

Ciderkollen

Erik Nilsson

2024-11-14

Table of contents

I	Prolog	8
1	Översikt	10
1.1	Resurser	11
2	Grunderna	12
2.1	Processen	12
2.2	Material	14
2.2.1	Du behöver	14
2.2.2	Sådant som underlättar	15
2.2.3	Extra	15
II	Must	16
3	Beståndsdelar	18
3.0.1	Kväve	18
3.0.2	Oxygen	19
3.0.3	Constituents overview	19
3.0.4	Socker	21
3.1	Organiska syror	21
3.2	Fenoler	22
4	Balansering	23
4.1	Sockerhalt	24
4.2	Syra	24
4.3	Jästnäring	24
5	Äpplen	25
5.1	Fruktens mognad	25
5.2	Äpplen	25
5.2.1	Val av äpplen för cider	26
5.3	Tabell jämförelse sorter	27
5.4	Skörd och mognad	28
5.4.1	Hur avgöra mognad?	28
5.5	Krossning och pressning	29
5.5.1	Pressning	29

5.6	Beskrivning av äppelsorter	30
5.7	Resurser	30
6	Polyfenoler	32
6.1	Fenoler i cider	33
6.2	Fenoler i äpplen	33
6.3	Fenoler i andra frukter än äpplen	34
6.4	Att öka fenolinnehållet i musten	35
6.4.1	Extraktion av fenoler från äppelskal och pressrester	39
6.4.2	Infusion med fenolrika substanser . . .	40
6.4.3	Mer	42
6.5	Resurser (fenoler)	45
7	Socker	47
7.1	Alkohol	47
7.2	Sötma efter jäsning	47
III	Jäsning	49
8	Dynamik	51
8.1	Att följa jäsningen	51
8.1.1	Fermentation speed units	51
8.1.2	När är jäsningen klar?	52
8.2	Att påverka jäsningen	53
8.2.1	Temperatur	53
8.2.2	Näring	54
8.2.3	Socker	54
8.2.4	Lufttillgång	54
8.3	Malolaktisk jäsning	54
9	Jäst	56
9.1	Jästens biologi	56
9.1.1	Kvävemetabolism	57
9.2	Modeling yeast	58
9.3	Pitching	61
9.4	Hydrering	62
9.5	Näring	62
9.6	Jästsorser	63
9.7	Effekter av jäsning	63
9.7.1	Reduktion av syra	63
9.7.2	Produktion av sulfit	63
9.8	Resurser	64

9.9	Jästsorter	67
9.10	Dosering av jäst	68
9.11	Vildjäsning	73
10	Kolsyrning	74
10.1	Kolsyrejäsning	74
10.2	Kolsyrejäsning vid svältjäsning	75
10.3	Skingring av koldioxid	76
10.4	Notes	77
IV	Hantering	80
11	Omtappning	82
11.1	Headspace	84
12	Mognad	86
13	Buteljering	87
V	Tekniker	88
14	Pastörisering	90
14.1	Temperatur och tid	91
14.2	Dosering	91
15	Svavling	92
15.1	Kemi	93
15.2	Resurser	93
16	Mätning	95
16.1	Hydrometer	95
16.1.1	Inverkan av temperatur	95
16.1.2	Inverkan av alkoholhalt	96
16.2	Refraktometer	97
16.3	pH-mätning	98
16.4	Jodtest	98
16.5	Mikroskopering	98
VI	Variationer	99
17	Alternativ	101
17.1	Steg i ciderbryggningsprocessen	101

17.2	Långsam jäsning	105
17.3	Keeving	106
18	Att påverka smaken	110
18.1	Smaker	110
18.1.1	Aromer	111
18.1.2	Dåliga smaker	111
18.2	Faktorer som påverkar	112
18.3	Reducera syrlighet	113
18.4	Öka fyllighet/komplexitet	114
VII	Osorterat	115
19	Att sortera	117
VIII	Quarto	118
20	Style	119
20.1	Crossrefs	119
20.2	Notes on quarto	119
20.2.1	R	119
20.3	Org to markdown	120
20.3.1	Table editing	120
20.3.2	Other useful markdown things	121
20.4	Heading 2	121
20.5	Markdown table	122
20.6	Markdown table in margin	122
20.7	Knitr table	122
20.8	Grid table	123
20.9	Footnotes	124
20.10	Margin Figures	124
20.11	Image	124
20.12	Arbitrary Margin Content	124
20.13	Asides	125
20.14	Lists	125
20.15	Math	125
20.16	Base R	126

IX Annat	127
21 Päroncider	128
21.1 Päronsorter	130
22 Frukttvin	131
22.1 Principer	131
22.1.1 Sockerhalt vid start och slutjäsning . .	131
22.2 Frukttvin från olika bär	132
22.3 Fläderbär	132
22.3.1 Plockning	134
22.3.2 Recept fläderbärsvin	135
22.3.3 Noter	136
22.3.4 Artiklar	137
22.4 Rönnbär	138
22.4.1 Recept rönnbärsvin	139
22.5 Plommon	139
22.6 Körsbär	140
22.7 Svartvinbär	140
22.8 Rabarber	141
22.9 Hagtorn	141
22.10 Aronia	142
22.11 Iscider	143
23 Äppeljuice	144
Appendices	145
A Tabeller	145
A.1 Äppelsorter	145
B Figures	147
B.1 Carbonation	147
B.2 Figure with more temperature lines	149
B.3 Table with details	149
B.4 Details on method for figure and table	152
B.4.1 R code for main CO2 estimation function	152
B.5 Note:	157
C Ordbok	159
D Resurser	160
D.0.1 Calculations	161
D.0.2 Inköp	161

E Bibliografi	162
E.1 References	162
E.2 Figurer	166
E.3 Todo	167

Part I

Prolog

Anteckningar om att göra äppelcider och “Perry” (päron-cider). Även en del om andra fruktviner.

1 Översikt

Delarnas innehåll:

Must: Framställning av must för cider (val av äpplen, plockning, mognad, pressning, balansering)

Jäsning: Att följa och reglera jäsningen.

Hantering: Omtappning, mognad på batch, buteljering, mognad på flaska, lagring

Tekniker: Svavling, Pastörisering, mm

Variationer: Variationer som kan göras för att uppnå olika resultat. Tex svältjäsning, maceration

Osorterat: Information som ännu ej sorterats in i specifikt avsnitt.

Quarto:

Annat:

I appendices:

Delarnas innehåll:

Must: Framställning av must för cider (val av äpplen, plockning, mognad, pressning, balansering)

Jäsning: Att följa och reglera jäsningen.

Hantering: Omtappning, mognad på batch, buteljering, mognad på flaska, lagring

Tekniker: Svavling, Pastörisering, mm

Variationer: Variationer som kan göras för att uppnå olika resultat. Tex svältjäsning, maceration

Osorterat: Information som ännu ej sorterats in i specifikt avsnitt.

Quarto:

Annat:

Link: @#fermentation.qmd

Link: [Fermentation](#)

VARNING: Fyll aldrig must i glasflaskor innan du är säker på att jäsningen upphört helt. Konsekvensen kan annars bli farliga “flaskbomber”. Detta gäller även must utan tillsatt jäst.

1.1 Resurser

Apple cider overview, book chapter: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/apple-cider>

2 Grunderna

De grundläggande stegen listas nedan. Fler steg och variationer kan läggas till för att påverka resultatet. En mer utförlig lista med alternativ finns i Avsnitt 17.1.

2.1 Processen

1. **Plockning och gallring.** Vanligen rekommenderas att man plockar mogen men ej övermogen frukt. Ruttna (illaluktande) frukter gallras bort. Fallskador som är relativt färska är inget problem. Är du osäker kan du skära bort en bit. Smuts sköljs bort. Stjälkarna kan sitta kvar.
2. **Krossning och pressning.** Äpplena rives (med äppelkvarn) eller krossas (tex i en hink med hjälp av en stör) till en grov massa. Maler man dem för fint kan det bli en gele som är svår att pressa. Fruktmassan blir snabbt brun men det gör ingenting. Använd en fruktpress för att få fram must. Grovsila därefter musten om det kommit med bitar.
3. **Justering av musten.** Mät sockerhalten och tillsätt eventuellt socker så att SG blir 1040 till 1070 (Tumregel: 30g socker per liter ökar SG med 10). Tillsätt eventuellt pektolas (~1 ml till 4L) för att slippa strimor av pektin i den färdiga cidern. Tillsätt eventuellt äppelsyra¹ för att sänka pH om det är >4 (för att motverka skadliga mikroorganismer).
4. **Avdödning** av befintliga mikroorganismer² genom pastörisering³ (uppvärmning) eller svavling⁴.
5. **Uppstart.** Tillsätt bryggerijäst (vinjäst eller ciderjäst) enligt instruktionerna på jästförpackningen. Låt jäsa 24-48 tim i ca 20 grader med lufttillgång för att gynna bryggerijästen [Risk för överbefolkning vid hög temp?].
6. **Huvudjäsning (ca 4-12 veckor)** i rena kärl, lämna gott om utrymme för skum (fyll till ca 80%). Sätt

¹ Äppelsyra (malat) kan vara krångligt att få tag på. Använder du citronsyra (citrat) riskerar det att bli dålig smak när den malolaktiska jäsningsen sker. Vinsyra (tartrat) kan användas, men kan ge kristallutfällning i flaskan (vilket kan förebyggas genom köldstabilisering). Ett alternativ är att landa in äpplen/must med lågt pH.

² Avdödning är egentligen inte nödvändigt eftersom vinjästen oftast vinner över de andra mikroorganismerna, men kan vara en fördel för ett säkrare resultat.

