

# Utvecklingsrytmen hos malkorn påverkar proteinkvaliteten

EVA JOHANSSON OCH LENA HOLM

*Utvecklingsrytmen hos malkorn, dvs hur snabbt efter sådd som kornet blommar respektive mognar av, påverkar malt och ölqualiteten vid ölproduktion. Detta har påvisats inom ett projekt finansierat av SL-stiftelsen och Partnerskap Alnarp. Sätidpunkten, och därmed skillnader i medeltemperatur, ljusmängd och dagslängd under den tidiga delen av kornplantans utveckling, var den parameter som i högst grad påverkade utvecklingsrytmen hos malkorn. En tidigare sätidpunkt resulterar i en långsammare utvecklingsrytm hos kornet fram till blomning. Denna långsammare utvecklingsrytm ledde till en bättre proteinsammansättning hos det mogna malkornet samt en lägre nedbrytning av proteinpolymererna till peptider och aminosyror vid mältning och därmed till en bättre ölqualitet.*



Korn odlat i Biotronen

## **Påverkar sätidpunkten utvecklingshastigheten och ölqualiteten hos malkorn?**

En senare sätidpunkt som syftade till att korta kornets utvecklingshastighet fram till blomning resulterade i högre total mängd lösliga proteiner (TOTE, vilket indikerar högre proteinhalt) jämfört med en tidigare sätidpunkt som syftade till en längre utvecklingshastighet fram till blomning. Framför allt var det de lösliga små polymera och stora monomera proteinerna som ökade med en senare sätidpunkt medan både de stora polymera proteinerna och de små monomera proteinerna istället minskar med en senare sätidpunkt. Ur ölqualitetssynpunkt är det i allmänhet negativt med en ökande

proteinkoncentration i malkornet, samt en hög mängd TOTE (Fakta från Partnerskap Alnarp 2010:3), vilket indikerar en fördel med tidig sådd, för en sänkning av proteinhalten och därmed en bättre ölqualitet. Ett positivt samband har också kunnat påvisas i tidigare studier (Fakta från Partnerskap Alnarp 2010:3) mellan mängden lösliga polymera proteiner i kornkärnan och skumningen hos det färdiga ölet. Om detta samband existerar även för kornet producerat i denna studie, stärker det ytterligare nyttan för ölqualiteten av en tidig såtid som resulterar i längre utvecklingshastig-

het till blomning för kornet och en högre mängd lösliga polymera proteiner.

## **Påverkar kvävetillgänglighet och temperatur under kärnfyllnadsperioden utvecklingshastigheten och ölqualiteten hos malkorn?**

En större andel av kvävet applicerat senare under kornets utveckling resulterade i en högre total mängd lösliga proteiner (TOTE vilket normalt korrelerar till proteinhalt) i det färdiga kornet. De kvävegiger som användes i denna studie syftade till att påverka utvecklingshastigheten hos kornet från en långsam utveckling fram till blom-

ning och en snabb utveckling under kärnfyllnadsperioden när 100% kväve tillsattes vid sådd, mot en snabb utveckling fram till blomning och en långsam utveckling under kärnfyllnadsperioden när 50% kväve tillsattes vid sådd och 50% vid stråskjutning. Resultaten från detta försök vad gäller kväveregimerna indikerar alltså att en snabb plantutveckling fram till blomning och en långsam därefter resulterar i de högsta proteinhalterna hos kornet. Användandet av kväve för att styra utvecklingshastigheten hos kornet har emellertid den nackdelen att skillnader i kvävetillgänglighet under kärnfyllnadsperioden inte bara påverkar proteinkoncentration utan även vilken typ av proteiner som inlagras. Den ökade temperaturen under kärnfyllnadsperioden syftade till att korta utvecklingstiden för kornet under kärnfyllnadsperioden. Resul-

taten från denna studien indikerar att en långsam utvecklingshastighet även under kärnfyllnadsperioden är att föredra för en bra maltkornskvalitet. Temperaturen skall dock inte vara så låg eller kombinerad med regn så att axen gror före skörd.

