

Om enkla analyser för kvalitetssäkring av äppelråvara och äpplemust

KIMMO RUMPUNEN

Äpplesort och äpplets mognadsstadium är de faktorer som allra mest påverkar smaken hos äpplemusten. Innehållet av socker och syra förändras under äpplets mognad och vid lagring av skördad frukt. För att kunna bestämma mognadsstadiet och för att kunna tillverka must med önskad kvalitet är det nödvändigt att kunna analysera de viktigaste kvalitetsegenskaperna objektivt. Vid mognadsbestämning är fruktköttets fasthet och stärkelseinnehåll jämte sockerinnehållet viktiga egenskaper att kontrollera. Även äpplets grundfärg och kärnornas färg korrelerar med mognadsgraden. Hos musten är förutom sockerinnehållet även totalsyrahalt och pH-värdet viktiga egenskaper. Att analysera dessa egenskaper är inte komplicerat. Analyserna kan med fördel användas för att dokumentera varje batch av råvara och produkt. Analyserna kan också användas som redskap vid tillverkning av blandmuster från olika sorter, för att kunna balansera innehållet av socker och syra till önskad nivå.

Provtagning

Oavsett val av analys är det viktigt att ta ut ett representativt prov – detta gäller både äppelråvara och must. En tumregel kan vara att ta ut ett stickprov på 7–10 representativa äpplen per äppelbinge om 250–300 kg. Vid analys av opastöriserad juice är det viktigt att se till att röra om i juicebehållaren innan provet tas ut (ca 20 mL) och vid analys av pastöriserad juice i flaska bör åtminstone 3 flaskor analyseras per batch.

För att kunna avgöra om uppmätta värden är rimliga är det bra att beräkna variationskoefficienten ($CV = \text{standardavvikelse} / \text{medelvärde}$ av analyserade prover) som ett mått på spridningen i resultaten (kan göras med Excel t.ex.). Om CV är större än 10% så är proverna inte representativa eller variationen onormalt stor och fler prover kan behöva analyseras för att ge ett rättvisande resultat.

Bestämning av äpplets fasthet

Fruktköttets fasthet är kopplat till äpplets mognadsgrad men är också sortberoende och påverkas av



Figur 1. Handhållen penetrometer med vilken fruktköttets fasthet enkelt kan mätas - en egenskap som både är kopplat till äpplets mognadsgrad och är viktig för pressbarheten. (Foto: Kimmo Rumpunen).

odlingsförhållandena. För att mäta fastheten används en penetrometer (figur 1) som är en utrustning som registrerar det tryck som krävs för att pressa in en prob (stålcylinder) till visst djup i fruktköttet. Penetrometern anger trycket i kg/cm^2 och det korrekta djupet finns angivet med en markering på proben. För äpple brukar man använda en stålcylinder med 11 mm diameter vilket motsvarar 1 cm^2 . Vid mätning skalar man först bort ca 2 cm^2 av äpplets skal på motstående sidor (de mest respektive minst färgade sidorna) och placerar penetrometerproben vinkelrätt mot fruktköttet. Om man använder en handhållen penetrometer är det viktigt att alltid pressa in proben med ett jämnt tryck. Läs därefter av värdet med en decimal, nollställ penetrometern och upprepa analysen på motstående sida av äpplet. Beräkna därefter medelvärdet.

Bestämning av stärkelsenedbrytning

När ett äpple mognar omvandlas stärkelse till glukos vilket gör att äpplet och musten som pressas ur äpplet blir sötare än hos omogen frukt. För optimal lagring av äpple plockas äpplen i tidigt mognadsstadium, vanligen innan all stärkelse omvandlats. Maximal sötma förutsätter emellertid att all stärkelse omvandlats till glukos vilket sker vid den efterföljande lagringen. Graden av omvandling kan analyseras med hjälp av en jodlösning. Jod bildar ett mörkblått komplex med stärkelsemolekylen – ju mindre färg desto mindre stärkelse.



Figur 2. Bestämning av stärkelseomvandling vid mognad och lagring av äpple. Ju mindre färg desto mindre stärkelse samt mognare och sötare äpple. Foto: Ibrahim Tahir (2012).