³ För pastörisering, värm till tex 63C i 20 minuter, högre temperaturer och längre tid ger mer "kokt" smak.

⁴ Svavling görs för att missgynna andra mikroorganismer än vinjästen (den tål svavlingen bättre). Man tillsätter då metabisulfit, ej vinsvavla eftersom det dödar vinjästen. Tänk på att vädra ur svavlet

på vattenlås/jäsrör när du ser att jäsningen kommit igång ordentligt (kolsyreububblor och skum, ofta inom ett dygn men kan ta några dagar om du använt sulfat). Ställ kärlen i temperatur 14-20°C. Man kan omtappa flera gånger under denna jäsning för att få en klarar cider, det ger också långsammare jäsning.

7. **Följ sockerhalten (SG)** tex 1 gång per vecka. Ej helt nödvändigt men underlättar. SG brukar sjunka ganska snabbt första dagarna/veckorna och sedan mer långsamt.
8. **Omtappa och fyll upp**⁵. När jäsningen lugnat sig (vid SG <06) omtappa till nya jäskär⁶. Den klara vätskan tappas om och bottensatsen lämnas. Försök att undvika syresättning av musten vid och efter omtappning eftersom det ökar risken för kontaminering/dålig smak. Kärnen fylls nästan helt upp (tex med must från en annan flaska du jäst eller inköpt cider). Lämna 2-3 cm luftspalt i flaskhalsen. Omtappa utan plask (tex genom att använda pumphävert med slangens utlopp i botten av mottagarkärlet). Sätt på jäsrör.
9. **Fortsatt jäsning**. Följ gärna sockerhalten (SG) en gång per månad för att enklare avgöra när det är dags att buteljera. Eventuellt görs fler omtappningar för att göra cidern klarare.
10. **Buteljering**. När SG sjunkit till <00-05 eller SG sjunker med <1 per vecka (max 2 per 3 v) har jäsningen i princip avstannat och buteljering kan ske⁷. När du buteljerar så tappar du den klara drycken ovanför sedimentet på flaska. Vill du ha en bubblig cider kan du jäsa till SG <0 och sedan tillsätta socker (tex 6 g/L) vid buteljeringen. Använd flaskor som tål tryck⁸. Förslut med tex plastkork och ståltråd (typ champagne), ölkapsyl eller snäpplock. Istället för att buteljera direkt kan du lagra cidern i större kär^l som fylls nästan helt upp och försluts helt (utan sockertillsats) och buteljera senare.
11. **Kolsyrejäsning**. Om du tillsatt socker vid buteljeringen tar det ca 2 veckor för jästen att förbruka detta och bilda kolsyra av sockret.
12. **Mognad**. För att utveckla smaken rekommenderas mognadstid. Optimal smak anses inträffa ca 12 månader efter pressning, därefter kanske något sämre smak, men

⁵ Omtappning är inte strikt nödvändigt, man kan nöja sig med att fylla upp kärnen, men omtappning ger klarare och troligen godare cider.

⁶ Det är okej att omtappa tidigare, men är inte nödvändigt. Enligt vissa blir det godare om man omtappar inom 4 veckor så att musten inte står för länge på sedimentet som bildas.

⁷ Är du osäker på om jäsningen avstannat tillräckligt kan du provjäsa en del i 20 grader i 2-3 veckor och fortsätta följa SG för att avgöra minimum SG som kan uppnås.

⁸ Använder du glasflaskor kan det vara bra att köpa champagneflaskor som tål extra tryck, för att ha marginal.

beror på vilken frukt och metod som använts.

Obs! Fyll aldrig levande must (den lever så länge du inte avdödat den säkert) i förslutna flaskor, då kan det bli farliga “flaskbomber” pga det höga tryck som bildas av kolsyran som jästen producerar. Skall du spara levande juice så kan den frysas, men tänk då på att den kan jäsa efter att den tagits fram.

Om jäsningen avstannar i förtid (innan SG sjunkit till <06) kan det bero på att jästen har brist på näring. Då kan man tillsätta jästnäring och eventuellt en gnutta jäst. Stannar den mellan 01-05 kan kvarvarande sockerhalt bero på icke-fermenterbara sockerarter i musten. Det testas genom att till en portion tillsätta jästnäring, ny jäst, och därefter slutjäsa i rumstemperatur. Efter två veckor mäts SG och motsvarar då minsta möjliga sockerhalt.

Ovanstående metod ger en torr, bubblig (om du tillsatt socker vid buteljering) cider. Vill man ha en söt cider kan man avdöda jästen vid buteljering och tillsätta socker. Vill man ha en cider som är både söt och bubblig (troligen är en måttlig sötma fördelaktigt för smaken) krävs litet krångligare metoder, eller så kan en liten mängd xylitol tillsättas ($<10\text{g/L}$).

2.2 Material

2.2.1 Du behöver

- Äpplen (av 10 L äpplen blir ca 2.5 L must och av det kanske 2 L cider)
- Fruktpress
- Hink och grov träpinne (tex en slät byggregel 1 m) för mosning av frukten
- Kärll att samla juicen i. Gärna något med volymangivelse så du ser mängden.
- Frystorkad vin- eller ciderjäst (ej öljäst)
- Rena jäskärll med kork som passar för jäsrör (tex 5L glasburkar, damejeanner, plasthink med lock)

- Jäsrör (vattenlås), ett per jäskärl
- Flaskor att senare tappa den jästa drycken på samt lämplig förslutning för dessa
- Hydrometer för mätning av sockerhalt (ej helt nödvändigt men rekommenderas starkt) - Ett 100 ml mätglas underlättar användningen av hydrometern (den behöver viss höjd på vätskan för att inte slå i botten)

2.2.2 Sådant som underlättar

- Pumphavert (underlättar omtappning)
- Termometer (tex en ugnstermometer)
- Hushållsvåg (för uppmätning av tex socker)
- Metabisulfit (för att hämma vildjästen och andra oönskade mikroorganismer)
- pH-remsor med pH-spann som täcker pH 3.0-4.0 (för att dosera sulfit korrekt och eventuellt följa syrahalten under jäsning)
- Pektolas (för att unvika strimor i drycken)
- Rengöringsmedel (tex StarSan)
- Vanliga hushållsmått (tesked, matsked, deciliter, liter)
- Hushållsvåg (tex för att mäta upp sockertillsats)
- Grov sil, gärna med tillhörande tratt
- Jästnäring (YAN eller DAP) och extra jäst (för att omstarta avstannad jäsning)
- Strösocker (för justering av sockerhalten)

2.2.3 Extra

- Refraktometer (för att enklare följa sockerhalten)
- Stor gryta och ugnstermometer om du skall pastörisera

Part II

Must

Framställning av must för cider (val av äpplen, plockning, mognad, pressning, balansering, macerering, mm).

3 Beståndsdelar

Ett äpple innehåller bland annat ca 80 % vatten, TA (varav x malat), socker, polyfenoler, stärkelse, pektin.

Vid pressning resulterar det i en must med ungefär följande innehåll:

Under jäsning förbrukas sockret av jästcellerna och malat kan metaboliseras till laktat, dels av jästsorter som gör detta och dels av laktobaciller. Biprodukter som tillkommer under jäsning är... alkohol, kolsyra, mm.

Syra, socker, fenoler, citrat

Chemical Composition of Apples Cultivated in Norway [1]

Chemical compositional characterization of some apple cultivars [2]

CONSENSUS DOCUMENT ON COMPOSITIONAL CONSIDERATIONS FOR NEW CULTIVARS OF APPLE [3]
also has notes on apple storage.

Soluble solids vs insoluble solids

Carbohydrates are 80% of soluble solids in citrus, equal glucose and fructose => density in aqueous solution ~ sucrose (1 glucose + 1 fructose)

Nitrogen and potassium (in tree?) has a positive effect on sweetness sensation. Magnesium can increase acidity.

3.0.1 Kväve

Norge [1]

3.0.2 Oxygen

“During pressing, the highest and first oxygen dissolution occurred in the must at 6.8 mg/L, on average. The enzymatic browning reaction after 10 min was responsible for an oxygen uptake above 80%. The addition of sulphur dioxide or maceration of crushed apple results in a must with more oxygen content, however the beverage colour is negatively affected.”

“In alcoholic fermentation, oxygen can be a limiting element for yeast growth and can affect aroma production, mainly those aromas synthesized by apiculate yeasts 10-12. Under cider processing conditions, the yeast (*Saccharomyces uvarum*) needs 2.0–2.5 mg/L of dissolved oxygen 2. At the beginning of alcoholic fermentation, this element is used in different pathways such as classical respiration, sterol biosynthesis, oxygen detoxification and with other oxidases. These compounds play an important role in the permeability of the cell, affecting its viability (reproductive capacity) and vitality (the ability to produce energy)”

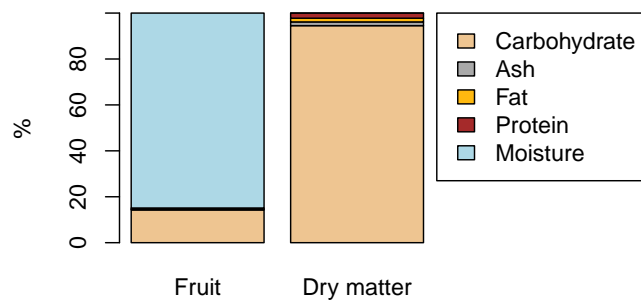
“oxygen can positively or negatively influence the composition and quality of the cider”

From: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jib.113>

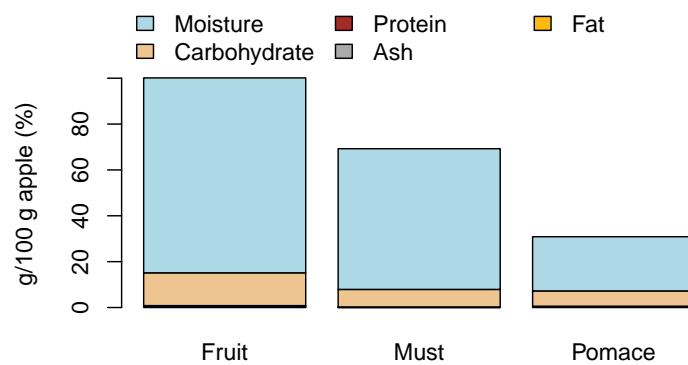
3.0.3 Constituents overview

In the whole apple, moisture is the main constituent, followed by carbohydrates. When moisture is removed, carbohydrates are the main constituent. Protein, fat, and “ash” (minerals and the like) are present in similar proportions (Figur 3.1). Uppgifterna i figurerna nedan är i huvudsak hämtade från [3].

