidoskottsbildningen ytterligare.

Nu avslutar jag avdelningen spekulationer med en sista kommentar från en som bara som hastigast har tittat på försöket vid ett tillfälle och som aldrig skulle våga vara med för egen del. Nästa gång vinner en annan strategi.

### **Slutsatser**

Det går att uppnå 15 ton höstvetekärna per hektar med dagens sortmaterial

Många kärnor är viktigare än stora kärnor

Alla avkastningskomponenter samverkar. Det är viktigt att hålla liv i så många blomanlag som möjligt för att uppnå stor avkastning.

Vernaliseringsprocessen har betydelse för utvecklingshastigheten ovh därmed avkastningen, eftersom den processen avgör när höstvetet känner av fotoperioden.

Vetets rotmiljö på hösten är viktig för avkastningen.

Sen kvävegödsling kan ha varit nyckeln i Vetemästaren

### **Referenser**

Brisson, N. et al. 2010. Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data study from France. *Field Crops Research* 119, 201-212.

Fischer, R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *The Journal of Agricultural Science* 105, 447-461.

Fischer, R.A. 2008. The importance of grain and kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson by R.A Fischer. *Field Crops Research* 105, 15-21.

Foulkes, M.J., Slafer, G.A., Davies, W.J., Berry, P.M., Sylvester-Bradley, R., Martre, P., Calderini, D.F., Griffiths, S., Reynolds, M.P., 2011. Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance. *Journal of Experimental Botany* 62, 469-486.

Gilland, B. 1985. Cereal yields in theory and in practice. *Outlook on Agriculture* 14, 56-60.

Jaggard, K.W., A. Qi, A. & Ober, E.S. 2009. Capture and use of solar radiation, water, and nitrogen by sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany* 60, 1919-1925.

Kirrby, E.J.M., Spink, J.H., Frost, D.L., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K., Foulkes, M.J., Clare, R.W. & Evans, E.J. 1999. A study on the development in the field: analysis by phases. *European Journal of Agronomy* 11, 63-82.

Knight, S. et al. 2012. Desk study to evaluate contributory causes of the current

'yield plateau' in wheat and oilseed rape. HGCA Project Report No. 502.  
<http://www.hgca.com/media/198673/pr502.pdf>

Miralles D.J. & Slafer G.A., 1997. Radiation interception and radiation use efficiency of near-isogenic wheat lines with different height. *Euphytica* 97, 201–208.

Nkurunziza, L. & Bergkvist, G. 2014. Kap. 7. Växtföljds-och förfruktseffekter på höstvet. I Elmquist, H. och Arvidsson, J. (Redaktörer). Höstvet mot högre höjder. Rapporter från jordbearbetningen, nr 128, 103-113, Inst. för mark och miljö, SLU.

Palosuo, T., et al. 2011. Simulation of winter wheat yield and its variability in different climates of Europe: a comparison of eight crop growth models. *European Journal of Agronomy* 35, 103–114.

Peltonen-Sainio, P., Kangas, A., Salo, Y. & Jauhiainen, L., 2007. Grain number dominates grain weight in temperate cereal yield determination: evidence based on 30 years of multi-location trials. *Field Crops Research* 100, 179–188.

Porter, J.R. & Gawith, M., 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European journal of agronomy* 10, 23-36.

Reynolds, M. et al., 2012. Achieving yield gains in wheat. *Plant, Cell and Environment* 35, 1799–1823.

Shearman, V.J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K. & Foulkes, M.J. 2005. Crop physiology and metabolism, physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop science* 45, 175-185.

Sinclair, T.R. & Jamieson, P.D. 2008. Yield and grain number of wheat: a correlation or causal relationship? Authors response to "The importance of grain and kernel number in wheat: A reply to Sinclair and Jamieson by R.A Fischer. *Field Crops Research* 105, 22-26.

Simpfendorfer, S., Kirkegaard, J.A, Heenan, D.P. & Wong, P.T.W. 2001. Involvement of root inhibitory *Pseudomonas* spp. in the poor early growth of direct drilled wheat: studies in intact cores. *Australian Journal of Agricultural Research* 52, 845-853.

Ugarte, C, Calderini, D.F & Slafer, G.A. 2007. Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. *Field Crops Research* 100, 240-248.

Wang, S.Y., Ward, R.W., Ritchie, J.T., Fischer, R.A. & Schulthess, U. 1995a. Vernalization in wheat I. A model based on the interchangeability of plant age and vernalization duration. *Field Crops Research* 41, 91–100.

Watt, M., Kirkegaard, J.A. & Passioura, J.B. 2006. Rhizosphere biology and crop productivity – a review. *Australian Journal of Soil Research* 44, 299-317.

Weir, A.H., Bragg, P.L., Porter, J.R. & Rayner, J.H., 1984. A winter wheat crop simulation model without water or nutrient limitations. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 102, 371–382.