#### Hur förändrades proteinsammansättningen i kornet vid mältning?

Mältning resulterade i en ökad mängd stora extraherbara polymera proteiner. Mängden svårextraherbara proteiner av olika typer minskade med mältning. Dessa resultat är väntade då mältning påbörjar en nedbrytning av proteinerna till peptider och aminosyror i och med att kärnorna gror. I det mätlade kornet så var de tydligaste skillnaderna mellan olika såtiderna en tydligare minskning av de svårösliga och polymera proteinerna i kornet med sen såtid i förhållande till det med tidig såtid-

punkt. Detta indikerar en skillnad i mältningen av de olika proverna beroende på såtidpunkt. Sen såtidpunkt och därmed en kortare utvecklingstid hos kornet genererar maltkorn där de polymera proteinerna bryts ner till mindre proteiner, peptider och aminosyror i högre grad än vad kornet sått tidigare resulterar i. Det är troligt att en högre nedbrytning av de stora proteinpolymererna till peptider och aminosyror resulterar i ett grumligare öl av sämre kvalitet än om de stora proteinpolymererna kvarstår intakta vid mältningen och i högre grad kan filtreras bort tillsammans med övriga restprodukter under ölproduktionen. På samma sätt resulterade en hög andel av kvävet applicerat vid sådd i en hög nedbrytning av de polymera proteinerna vid mältning. Detta indikerar att det ur kvalitetssynpunkt för ölet skulle kunna vara gynnsamt med en

**Tabell 1.** Medelvärden av olika proteinfaktorer efter olika behandlingar. eLPP = lättlösliga stora polymera proteiner. TOTE = Totala mängden lättlösliga proteiner.

| Behandling                                   | eLPP  | TOTE  |
|--|-------|-------|
| <i>Såtidpunkt</i>                            |       |       |
| Tidig  | 3,42a | 7,49b |
| Medel  | 3,11a | 7,59b |
| Sen  | 2,59b | 8,45a |
| <i>Kväveregim</i>                            |       |       |
| 100%   | 2,70b | 7,26b |
| 75%  | 3,28a | 8,04a |
| 50%  | 3,18a | 8,22a |
| <i>Temperatur under kärnfyllnadsperioden</i> |       |       |
| 17/14°C (T1)                                 | 2,93a | 7,53b |
| 24/21°C (T2)                                 | 3,15a | 8,15a |

Nummer i samma kolumn som följs av samma bokstav är inte signifikant skiljda från varandra

kväveapplikation senare under kornets utveckling under förutsättning att avmognaden efter blomning inte går för snabbt. Temperaturen under kärnfullnadsperioden verkade mindre viktig för skillnader i nedbrytningshastighet av proteinerna hos malkorn.

### **Vilka faktorer påverkar proteinkvaliteten hos malkorn?**

Inom ett antal projekt som har varit pågående vid LTJ-fakulteten i Alnarp och som finansierats av bla Partnerskap Alnarp och SL-stiftelsen, har det påvisats att den faktor som i högst grad påverkar proteinsammansättningen hos malkorn är skillnad i år och plats vid odlingen (se tex Fakta från Partnerskap Alnarp 2010:37). En stor del av skillnader i proteinsammansättning i moget korn beroende på års- och platsvariationer kan troligtvis förklaras genom skillnader i utvecklingshastighet hos kornet men också med kvävetillgänglighet för kornet. Eftersom proteinsammansättningen hos det mogna kornet påverkar mältnings- och ölkvaliteten är det av intresse att bättre förstå vilka processer och mekanismer under säsongen (såsom plantutvecklingen beroende på jordmån, temperatur och nederbörd), samt hur kvävetillgängligheten påverkar proteinsammansättningen hos korn. Inom ett antal andra projekt som har varit pågående vid LTJ-fakulteten, men som istället behandlat vete, har det påvisats att viktiga faktorer som påverkar proteinsammansättningen och därmed brödbakningskvaliteten har varit just utvecklingsrytmen hos vete men även kvävetillgängligheten. Inom detta projekt ville vi därför odla korn i klimatkammare till

mognad. Kornets utvecklingshastighet fram till blomning och under kärnfullnadsperioden ville vi styra med hjälp av en kombination av omgivningsförhållande så som temperatur samt med kvävetillsatser.

### **Hur gjorde vi försöken?**

En lämplig och vanligt förekommande malkornssort, Tipple, valdes ut och användes i hela försöket. För att i så hög grad som möjligt efterlikna fältmässig odling, användes så stora odlingskärl som möjligt (för att följa planen i ansökan behövde totalt 9 odlingskärl få plats i varje klimatkammare), vilket resulterade i odlingskärl som var 36x56 cm med 35 cm höjd. Jorden som användes i försöken hämtades från Lönnstorps försöksstation, SLU Alnarp, och hade inte gödslats under de senaste 3 åren.