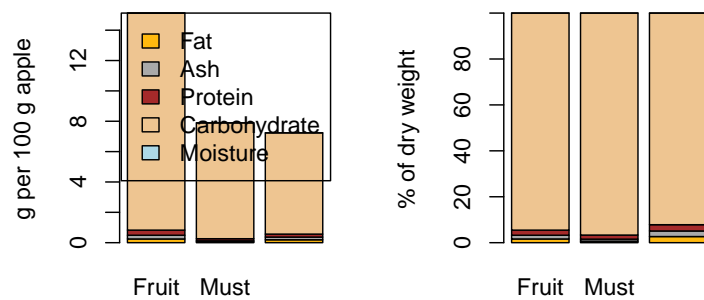
Äpplet innehåller således mest fukt och därefter kolhydrater. Vid pressning ansamlas förstås en större andel vätska i musten och kanske hälften av torrsubstansen medföljer:



Figur 3.1. Overview of Apple constituents

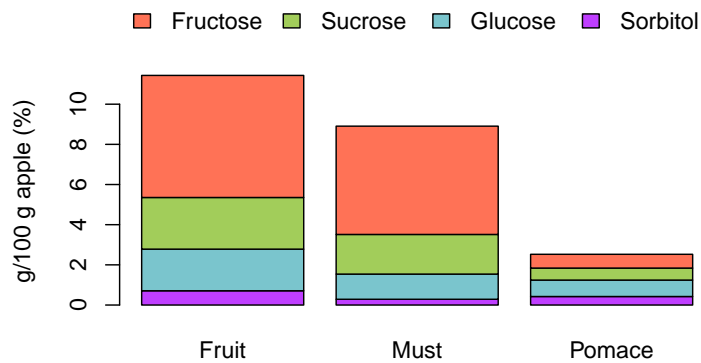


Innehålet i torrs substans är främst kolhydrater (sockerarter, pektin, icke-nedbrytbara fibrer etc). Musten har en förhållandevis något högre andel kolhydrater (främst sockerarter) än äpplet och pressresterna.



3.0.4 Socker

Av sockerarterna är fruktos den som förekommer mest rikligt, följt av sukros och glukos. Sorbitol (en socker-alkohol) finns i vissa äppelsorter men vanligen i låga nivåer eller inte alls (vanligast är 0-0.3 g/100g). Enstaka äppelsorter och framför allt vildäpplen kan ha något högre nivåer av sorbitol.



3.1 Organiska syror

Icke flyktiga

“Malic acid and citric acid were the two predominant organic acids in *Malus* species, whereas the concentrations of other acids were very low or undetectable” [4]

“Malic acid, citric acid, and total organic acid contents exhibited normal distributions with a skew to the right. The total organic acid concentration exhibited significant variation, ranging from 1.72 to 44.63 mg/g fresh weight (FW), with an average of 11.06 mg/g FW (Figure 2; Table S1). Notably, there was almost a 26-fold variation in the total organic acid concentration among the accessions examined. Malic acid was detected in all *Malus* species, ranging from 1.72 to 29.27 mg/g FW, with an average of 8.90 mg/g FW. Citric acid was predominantly detected in several wild apple species, with content ranging from undetectable to 24.24 mg/g FW. The ratios of malic acid to total organic acid and of citric acid to total organic acid were also calculated (Table S1). In cultivated apple fruits, the ratio of malic acid to total organic acid was as high as 100%, indicating that malic acid is the predominant organic acid in cultivated apple. Of 58 wild relatives, 31 (53%) revealed a considerable amount of citric acid, with a content of 0.43 mg/g FW; the ratio of citric acid to total organic acid ranged from 5.23% to 60.67%, whilst 27 (47%) showed an extremely low to undetectable concentration of citric acid. This indicated that malic acid and citric acid represent the two predominant organic acids in wild apple species.”

“Fruit acidity in cultivated apples is majorly determined by malic acid, which accounts for up to 90% of total organic acids [6]. Citric acid also exists in mature apple fruits; however, it exhibits a very low to undetectable concentration in cultivated apple”

3.2 Fenoler

4 Balansering

Innan eller under jäsning kan det ibland vara fördelaktigt att justera sådant som syra, sötma, och näringsinnehåll i musten.

Musten kan behöva balanseras dels för att skapa goda förutsättningar för en frisk jäsning (tex ett pH som motverkar oönskad mikrobiell tillväxt) och dels för att påverka smaken i den färdiga produkten.

Sockerhalten i musten avgör den slutliga alkoholhalten. Ett startvärde på SG mellan 1.040 och 1.070 är oftast ett lämpligt intervall. Sikta tex på 1060 i din beräkning. Detta justeras genom att tillsätta socker (ca 30g/L för varje .010 man vill höja). Se [TODO: ref sötning]

pH påverkar mustens motståndskraft mot oönskade mikroorganismer och den färdiga ciderns syrlighet (dock kan syrligheten ändras under jäsningen och uppfattas olika beroende på andra egenskaper hos drycken). Ett utgångsvärde på pH 3.2-3.8 är lagom. pH kan justeras genom att tillsätta äppelsyra (malat). Andra syror kan medföra problem

Polyfenoler (tanniner) tillsätts ibland för att påverka smaken (Chapter 6), men oftast är det bästa sättet då att försöka få tag på äpplen som är rika i dessa.

Målvärden:

Titrerbar syra (TA): Kingston Black har 0.68% malat. CJ siktar på 0.5-0.55% TA, eller 0.4% för bitter cider med mer strävhet. Om musten från början har en TA >0.6% kan man göra en dryck med mer sötma för att balansera det.

Fenoler: 'Kingston black' har tannin 0.24%. Notera att alla fenoler inte är lika, de ger olika smakupplevelser (tex strävhet vs bitterhet).

rowan 1000-3000 mg/L (1-3%) juice; apple 200-2500 mg/L (0.2-2.5%). Boskoop 0.1%, Ingrid marie 0.05%.

4.1 Sockerhalt

För att höja SG med .010 krävs tillsats av ca 30 g socker per liter must.

Later studies showed 48g ethanol and 47g CO₂ per 100g sugar to be a more correct

4.2 Syra

För att sänka pH:

- Äppelsyra (1 g/L ger TA + 1.12 g/L ? och pH - 0.08)
- Använd syrligare äpplen

Ej rekommenderat:

- Tartrat: Kan ge tartratkristaller
- Citrat: Kan ge dålig smak vid malolaktisk jäsning

För att höja pH:

- Bikarbonat (?)
- Kalciumkarbonat
- Vatten

4.3 Jästnäring

Ibland tillsäts också jästnäring i olika former. Huruvida detta är lämpligt beror på vilken typ av jäsning man önskar. Exempelvis är ibland målsättningen en långsam jäsning och utarmning av näringsämnen för att jäsningen skall avstanna vid en högre sockerhalt och då ge kvaravarande sötma i cidern. Då bör jästnäring ej tillsättas. I de flesta fall är det troligen onödigt (?). Jästnäring kan möjligen minska risken för "stressad" jäst som ger oönskade smaker, men bör då troligen tillsättas med fördröjning för att undvika alltför stor tillväxt av jästpopulationen i början (?).

5 Äpplen

Sorter, urval, egenskper, hantering, mognad, lagring.

5.1 Frukstens mognad

Olika sorter är *plockmogna* vid olika tid. Vissa bör därefter *eftermogna* för att uppnå full arom och kan då även bli mildare i smaken (minskad beska, ökad sötma). Vissa sorter håller därefter för *lagring* i veckor eller månader (gärna kallt -1 till 4 °C).

5.2 Äpplen

Traditionellt odlades särskilda cideräpplen, vilka inte var goda att äta färska pga mycket beska och syra, men lämpade sig väl för cider. Andra äppelsorter kan dock användas. Syrliga äpplen är att föredra och finns beska kan det ge en mer komplex smak. Söta och milda sommaräpplen anses sällan ge god cider. Höst- och vinteräpplen är ofta mer lämpliga. Sockerhalten är också viktig ifall socker ej tillsätts.

I Sverige har många äpplen hög syra och låg halt tanniner. Tillräcklig syra är därför sällan ett problem. Utmaningen är snarare att hantera den högs syrligheten och att få tillräckligt med tanniner för att ge en mer komplex och fyllig smak. Optimalt är sannolikt att blanda dessa syrliga äpplen med sådana som har hög halt tanniner men låg syrlighet ("bittersweets").

Att göra cider på en enda äppelsort blir sällan lyckat, med undantag för vissa cideräpplen som ensamma kan ge en bra balans. Blandning av sorter är ofta lämpligt för god smak. Då kan sorter som inte gör sig så bra ensamma ge bra must.