För att undersöka stärkelseomvandlingen i ett äpple kan man doppa en 0.5 cm tjock äppleskiva (äpplet ska vara skuret tvärs igenom kärnhuset) 3–4 minuter i en jodlösning, ta upp och vända skivan och efter ytterligare 3–4 minuter bedöma äpplets stärkelseinnehåll. Stärkelseomvandlingen börjar vanligen i fröhuszonen. Vid bedömning av stärkelseinnehållet brukar man använda sig av en 10-gradig skala där 1 = ingen stärkelseomvandling – hela äppleskivan blåsvart och 10 = ingen färgning, all stärkelse är då omvandlad till glukos (figur 2).

Fruktodlare använder sig av testet för att avgöra när äpplet är skördemoget för optimal lagringssuglighet vilket brukar motsvara en stärkelseomvand-

ling på 4–6 beroende på sort enligt särskilda referenskartor. Vid analysen bör man testa 7–10 friska frukter per sort/batch för att få en representativ uppfattning om stärkelseomvandlingen.

Det går bra att använda Jodopax-lösning för testet men man kan också tillverka en egen jodlösning genom att blanda 1 g jodkristaller och 3 g kaliumjodid i 1 dl vatten. Lösningen ska förvaras mörkt i kylskåp och kan då lagras upp till 6 månader. Lösningen färgar mycket kraftigt så det är viktigt att skydda underlag och händer vid beredning och användning av lösningen.

Om man inför musttillverkning finner att äpplet fortfarande innehåller mycket stärkelse så kan omvandlingen påskyndas genom att äpplebiten placeras i rumstemperatur till dess att önskad omvandling uppnåtts.

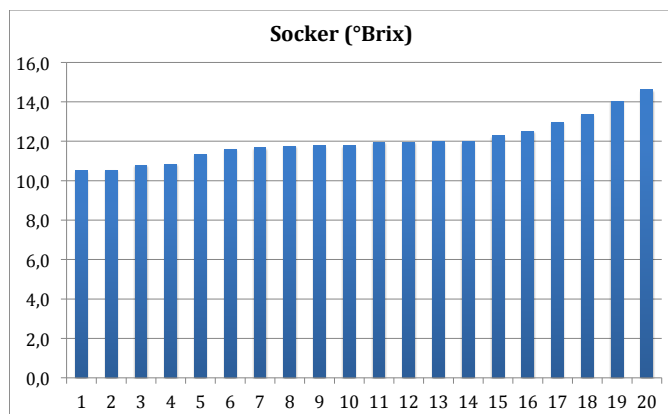
Bestämning av socker (löslig torrs substans) med refraktometer

En refraktometer kan användas för att mäta innehållet av löslig torrs substans i en fruktjuice vilket anges som °Brix. Löslig torrs substans utgörs främst av socker, men även andra lösta ämnen som kan bryta ljus bidrar till det uppmätta Brix-värdet. I en ren sockerlösning ger refraktometervärdet direkt sockerhalten i % – i en must ger refraktometervärdet en överskattning av sockerhalten då även organiska syror kan bidra till Brix-värdet.

Det finns två huvudtyper av refraktometrar: Dels enkla och billigare handmodeller och dels något dyrare digitala modeller (figur 3). Temperaturen påverkar analysen och därför måste man justera det



Figur 3. Handhållen och digital refraktometer för mätning av löslig torrs substans (socker, °Brix). Att mäta löslig torrs substans överskattar innehållet av socker i frukten och juicen men är en enkel och mycket användbar analys vid bestämning av mognadsstadiet och mustkvalitet. (Foto: Kimmo Rumpunen).



Figur 4. Socker (löslig torrsubstans) hos 20 kommersiella svenska äpplemustprodukter analyserade 2014. Spridningen är stor, från 10,5–14,9 vilket har stor betydelse för den upplevda variationen i sötma och fyllighet hos musten.

avlästa Brix-värdet om inte temperaturen på musten är den som utrustningen är kalibrerad för (vanligen 20°C). Instruktioner för temperaturkorrigering levereras tillsammans med handmodellerna medan de digitala modellerna ofta har inbyggd automatisk temperaturkorrigering. De digitala utrustningarna brukar dessutom ha en kalibreringsmöjlighet. Vanligen används destillerat vatten för att kalibrera utrustningen.