Genom att efterlikna klimatet i Skåne vid tre olika såtidpunkter skapades tre olika utvecklingshastigheter hos kornet. Kornet såddes därmed i tre olika odlingskammare den 24 mars, 7 april och 21 april. Klimatet i de respektive kamrarna ställdes in på så sätt att temperatur, relativ luftfuktighet och dagslängd efterliknade medelvärden av dessa parametrar från perioden 1998–2007. I varje klimatkammare placerades 6 odlingskärl.

Därefter användes tre olika kvävetillsatser för respektive såtidpunkt för att ytterligare påverka utvecklingshastigheten hos malkornet. Kvävet gavs som NPK (i förhållande 22:4:9). För samtliga tre kväveregimer tillsattes en total mängd om 70 kg N/ha, men kvävet fördelades så att i den första kväveregimen gavs allt kväve vid sådd, i den andra kväveregimen gavs 75 % av kvävet vid

sådd och 25 % av kvävet vid andra halvan av stråskjutningen, och i den tredje kväveregimen gavs 50 % av kvävet vid sådd och 50 % vid stråskjutning. Två odlingskärl i vardera odlingskammare gavs respektive kväveregim.

Slutligen användes två olika temperaturer efter blomning för att ytterligare skapa en variation i utvecklingshastighet. Efter stråskjutning, när lite borst började sticka fram i den regim med tidigast utveckling till blomning, flyttades plantorna till två odlingskammare (ett odlingskärl från respektive av de gamla kamrarna och med respektive kväveregim till var och en av de nya kamrarna). Temperaturen i de nya kamrarna reglerades så att i den ena kammaren var det 20 grader på dagen och 17 på natten, medan i den andra kammaren var det 25 grader på dagen och 22 grader på natten.

Målet var att skapa olika utvecklingshastigheter hos kornet före och efter blomning. Proteinsammansättningen hos kornet vid mognad har analyserats och kornet har mätats så att mältningskvaliteten har kunnat undersökas.

### **Hur går vi vidare?**

Projektet visade att såtidpunkten, och därmed skillnader i medeltemperatur, ljusmängd och dagslängd under den tidiga delen av kornplantans utveckling, var den parameter som i högst grad påverkade utvecklingsrytmen hos malkorn. En tidigare såtidpunkt resulterade i en långsammare utvecklingsrytm hos kornet fram till blomning och en bättre malt- och ölkvalitet. För att vidare kunna förstå de komplexa mekanismer som ligger bakom styrningen av malt- och ölkvalitet krävs

en ökad förståelse för samvariationer mellan såtidpunkt, jord- och platsspecificiteter, kvävetillgänglighet och utvecklingsrytm samt öl- och maltkvalitet. Försök under

kontrollerade förhållande med ett antal olika jordar och såtidpunkter och där utvecklingsrytm och kvalitet analyseras skulle kunna ge en ökad förståelse för styrningen av

malkornskvalitet. Denna kunskap skulle därefter kunna användas i modellerings- och prognosprogram för styrning av malkornskvalitet.

I Sverige odlas malkorn framför allt i Skåne. Produktionen är både för inhemsk svensk produktion av öl och för export av malkorn eller mälat korn. Odlingen sker framför allt i form av kontraktsodling där kornet sedan säljs till ett mälteri för mältning (kornet groddas och torkas). Öl bryggs sedan i bryggerier, av mälat korn med tillsatser av humle och jäst. Mälterierna har ett önskemål om 9,5-11,5% protein i malkornet för bästa resultat. Även proteinsammansättningen påverkar malt- och ölkvaliteten, vilket har påvisats i tidigare projekt av Professor Eva Johansson i samarbete med Dr Nils-BO Nilsson vid Campus Helsingborg, Lunds Universitet och Lantmännen. En bättre förståelse av hur proteinsammansättning hos malkorn uppkommer som kan styra malt- och ölkvalitet är dock fortfarande av största relevans.

- 
- Faktabladet är utarbetat inom LTJ-fakultetens område Agrosystem, <http://www.slu.se/sv/fakulteter/l tj/om-fakulteten/institutioner-/agrosystem/forskning/produktkvalitet-och-bioraffinaderi/>.
  - Projektet är finansierat av SL-stiftelsen och Partnerskap Alnarp.
  - Projektansvarig Professor Eva Johansson och forskningsassistent Lena Holm, som också är författare till detta faktablad, [eva.johansson@slu.se](mailto:eva.johansson@slu.se) och [l ena.e.holm@slu.se](mailto:l ena.e.holm@slu.se), Område Agrosystem, <http://www.slu.se/sv/fakulteter/l tj/om-fakulteten/institutioner-/agrosystem/forskning/produktkvalitet-och-bioraffinaderi/>  
<http://epsilon.slu.se>