Cideräpplen brukar beskrivas som “bittersöta” eller “bittersura”. Kategorisering av äpplen kan göras på olika sätt, tex enligt tabellen nedan[5,6].

Tabell 5.1. Kategorisering av cideräpplen

	Malat <4.5	Malat >4.5
Tannin <2	Sweet	Sharp
Tannin >2	Bittersweet	Bittersharp

En mer utförlig kategorisering och exempel på sorter visas i tabellen nedan.

Klassifikation	Tannin (g/L)	Malat (g/L)	Example
	-+-----+	+-----+	-----+

Sharp/Aigre	<2	>4.5 [>6.75]	Malat 4.5-8 är “medium sharp”
Medium sharp/Acidulee	<2	4.5-8 [4.5-6.75]	Subacidic
Sweet/Douce	<2	<4.5	
Bittersweet	>2 [2-3]	<4.5	
Bittersharp	>2 [>3]	>4.5 [>6.75]	Kingston black
Bitter	[>3]	[<4.5]	
Dessert apples	0.4-1.5		Cox orange Pippin
Cider apples	1-5	~6?	Kingston black
Kingston black	2.4	6.8	
Svenska äpplen, Medel (range)	0.4 (0.1-0.8)	8 (5-13)	
Belle de Boskoop	0.84	10	
Maglemer	0.45	8	
Åkerö	0.34	6	
Ribston	1.1	6.7	Cultivar Performance Database
Ribston must SLU	0.6	12	https://stud.epsilon.slu.se/2790/1/nilsson_c_110613.pdf
Ribston cider, SLU	0.6	5	

: Klassificering av äppeltyper med några exempel. För att få % tag g/L genom 10. Franska systemet inom klamrar. {,hover}

5.2.1 Val av äpplen för cider

Ett tips är att försöka undvika att endast använda syrlig frukt. Senmognande sorter har ofta fylligare smak. Tidiga

sorter har ofta mycket syra, men det finns även hos vissa senmognande.

Hög syra kan i viss mån balanseras av hög sötma, vilket ibland vägs in vid val av äpplen. Optimalt är då en kvot på 15–20 [°löslig torrsubstans (°Brix) / äpplesyra (%)]. Lägre värden uppfattas som syrligare och tunnare smak. För hemmabryggning är det dock möjligt att tillsätta socker istället.

Ofta är det klokt att blanda äpplen med olika egenskaper för att få en must med bra egenskaper. Cideräpplet 'Kingston black' anses vara en standard för ett bra cideräpple. Dess must har SG 1.060, malat 0.68%, och tannin 0.24%, vilket alltså kan fungera som ett riktmärke. Som en jämförelse har de flesta äppelsorter som odlas i Sverige tannin < 0.08%, dvs mindre än hälften av 'Kingston Black', och samtliga har TA > 0.45, dvs är "sharps".

Äpplen som ger god sortren must:

- Sena: Aroma', 'Belle de Boskoop', 'Cox's Orange', 'Gravensteiner', 'Rubinola', 'Fredrik', och 'Folke'
- Tidiga/medeltidiga: 'Alice', 'Discovery' och 'Katja'

Äpplen med relativt högt innehåll av totalfenoler:

- 'Belle de Boskoop', 'Cox's Pomona', 'Quinte' och 'Bramley'.

5.3 Tabell jämförelse sorter

	sort	sg	ta	fenoler	prop
	<char>	<num>	<num>	<num>	<num>
1:	Three Counties	55.0	2.3	3.3	1
2:	Ribston	48.0	11.9	0.6	1
3:	BLANDNING	51.5	7.1	1.9	2
4:	ideal	60.0	6.8	2.4	NA

Se Tabell [A.1](#) för en längre lista på äpplen och deras egenskaper.

5.4 Skörd och mognad

Äpplen för cider bör skördas när de är fullt plockmogna och vissa sorter är sedan lämpliga att låta eftermogna i sval, luftig miljö.

Under mognadstiden på trädet går sockerhalten upp, stärkelse omvandlas till socker, syra minskar. Flyktiga ämnen (aromer?) ökar. Fenoler minskar först och ökar sedan igen (för de flesta sorter). Frukterna blir mjukare.

Plockas de för tidigt kan de sakna fenoler, ha alltför hög syra, och ge en must med mycket stärkelse, vilket kan ge grumlig cider. Plockas de för sen kan man få problem med mjuka frukter som ger mos istället för must vid pressningen.

När?

Plockmoget

Ätmoget

Redo för pressning

Mognad efter plockning

Lagring efter mognad

Tidpunkt	Socker	Syra	Stärkelse	Flyktiga ämnen	Fenoler
Omoget					
Omoget					
Plockmoget					
Ätmoget					

Förändring i kvoten fruktos/glukos/sukros

5.4.1 Hur avgöra mognad?

- Frukten börjar falla
- Svarta eller mörkbruna, glansiga kärnor
- Lossnar när frukten lyfts till 90°
- Jodtest, se Avsnitt [16.4](#)

5.5 Krossning och pressning

1. Gallra bort rutten frukt
2. Skölj av smuts
3. Krossa
4. Macerera eventuellt 1-24 tim, ej längre då det minskar fenolinnehållet i musten
5. Pressa
6. Sila om det behövs

Gallring: Friska äpplen flyter och ruttna sjunker, vilket kan användas för gallring.

Sköljning: Smutsen skall bort, men i övrigt behöver tvättningen inte vara så väldigt noggrann.

Krossning: Riv med äppelrivare eller krossa med en stör.

Silning: Om man pressat i en nätpåse behövs detta ej. Annars sila bort bitar. Små korn (och sannolikt även större bitar) har knappast någon betydelse om de är kvar, då de tas bort vid första omtappningen.

5.5.1 Pressning

Görs i tex korgpress. Hydrualiska varianter finns och man kan egentillverka en press med hjälp av tex en domkraft.

Utbytet av pressning är 50-75% L/kg beroende på pressteknik, kanske något högre med industriella pressar.

En mycket hög presskraft (troligen högre än vad som kan åstadkommas vid hemmabruk) ger en ökad extraktion av fenoler.

Om man av någon anledning vill skilja av skal och kärnhus blir proportionerna från 1 kg medelstora äpplen ca:

- 0.7 kg kött => 0.35-0.5 L must
- 0.2 kg skrutt => 0.1 L must?
- 0.1 kg skal

Det är mycket arbete att skala, men gör man äppelmos kan det vara av värde att ta vara på skalens och samjäsas dessa med musten för att öka fenolinnehållet (se [polyphenols-enrichment-peels?]).

5.6 Beskrivning av äppelsorter

Ribston: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/programmet-for-odlad-mangfald-pom/gront-kulturarv/gront-kulturarv-sortiment/gront-kulturarv-frukt-bar/ribston/>

Analys och beskrivning av engelska cideräpplen som odlats i Sverige: <https://pub.epsilon.slu.se/14769/1/LTV-rapport%202017-17%20Hilde%20Nybom-2.pdf>

5.7 Resurser

Se [Prickly Cider, when are apples ripe?](#)

[Äppelsorter som är bäst till cider](#)

[Äppelsorter som är bra för must](#)

[Bilder på cideräpplen \(US\), färg på must mm](#)

[Cultivar performance database](#)

Artikel: [The biochemical and physiological basis for hard cider apple fruit quality](#)

Artikel: [Cideräpplen i Sverige](#)

Troligen går alla sorterna att odla i zon II och merparten även i zon III. För odling i mer utsatta områden, rekommenderar vi i första hand sorter som mognar fram redan i september.

Som grundstam använder man oftast MM106 eller MM111 när cideräppleträd förökas i England eller Frankrike. I odlingarna på Balsgård och hos MarkCider har sådana träd haft lagom tillväxt och kommit ganska snabbt i bördighet för flertalet sorter. För odlingar i mer utsatta lägen i Sverige skulle nog A2 vara att föredra.

Inköp av cideräpplen:

Svartbäckens cideräpplen: <https://shop.svartbackens.com/shop/search?s=cider%C3%A4pple>

Spakarps cideräpplen: <https://spakarpsplantskola.se/webbshop/frukttrad->

barbuskar/ciderapplen/ Cider Apples and Perry Pears:

<https://www.bjcp.org/exam-certification/cider-judge-program/cider-exam/7-cider-apples-and-perry-pears/>

6 Polyfenoler

Polyfenolerna i äpplen består till hälften av de som kallas tanniner. Äppeltanniner liknar de i kaffe (?). De ger fylligare och mer komplex smak. Hög koncentration av tanniner hämmar acetobacter. Tanniner klarnar musten. Tanniner blir mindre beska (större molekyler) med lagring. En must låg i tanniner kan upplevas platt.

Olika polyfenoler har olika egenskaper. Bitterhet kommer från små procyanidin-oligomerer (en flavAnol, rikligare i skalet) och strävhet från större procyanidiner. Under fermentering och mognad ombildas de små procyanidiner delvis till -större (TVÄRTOM ?). Anthocyaniner rikligt i skalet.

Fenol-aromer (etylphenol mfl) är eftersökta i liten mängd, men ger dålig smak vid rikligare förekomst (omkring >1 ppm). De genereras av laktobaciller och brettanomyces när dessa metaboliserar fenolsyror.

Skalen och fruktköttet närmast skalet är särskilt rika på fenolämnen (ca 10-20 gånger högre halt per viktenhet i pressrester jämfört med musten)[7]. Därför kan proportionen mellan skal och fruktkött i äpplet påverka hur mycket fenoler som finns i musten. Ett mindre äpple kommer tex att ha mer skalyta i förhållande till volym fruktkött och kan därför ge mer fenoler i musten jämfört med större äpplen av samma sort.