Även etanol påverkar Brix-värdet – det går därför inte att analysera löslig torrsubstans (socker) i fermenterade produkter (t.ex. äpplemust som jäses till cider) med en refraktometer. Då bör man istället mäta fermentatets densiteten.

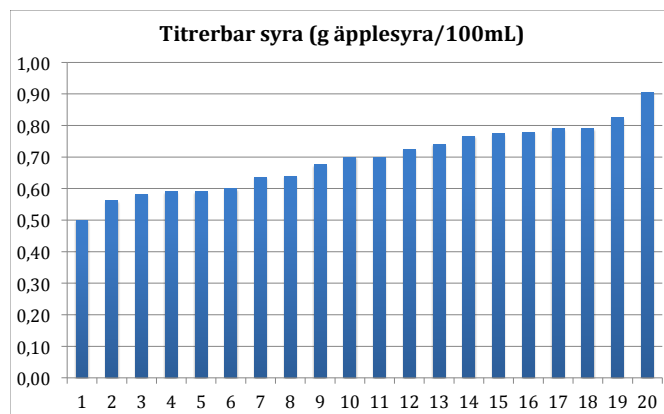
Vid analys av löslig torrsubstans i äpplen kan det vara bra att ta två prover av varje äpple genom att pressa ut must från två klyftor – en från den mest färgade sidan och en från motstående sida av äpplet. Placera några droppar av juicen på refraktometern och notera resultatet med en decimals noggrannhet. Beräkna därefter medelvärdet.

För att refraktometrarna ska bevara sin funktion är det viktigt att inte repa de glasytor (prisman) som provet placeras på. Det är också viktigt att rengöra ytorna med vatten mellan varje prov och torka dem torra innan ett nytt prov anbringas. Om ytorna blir feta kan de rengöras med etanol.

I figur 4 visas löslig torrsubstans som uppmätts hos 20 olika fabrikat av svensk äpplemust. Variationen mellan produkterna är stor: 10,5–14,9 °Brix per 100 mL must.

Bestämning av totalsyrahalten genom titrering

Fruktar och bär innehåller många olika organiska syror som alla bidrar till totalsyrahalten. Totalsyrahalten kan bestämmas genom titrering med en alka-



Figur 5. Titrerbar syra hos 20 kommersiella svenska äpplemustprodukter analyserade 2014. Spridningen är stor, från 0,50–0,91 vilket har stor betydelse för den upplevda variationen i syrlig smak hos musten.

lisk lösning, vanligen natriumhydroxid (NaOH) som neutraliserar syran varvid mängden alkali som gått åt ger ett mått på den korresponderande syramängden. För att kunna avgöra att all syra neutraliserats kan antingen en färgindikator (vanligen fenolftalein, OBS giftigt) eller en pH meter användas.

För analysen krävs en byrett med 25–50 mL kapacitet, en 10 mL pipett, en 250 mL bägare och gärna en magnetomrörare även om detta inte är nödvändigt så är det praktiskt. Härutöver krävs destillerat vatten, alkali i form av en lösning med 0.1 N NaOH samt möjlighet att mäta pH enligt ovan.

Analysen genomförs som följer: tag 10 mL juice och fyll i bägaren, tillsätt 50 mL destillerat vatten samt 3 droppar fenolftalein. Tillsätt så successivt NaOH till färgomslag (rosa). Slutpunkten för titreringen har uppnåtts då färgomslaget är stabilt under minst 30 sekunder. Om en pH-meter används ska titreringen pågå till pH 8.1. Avläs antalet mL NaOH som åtgått för titreringen. Titrera minst två delprover per prov. Beräkna därefter medelvärdet.

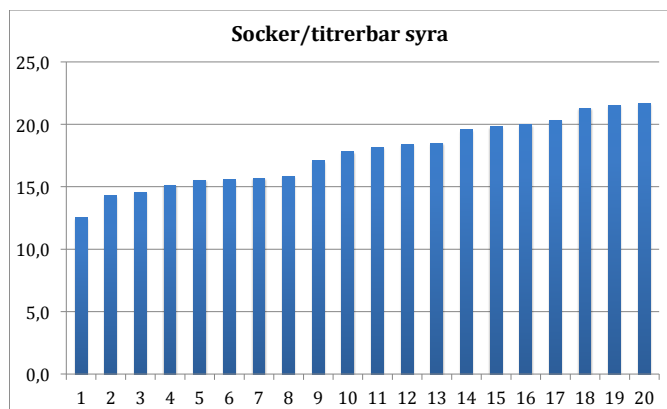
Förutom att anges som mL 0.1 N NaOH kan titrerbar syra anges som den viktigaste syran. Hos äpple är det äpplesyra. 1 mL 0.1 N NaOH motsvarar 0.0067 g äpplesyra. Med metoden ovan beräknas då den titrerbara syran (uttryckt som procent äpplesyra) med formeln:

Titrerbar syra (som procent äpplesyra) = mängd mL 0.1 N NaOH \times 0.0067 \times 100/10 (mL juice).

I figur 5 visas den titrerbara äpplesyran som uppmätts hos 20 olika fabrikat svensk äpplemust. Variationen mellan produkterna är stor: 0,50–0,91 g äpplesyra per 100 mL must.

Beräkning av förhållandet mellan socker/syra

Förhållandet mellan socker och syra bidrar i stor ut-



Figur 6. Kvoten socker/titrerbar syra för 20 kommersiella svenska äpplemustprodukter analyserade 2014. Spridningen är stor, från 12,5–21,7 vilket har stor betydelse för mustens karaktär och påverkar smakupplevelsen.

sträckning till frukters och dryckers karaktäristiska smak och är därför ett användbart mått vid kvalitets-säkring av äppelråvara och äpplemust.

Förhållandet mellan socker och syra beräknas genom formeln:

$\text{Socker-/syra kvot} = \frac{\text{socker innehåll (som } ^\circ\text{Brix)}}{\text{titrerbar syra (som procent äpplesyra)}}$

I figur 6 visas socker-/syra kvoten för 20 olika fabrikat av svensk äpplemust. Variationen mellan produkterna är stor: 12,5–21,7.

Bestämning av pH-värde

pH-värdet är en viktig parameter och anger mustens surhet (egentligen koncentration av vätejoner). pH-värdet går från 0 till 14, låga värden motsvarar höga vätejonkoncentrationer och höga värden motsvarar låga vätejonkoncentrationer. pH 7 är neutralt. pH-värdet kan bestämmas med indikatorpapper eller med en digital pH-meter som ger en större noggrannhet (figur 7). För att resultatet ska bli rättvisande med pH-metern är det viktigt att alltid kalibrera pH-metern enligt den medföljande manualen. Kalibrering ska ske med buffert i det område som mät-



Figur 7. Bestämning av pH-värde med pH-meter. Glöm inte att pH-metern måste kalibreras regelbundet för att ge ett korrekt värde. Använd gärna en omrörare så går det snabbare att få ett stabilt värde. (Foto: Kimmo Rumpunen).

ningen ska göras. Vid titrering av totalsyrahalt kalibreras med buffert omkring pH 7. Vid mätning av pH i äpplemust kalibreras med buffert omkring pH4. Det är också viktigt att provet rörs om under mätningen, gärna med en magnetomrörare, och att avläsningen görs när mätvärdet stabiliserats. Det är också viktigt att mätning och kalibrering av utrustning görs vid samma temperatur.

Bestämning av mustutbyte

För att kunna beräkna hur mycket frukt som går åt för att tillverka must är det viktigt att känna till utbytet. Utbytet varierar med sort, mognadsgrad och pressmetod. Mustutbytet kan skattas genom att ta ut en mindre mängd äpplen, 1–2 kg per 250–300 kg, väga mängden exakt, pressa äpplena och därefter väga den erhållna musten varefter det procentuella mustutbytet beräknas genom formeln: $(\text{mustmängd i g} / \text{äpplemängd i g}) \times 100$.

- Faktabladet är utarbetat inom projektet "Centrum för Innovativa Drycker", Institution för Växtförädling, SLU, Balsgård
- Faktabladsserien "Fakta om musttillverkning" har utarbetats 2015 av Kimmo Rumpunen [kimmo.rumpunen@slu.se], ansvarig projektledare, och Gun Hagström [gun@lyssna.se], biträdande projektledare
- På webbplatsen <http://innovativadrycker.slu.se> kan du hitta mer information om "Centrum för Innovativa Drycker"
- Faktabladet är delfinansierat med EU-medel via Länsstyrelsen i Skåne och med medel från Region Skåne och SLU