Olika typer av polyfenoler är fördelade olika vis mellan skal, kärnor, och fruktkött. Tex finns dihydrochalkoner i större koncentration i kärnhus och kärnor, emedan skalet är rikare på flavOnoler och anthocyaniner. Polyfenoler i skal/fruktkött är distribuerade olika för olika äppesorter.

Eftermognad ("sweating") och maceration av de malda äpplena kan påverka hur mycket tanniner som extraheras till musten, men sambandet är något komplicerat, då maceration > 24 tim kan medföra att mer tanniner binds

till torrsubstansen i äpplena genom oxidation och därför minskar nivåerna i musten. Även pressningsförfarandet har betydelse, där högre presskraft medför större extraktion av fenoler.

Se Avsnitt 6.4 för mer resonemang och detaljer om detta.

Oxidation binder en del av tanninerna till moset, som då brunfärgas.

Gallsyraekvivalenter. Mätmetod.

[Primer](#)

6.1 Fenoler i cider

- TPC: 300-3800 mg/L (0.03-0.38%) [8]
- Rikligast: Chlorogenat(en hydroxycinnat) och caffeat [8]

6.2 Fenoler i äpplen

“The distribution of catechins and procyanidins depends highly on apple cultivars. In this study, the greatest amounts of (–)- epicatechin and procyanidin B2 were determined in ‘Lodel’ flesh, 1009.21 and 1344.15 ug g^{–1} dw respectively. Meanwhile the greatest amounts of these compounds in the well-known cultivar Golden Delicious, was detected in peels 116 and 107 ug g^{–1} of (–)- epicatechin and procyanidin B2, respectively” [9]

“Apples contain a variety of phenolic compounds that can be classified into several sub-classes with procyanidins being the most abundant class (between 40% and 89%), followed by hydroxycinnamic acids, dihydrochalcones, flavonols, anthocyanins, and flavan-3-ols” [8]

6.3 Fenoler i andra frukter än äpplen

En strategi för att balansera cidern kan vara att tillsätta juice eller vin från andra bär. Faktorer som då bör beaktas är hur mycket fenoler de tillför (kanske är flavonoler mest önskvärt, då de ger strävhet men ej bitterhet), vilken typ av fenoler, hur de påverkar syrligheten, och huruvida de innehåller citrat (som kan ge acetat vid malolaktisk jäsning).

Vad är då målsättningen? Kingston Black, som anses ha en god balans, kan vara en utgångspunkt. Målsättningen kan således vara att producera en must med 0.5% TA och 0.16% TPC. För att uppnå detta med ett dessertäpple ("sharp") behöver fenoler tillföras och syran hållas konstant eller minskas.

Tabell 6.1. Syra och fenoler i olika frukter och deras must. Citrat och sorbitol är i %. Förkortningar: TA, titratable acid; TPC, Total phenolic content. Värdena anges i procent (w/w eller w/v).

Frukt	Komponent	TA	Citrat	TPC	Flavano	Sorb	Ref
Kingston Bl	Frukt						
Kingston Bl	Must	0.5		0.16			
Kingston Bl	Pulp	0.1		1.3			
Dessertäpple	Frukt	0.5-1.2		0.5-1			
Dessertäpple	Must	0.6-0.9	0.14	0.03-0.06		0.4	
Dessertäpple	Pulp						
Cideräpple	Frukt						
Cideräpple	Must	0.3-0.8		0.2-0.4			
Cideräpple	Pulp	0.04-0.2		1.7-2.0			
Päron	Must		1.05			3.0	
Plommon	Must						
Körsbär (söt)	Must		0.15			1.6	

Frukt	Komponent	TA	Citrat	TPC	Flavano	Sorb	Ref
Körsbär (sur)	Must						
Elderberry	Fruit	0.5-0.9	0.3-0.5	1-4		0.0	
Hawthorne	Fruit	0.5-1.5	4.6	1-3			
Aronia	Fruit	1.0-2.5		1-5			
Rose hip	Fruit			1-5			
Rowan berry	Fruit			1-3			
Blackcurrant	Fruit			1-3			
Quince (jap.)	Fruit			0.2-0.5			

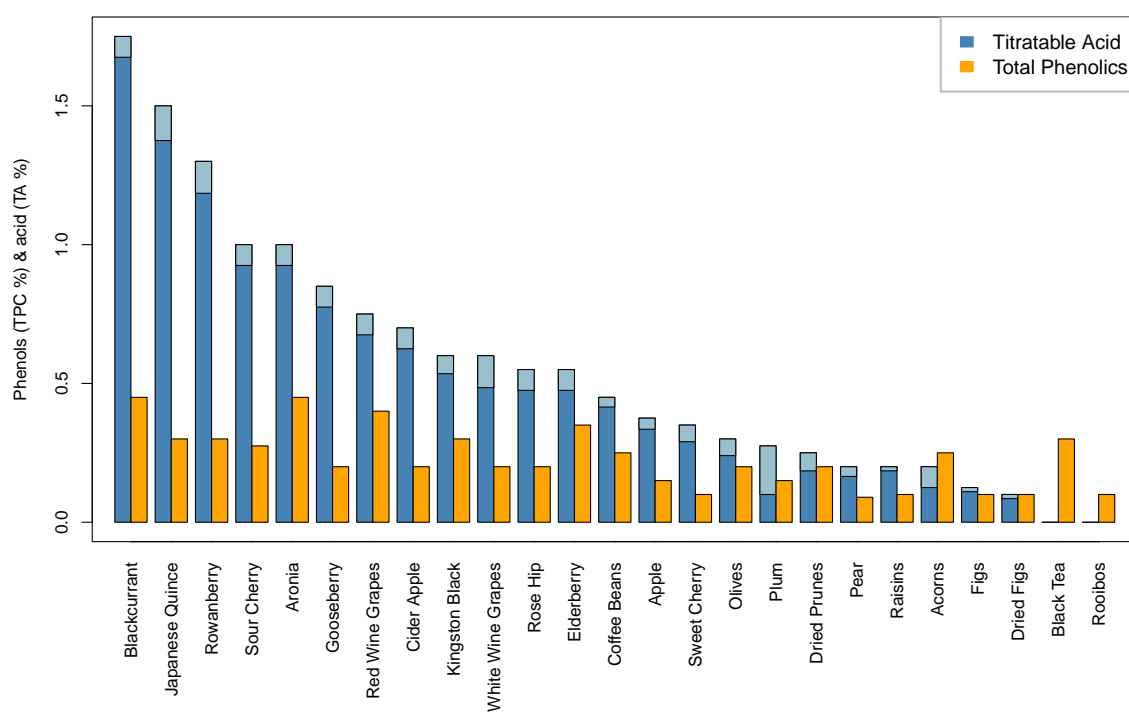
Se:

Variation of organic acids in mature fruits of 193 pear (*Pyrus* spp.) cultivars <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157522001016>

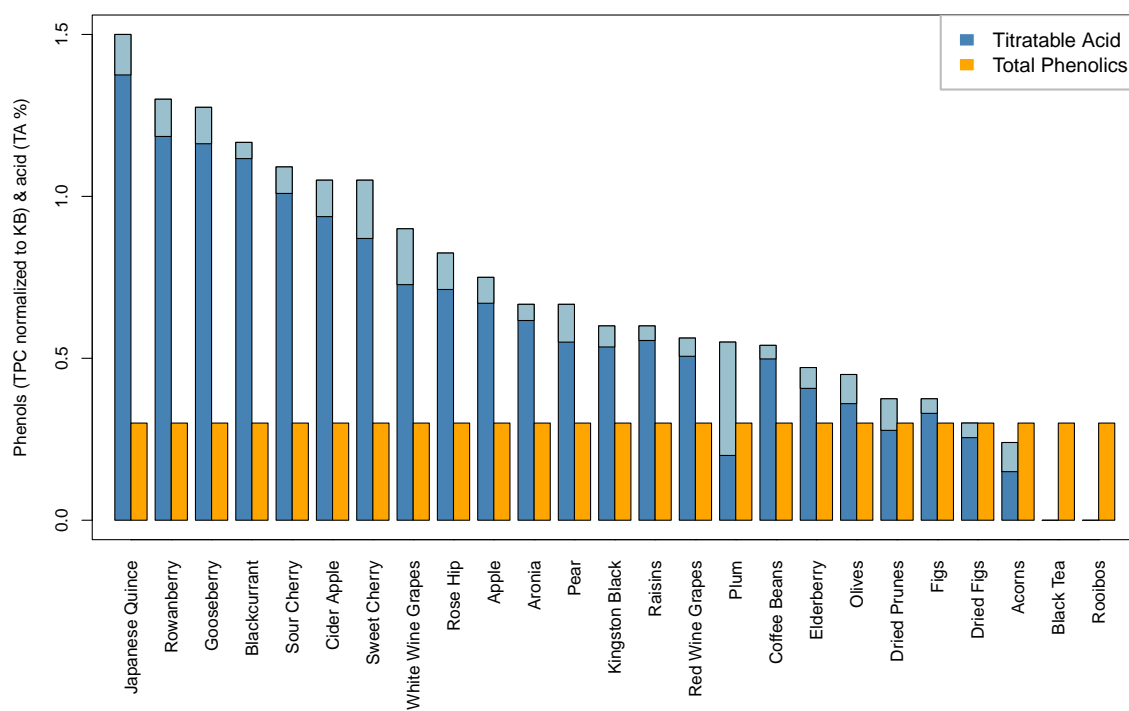
Determination of Predominant Organic Acid Components in *Malus* Species: Correlation with Apple Domestication: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6316603/>

6.4 Att öka fenolinnehållet i musten

Den bästa strategin för att öka fenolinnehållet i musten är troligen att försöka hitta äppelsorter som är tanninrika och blanda dessa med andra sorter. Ett alternativ kan vara att blanda i slutjäst must från andra bär, såsom rönnbär (rika på polyfenoler, däribland tanniner), fläderbär, eller svartvinbär, men detta anses sällan ge en bra cider. Man bör då beakta balansen mellan syra och fenoler i den tillförda musten, så att den troligen redan syrliga cidern från dessertäpplen inte blir allför syrlig. Likaså kan tillförsel av citrat som finns i vissa frukter innebära risk för oönskade smaker om malolaktisk jäsning sker. Även typen av fenolämnen kan behöva beaktas, om man önskar en smakprofil som liknar äpplets. Mognad med ekspån, tillsats av the mm är andra ideér som kan provas.



Figur 6.1: Polyfenoler och titrerbar syra i olika frukter



Figur 6.2: Polyfenoler och titrerbar syra i olika frukter

Man kan också tänka sig att göra första delen av jäsningen med tillsatta äppelskal. Detta innebär ett merarbete och eftersom skalens vikt är låg i jämförelse med musten behövs en ganska stor mängd skal för att göra skillnad.

Tabell 6.2. Metoder för att öka fenolinnehållet i cider

Metod	Effekt	Fördelar	Hinder	Ref
Eftermognad/sötning	Ökad extraktion (?)	Enkelt		
Hårdare pressning	Ökad extraktion	Enkelt	Kräver särskild press	
Maceration	Ökad extraktion upp till 24h, sedan minskad	Enkelt, ökar utbyte	Ökar pektin, begränsad effekt	
Uppvärmning av krosset innan pressning				
Extraktion från skal	Olika effektivt beroende på metod	Relativt enkelt	Kan kräva spädning, stor mängd skal behövs	
Extraktion från pressrester			Bitterhet från kärnor? Adsorbktion av fenoler?	
Samjäsning på skal	Ja?	Enkelt	Hur effektivt? Utrymmeskrävande i kärlet	
Extraktion i alkohol			Kräver alkohol	
Tillsats av annan frukt	Rimligen	Relativt enkelt	Kan tillföra syrlighet, citrat, annan fenolprofil	

6.4.1 Extraktion av fenoler från äppelskal och pressrester

I teorin tycks detta vara ett intressant alternativ: Fenolhalten i skal är ca 10 ggr högre (per viktenhet) än i fruktkött och resulterande must. Exempelvis 5 mg/g (0.5%) i köttet vs 50 mg/g i skalet. Om man kunde utvinna hela fenolmängden från skalet skulle det således krävas 10% av mustens vikt i skal för att dubbla tannininnehållet. En mer realistisk extraktionssiffra kan vara att ~30% av fenolerna utvinns med metoder som är möjliga att genomföra i hemmet. Då behövs omkring 30% av mustvikten i skal för att dubbla tannininnehållet. Andelen skal i ett äpple är ca 10% (vikt/vikt).

Fenoler kan extraheras genom upphettning, infusion i alkohol, eller andra metoder. När traditionella metoder (tex vid extraktion med etanol) används är extraktionseffekten beroende av temperatur, och högst vid 60-80 °C (beroende på lösningsmedel). Olika fenolämnen reagerer dock olika och vid högre temperaturer kan vissa fenoler brytas ned. Exemplevis minskar extraktionen av anthocyanin vid 45 °C[10]. Vid mycket höga temperaturer (150°C) kan dock lignin brytas ned och då ge en ökad mängd fenoler, vilket kan förklara en bifasisk effekt av temperatur. Tiden med hög temperatur har också betydelse men 50 °C i 25-30 minuter tycks ha liknande effekt på totalfenoler som 100 °C i samma tidsspann[10].

Pressresterna anses kunna vara kontraproduktiva vid extraktion av fenoler, då dessa kan binda fenoler i samband med oxidation[11]. Likaså avråds från långvarig (>24h) maceration av liknande skäl. Således kan skalning före pressning vara fördelaktigt, men då minskar man förstås det eventuella bidraget av fenoler från skalet i samband med pressning, så vinsten är beroende på om extraktionsmetoden är tillräckligt mycket mer effektiv än den "extraktion" som sker vid vanlig pressning (troligen högre när kraftfulla pressar som ger upp till 75% utbyte används?).

Tabell 6.3. Extraktionsmetod. Spädning är kvoten substans:lösningsmedel (tex vatten)

Metod	Mekanism	Effektivitet	Temperatur	Lösningsmedel	Spädning	Gegomförande
Uppvärmning med omrörning	Temperatur		(30-60(-70)	Vatten, alko-hol	1:10	
Mikrovågsug	Temperatur	TPC +56%; Flav +17%	(50-60(-70)		1:20	
Ultraljud			?	Inget?	0?	
Frysning-upptining (up-prepad)	Celldestruktion		<0	Inget	0	
Samjäsning			10-20	Vatten, alko-hol, CO2		

Temperaturoptimum varierar något mellan olika studier och olika fenolämnen extraheras respektive förstörs vid olika temperaturer, men temperaturer kring 60 °C tycks vara optimalt i flera olika metoder, men temperaturer så låga som 30 °C var lika effektivt i vissa studier. Högre temperatur ökar mängden “soluble solids” och turbiditet i musten. En mild uppvärmning tycks inte påverka smaken negativt[12].

En tanke är att använda skal från päron. Dessa innehåller rikligt med fenoler (varav även en hög andel procyanidiner). Päronskalen innehåller även sorbitol som således kan tänkas ge restsötma. Kanske samla skalen i frys och sedan extrahera (i cider för litet alkohol och kolsyra?) i mikrovågsugn?

6.4.2 Infusion med fenolrika substanser

Att låta cidern samjäsas eller lagras med fenolrika substanser, såsom den klassiska lagringen av vin på ekfat, kan öka fenolinnehållet och troligen berika smaken. Dock finns en risk för oönskade bismaker, där exempelvis ekspån anses kunna ge en bitter smak som ej passar för cider.

Olika frukter mm kan i teorin vara lämpliga för infusion, eller för blandning med hjälp av juice eller fruktvin. **Fig-polyphenols-plot-constituents** visar översiktligt innehållet av syra och totalfenoler i olika frukter. Många frukter medför en högre syrlighet och tillskott av citrat om de doseras i en mängd som motsvarar fenolinnehållet i ett cideräpple. Utifrån figuren och med hänsyn taget till syrlighet och citrathalt kan följande dock vara kandidater:

Rooibos innehåller fenoler och saknar helt syra, vilket kan vara optimalt för att endast öka fenolinnehållet i musten. Andra kandidater som har rikligt med fenoler i förhållande till syra är russin, vindruvor, kaffeböner, fläderbär, fikon, torkade fikon, ekollon och svart te. Aronia och nypon kan troligen fungera, emedan rönnbär verkar ge alltför mycket tillskott av syra. Även **plommon** skulle bidra med en lagom balans mellan fenoler och syra, men de innehåller en hel del citrat (torkade plommon bättre i det avseendet).

Rooibos: Torkad rooibos innehåller ca 40-80 mg GAE/g (4%). Uppgifter om koncentrationen av totalfenoler i bryggt te varierar, men om en extraktionskoefficient på 0.5 antas (kanske något högt) ger 10 g blad per 1 L vatten 0.2-0.4 g GAE/L = 0.02-0.04%. Således skulle i teorin 50-100 g blad (~20-40 thepåsar) per liter cider behövas för att motsvara fenolinnehållet i 'Kingston Black' (0.2%). Rooibos blir inte beskt av att dra länge.

Torkade fikon: TPC är 0.1-0.6%.

Kaffeböner: TPC 2-4% (w/w), så om extraktionsgraden var 100% skulle 50-100 g böner per liter vatten ge TPC 0.2 %. I bryggd espresso är den 0.1-0.3%. Förmodas en extraktionsgrad på 25% (varmextraktion ger 25-40%, kall 15-25%) innebär det att 200-400 g böner måste användas per liter cider för att nå TPC 0.2% vilket verkar väldigt mycket. Extrapolerat från ölbryggning kan snarare 5-10 g böner per liter vara lämpligt. Troligen blir därför kaffesmaken alltför stark om man skall nå målnivå 0.2% fenoler. Notera att man bör undvika alltför smått malet vid kallbryggning, eftersom det ökar bitterheten. Grovt malet eller krossat med kall extraktion 16-24 h. Troligen medel eller låg rostning där bönorna fått vila 2 dagar (frisätter koldioxid och svavelgas). Enklast och kanske bäst är nog att helt enkelt tillsätta bryggd espresso (en dubbel espresso är 14 g kaffe). Troligen lämpligt att försöka

minimera kvarvarande kaffekorn som kan ge bitterhet över tid. Prova kallextraktion av krossade bönor i vatten?

Torkade plommon Innehåller 15-20% sorbitol (totalsocker 40-50%), 1-2% citrat (jfr 0.05% i äppelmust och 0.1% i päronmust), 1.5-2% pektin, och 0.1-0.3% TPC. Så med extraktion 100% ger 1 kg torkade plommon per liter cider TPC som för cideräpple (~0.15%) och skyhögt sorbitol. Vill man söta med sorbitolet från torkade plommon fås, med 100% extraktion, en nivå av sorbitol motsvarande "extra sec" (~15g/L) om 10% av ciderns vikt (100 g/kg) torkade plommon tillsättes, vilket även ger en citratnivå ungefär som i päronmust och ett tillskott på kanske 15 g/L fermenterbart socker (som ger +0.8% alkohol). En mer realistisk extraktionsgrad är dock 60-90%.

...så 50 g rooibos och 150 g katrineplommon per liter cider kan tänkas ge TPC ~0.2% och en knappt "extra sec" cider efter jäsning. För att förhindra malolaktisk jäsning och dålig smak från citratet bör troligen SO₂ (30 ppm) tillsättas.

"If trying to prevent malolactic fermentation 30 ppm Total (10 ppm Free) Sulfite will often suffice. As some yeasts may produce as much as 30 ppm sulfite during fermentation, depending on conditions no additional sulfur dioxide may need to be added to inhibit MLF."

6.4.3 Mer

Blogginlägg om användning av skal i musten: <https://pricklycider.com/2021/02/13/apple-peels-the-missing-ingredient-of-hard-cider/>

Diskussion i Google Groups Cider workshop: https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/7_NN2VNYqIE?pli=1

En del om, smak beroende på maceration, pressning etc: <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/3/502> > "Juice extraction was more efficient when microwave treatment was applied [143]. Moreover, microwave treatment at 40 °C and 60 °C increased the extraction of phenolic and flavonoid compounds. The soluble solids and the degree of turbidity also increased with the increase of the temperature of the apple puree. No sensory differences were encountered between the tested methods. Therefore, microwave treatment on apple pulp and peel may lead to a higher-quality juice with a high

content of the aforementioned compounds. Heating to 60 °C had the best results, with maximum yields in the extraction of juice and phenolic compounds”

“Prolonged maceration is not the right way - tannins are quickly”lost” due to oxidation” https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/7_NN2VNYqIE. “One way of increasing the extracion of tannins is to heat the pulp before pressing:” “One way is to have multiple freeze-thaw cycles. Freezing breaks the skin cells, then during a thaw, the phenolic compounds can migrate to the juice.” “I reckon some tannin will migrate in two directions, (i) from pulp to juice due to extraction and (ii) from juice to pulp due to”tanning”. The pulp can be regarded as a counterproductive tannin sponge.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643803002172>

” 3 kg of apple mash at a depth of 0.016 m heated in the microwave oven using 1500 W for 4.0 min, 7.1 min, 10.9 min, and 16.2 min were the optimum parameters to achieve bulk temperatures of 40°C, 50°C, 60°C, and 70°C, respectively.” “These results also showed that heating the apple mash to 60°C is the optimum temperature for improving juice quality and yield.” <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643803002172>

Tanke: Tillsätt Winter cider? <https://drive.google.com/file/d/15HFs2TvGbEf58nrCpT4OLwGyTCSbygzS/view>

Pressresterna innehåller ca 10 gånger mer polyfenoler än musten (när man jämför torrvikter, skillnaden blir ännu större om spädningseffekten i musten beaktas). Extraktion av polyfenoler från pressrester kan därför tänkas vara ett sätt att öka fenolhalten i musten.

Lösningmedlets koncentration: “The solvent concentration also has a significant impact on the optimal extraction temperature [16,41]. Cacace and Mazza [16] studied the impact of ethanol concentration on the optimal extraction temperature of polyphenols from blackcurrants. They found that extraction could be performed at lower temperatures when low ethanol concentration was used. For example, at 85% ethanol concentration (wt basis), the maximum anthocyanin

extraction is between 30–35 °C, while at 20% ethanol (wt basis), the highest anthocyanin yield was observed at 25 °C.”

pH: “The pH of the extraction media also plays an important role in determining the effect of temperature. Havlíková and Míková [65] investigated the stability of anthocyanins under various pH and temperatures. At lower temperatures (50–60 °C), pH plays a significant role in anthocyanin’s thermal stability, but at temperatures above 70 °C, the pH does not have a significant effect.”

Must från cideräpplen har ett polyfenolinehåll på ca 1.5-3 (mg?) GAE/g torrsvikt (ca 2 mg/100g FW?) och dessertäpplen av typen “sharp” kring 0.2-0.6 GAE/g. Hela färska dessertäpplen tycks innehålla kring 6-22 mg GAE/g, torkade pressrester kan extraheras med varmt vatten till ca 6 mg GAE/g och med mikrovågsugn till ca 12 mg/g, vilket då kanske motsvarar ungefär 30-60% av GAE i det färska äpplet?

Det mesta av detta tycks kunna extraheras med effektiva metoder [cite: 13].

Water 20-24 TPC, ethanol 40% 21-32 “optimum conditions extracted 50% more phenolic compounds”
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669018307878>
The extraction temperature (80 °C) was the independent variable that most influenced the extraction of the natural bioactive compounds

“HPLC analysis indicated that main polyphenols existed in fractions eluted between 40% and 50% aqueous ethanol.”
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967309001046>

Comparison of extraction methods Apple pomace:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669020301667>
“The content of free polyphenolic compounds in aqueous-methanol extracts was 5.56 mg gallic acid equivalents (GAE)/g dry weight (DW) pomace”

“The results showed that the optimal conditions were as follows: microwave power 650.4 W, extraction time 53.7 s, ethanol concentration 62.1% and ratio of solvent to raw material 22.9:1. Validation tests indicated that the actual yield of polyphenols was 62.68±0.35 mg gallic acid equivalents per 100 g dry apple pomace”
<https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jssc.201000430>

Water as solvent: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-024-34637-4> - Pomace is approx 25% of initial apple weight - Total polyphenolic content in fresh apples 6-22 mg GAE/g - Apples contain 50-85% moisture - Biomass to solvent ratio 1:10-1:30, 1:30 gav mindre (!? kanske pga långsammare uppvärmning?) vid TSE ("thermal stirred") - Temp 30-60C verkade inte göra någon skillnad. - Mikrovågsugn 200-400W gav dubbla halten (12 mg/g) jfr TSE (5.5 mgGAE/g DW), effekten ingen större skillnad - 5 minuters extraktion användes - Good yield even at 1:20 and 30C - TSE optimum: 30C, 1:10, 10 min; Microwave 300W, 1:20, 5 min

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
0.1400	0.2575	0.3900	0.4673	0.6050	1.6500

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
4.900	6.375	8.000	8.107	9.100	14.300

“Halten av fenolämnen är oftast 10–20 gånger högre i pressresterna jämfört med i musten, redan innan man korrigerat för spädningseffekten. Detta innebär att faktorer som påverkar proportionerna mellan skal och fruktkött kan ha en stor inverkan på halten fenoler i musten. Det kan exempelvis vara så att små frukter ger en mera fenolrik must än stora frukter av samma sort” <https://pub.epsilon.slu.se/14769/1/LTV-rapport%202017-17%20Hilde%20Nybom-2.pdf>

“Merparten av de speciella cidersorterna producerar must med 1,5–3,0 mg GAE/g torrvikt” <https://pub.epsilon.slu.se/14769/1/LTV-rapport%202017-17%20Hilde%20Nybom-2.pdf>

6.5 Resurser (fenoler)

The phenolics of ciders: Bitterness and astringency: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2740290512>

Polyfenoler i vin: https://www.wineanorak.com/polyphenols_in_wine.htm

Phenolics in different fruits: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4665438/>

Phenolics in cider apple (AL): http://www.cider.org.uk/phenolics_in_cider_apples.pdf

Phenol Explorer, Phenol content in foods: <http://phenol-explorer.eu/>

7 Socker

Tabell 7.1. Effekt av socker. Multiplarna är sockermängd * multipel = effekt.

Socker g/L	SG (*1/3)	Bar (*1/4)	Alk (*1/20)
4	+1.33	+ 1	+ 0.2?
10	+3.33	+ 2.5	+ 0.5
15	+5	+ 3.75	+ 0.75
20	6.66	+ 5	
24	+8	+ 6	+ 1.3?
30	+10	+ 7.5	+ 1.4

7.1 Alkohol

- Etanol produceras från socker i ungefär samma kvantitet (massa) som koldioxid.
- En del förloras via avdunstning och celltillväxt
- Den faktiska produktionen av etanol är därför ca 90% av den teoretiska

Alkoholhalten påverkar densiteten (och därför SG), eftersom alkohol är lättare än vatten (se Figur 16.2).

[Predicting alcohol levels](#)

7.2 Sötma efter jäsning

Eftersom musten slutjäser om den ej stillas blir sockerhalten nära 0 efter jäsning. För att jäsningen skall stanna med restsocker kvar behöver näringsämnen utarmas (genom "Keeving" eller många omtappningar) eller jäsningen stannas med tex pastörisering. Ett annat alternativ är tillsats av icke-fermenterbart socker, tex sorbitol eller xylitol.

Several fruits are naturally high in **sorbitol**, a type of sugar alcohol commonly found in fruits from the **Rosaceae** family. Here are some fruits with **high sorbitol content**:

1. **Plums** – One of the highest sources of sorbitol, especially dried plums (prunes).
2. **Apples** – Particularly in certain varieties like Granny Smith.
3. **Pears** – High levels, especially in the skin.
4. **Peaches** – Moderate to high sorbitol content.
5. **Cherries** – Sweet varieties contain more sorbitol than sour ones.
6. **Apricots** – Contain a significant amount of sorbitol.
7. **Nectarines** – Related to peaches, also containing notable levels of sorbitol.

Other fruits like **blackberries** and **raspberries** contain smaller amounts of sorbitol. People with sorbitol intolerance or sensitive digestion should be cautious about consuming large quantities of these fruits.

Note: Plums have low citrate. Phenols 1-5% (predominantly in skin)

20 g/L Dry, some sweetness, mousse

Part III

Jäsning

Att följa och reglera jäsningen.

8 Dynamik

8.1 Att följa jäsningen

Sådant som kan observeras för att följa jäsningen:

- Sockerhalt (SG, Oe
- pH
- Nivå av sediment
- Doft, smak
- Räkna bubblor (temperaturberoende)
- Musten klarhet

8.1.1 Fermentation speed units

Fermentation speed units (FSU) är ett koncept föreslaget av Claude Joliceur här: [Fermentation speed units \(FSU\)](#).

Definition: 1 FSU = Reduktion av densitet med 1 (SG 0.001) på 100 dagar.

Tolkning:

- FSU = 1: Mycket långsam fermentering. I praktiken stabil.
- FSU = 10: Långsam fermentering. Motsvarar 1 FSU reduktion per 10 dagar.
- FSU = 100: Snabb fermentering. Motsvarar 1 FSU reduktion per dag.

Rekommendationer för buteljering vid olika FSU (CJ):

- <3 FSU: Mycket säkert, kan utveckla litet bubbel efter 3-4 månader i flaska.
- 3-5 FSU: Blir troligen lätt bubblig.
- 5-10: Mer riskabelt. Mer sannolikt fullt bubblig efter en tid i flaska.

Vid buteljering > SG 1.010 bör slutjäsning testas först och fullvikts-champagneflaskor användas.

8.1.2 När är jäsningen klar?

Jäsningen kan avstanna när allt fermenterbart socker har förbrukats av jästen, eller när andra näringsämnen (kväve, tiamin) är förbrukade. I det senare fallet kan jäsningen avstanna trots kvarvarande socker.

Dock finns en risk att jäsningen återupptas vid stigande temperatur, vid blandning med andra (även färdigjästa) satser, eller i viss mån vid malolaktisk jäsning (vilket kan producera en del kolsyra, men troligen inte så mycket?). Man bör därför försäkra sig om att jäsningen avstannat innan buteljering, alternativt använda säker pastörisering. Faktorer såsom alkoholhalt, flasktryck, SO₂ och pH kan också hämma jästen.

Följande kan användas (båda dessa) för att avgöra när jäsningen är klar:

1. Följ SG-kurva för att se när det planar ut. För att testa om jäsningen är färdig för buteljering: SG sjunker <1 per vecka (max 2 per 3 v). SG ligger vanligen på 1015-1010
2. Slutjäsningstest. Provjäs i 20 grader i 2-3 veckor. Provjäsning med tillskott av tiamin kan även göras.

8.1.2.1 Slutjäsningstest

Slutjäsningstest enl CJ:

1. Mät SG.
2. Tappa upp några testflaskor med jäslås (eller lös kork?).
3. Testflaskorna hålls i rumstemperatur i två månader.
4. Därefter mäts SG i den första flaskan. Beräkna FSU.
 - i) Om $FSU < 3$ har slutligt SG troligen uppnåtts?
 - ii) Vid $FSU > 3$ testa ytterligare flaskor vid 4 och 6 månader.

8.2 Att påverka jäsningsen

Jästens tillväxt och den följande jäsningsens hastighet påverkas av faktorer såsom temperatur, näringstillgång, alkoholhalt, typ av jäst, mm. Jäsningsens hastighet påverkar i sin tur hur smakerna i cidern utvecklas.

Se Chapter 9 för grunderna i hur jäst fungerar.

Tabell 8.1. Faktorer som påverkar jäsningsen

Faktor	Kategori	Effekt
Jästsort	Vildjäst	Långsammare
	Bryggerijäst	Snabbare
Temperatur	Lägre	Långsammare
	Högre	Snabbare
Socker	Lägre	
	Högre	
Näring	Lägre	
	Högre	
Alkohol	Lägre	
	Högre	Långsammare

8.2.1 Temperatur

Temperaturen påverkar hur snabbt jästen tillväxer i början och sedan hur snabbt jäsningsen sker. Den påverkar också hur smaken utvecklas[14]. En tidig “överbefolkning” av jäst som sedan stressas pga brist på näring eller andra effekter av den täta populationen kan troligen öka risken för oönskade smaker.

Temperaturspannet för jäsnings är 10-32°C men görs vanligen i 15-25°C. Ofta rekommenderas en temperatur i lägre delen av detta intervall, men det beror också på vilken typ av smak som önskas. Man brukar avråda från jäsnings i temperatur över 20°C [?].

Lägre temperatur (kring 15C, eller långsammare jäsnings pga begränsad kvävetillgång) ger mer friska, fuktiga aromer. Troligen behålls mer flyktiga aromer. Vid vinjäsnings ger högre temperaturer mer blommiga aromer samt aromer som påminner om banan eller ananas[15], vilket möjligen kan

vara liknande i cider. En temperatur över 22°C ökar dock produktionen av vissa estrar, vilket kan ge försämrade smak. Å andra sidan finns studier som talar för att jäsnings vid 20°C kan ge den smak som de flesta föredrar[16]. Temperaturoptimum är sannolikt beroende av vilken jästsort som används.

En temperatur över °C ökar sannolikheten att malolaktisk jäsnings sker.

Tabell 8.2. Temperatur vid jäsnings

Temp (°C)	Effekt
4	Vissa (apiculata) jästsorter kan fermentera
<10	Många sorter av bryggerijäst avstannar
10-14	Anses bäst av vissa
>17	Tillåter malolaktisk jäsnings (efter huvudjäsnings)
20	Optimum enligt någon studie
>20	Ökad risk för dålig smak (?)
22	Maximal rekommenderad temperatur
>25	Jäsningen kan avstanna

8.2.2 Näring

8.2.3 Socker

Correlation table* of the different measurements of the sugar concentration in musts: https://laffort.com/wp-content/uploads/EN_Table_Convertisseur.pdf

8.2.4 Lufttillgång

I början vs senare

8.3 Malolaktisk jäsnings

Malolaktisk jäsnings: Mjölksyrebakterier tar över. Noteras som återupptaget bubblande utan turbiditet. Gynnas av kvarvarande bottensats? Sker vid temperatur > 17?

Malolaktisk jäsning kan vara önskvärt för att reducera syrligheten (endast vissa LAB?). Dock ej när musten innehåller citrat.

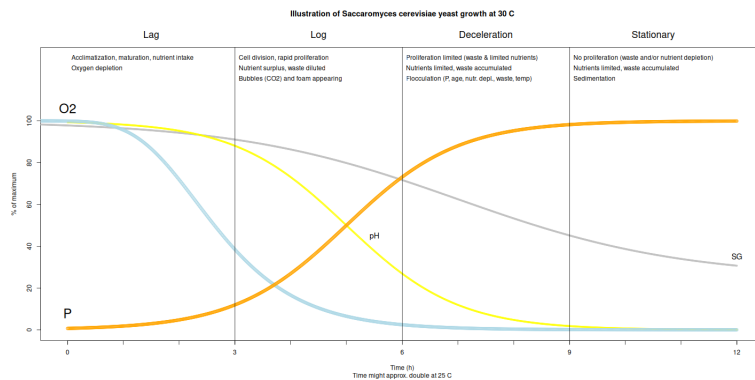
MLF: Ger ej grumling (små celler) i motsats till om jäst-cellerna tillväxer igen. Syrahalten sjunker med ca 50%.

Be sure not to use any SO₂ at racking if you want MLF to occur.

9 Jäst

9.1 Jästens biologi

Figur 9.1 visar jästens tillväxtfaser och resulterande förändringar av syrgas, sockerhalt (SG), och pH i musten. P är jästpoulationen.



Figur 9.1. Jästpoulationens tillväxtfaser

maximum yeast growth and metabolism occurring between 20 and 25°C. [14]

Biprodukter, metabolism, tillväxt: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10034642/>
Se figur och referenser.

“Crabtree-positive”

“Under aerobic conditions, the alcoholic fermentation process occurs when the glucose concentration exceeds 0.10–0.15 g/L

“Even under aerobic conditions, the anaerobic metabolic pathway can also be activated when the rate of biological oxygen uptake exceeds the rate of oxygen supply, which is identifiable by the production of glycerol. In the absence of molecular oxygen, *S. cerevisiae* carries out the anaerobic fermentation process, producing glycerol”

“Several mechanistic yeast models have been developed using the typical Monod-type expression ($\mu/(K_s + S)$). This mathematical expression considers the limiting substrates as glucose, nitrogen and oxygen. Glucose is particularly important to *Saccharomyces cerevisiae*, as it is by far the yeast’s preferred carbon source. Yeast cells can sense glucose and utilize it efficiently over a broad range of concentrations, from a few micromolars to even a few molar [9]. Nitrogen is also an essential element in *S. cerevisiae*’s composition, since it is mandatory for protein synthesis and represents 9% (w/w) of yeast biomass [10].”
<https://www.mdpi.com/2311-5637/8/12/710#>

“Oxygen is required to regenerate the NAD⁺ used in the glycolytic pathway of biomass formation, closing the redox balance for the co-enzyme system NAD⁺/NADH. The oxidation of cytosolic NADH into NAD⁺ can occur through mitochondrial respiration with external NADH dehydrogenase [8,11]. Oxygen is also important for the synthesis of yeast membrane compounds (sterols and unsaturated fatty acids) [12], though this process could be neglected since the required amount is very weak, between 0.3 and 1.5 mgO₂ gDW^{−1}”

“High contents of saccharides in fermentation medium cause an increase in the osmotic pressure, which has a detrimental effect on yeast cells.”

“For *S. cerevisiae* in aerobic conditions,[8] glucose concentrations below 150 mg/L did not result in ethanol production. Above this value, ethanol was formed with rates increasing up to a glucose concentration of 1000 mg/L. Thus, above 150 mg/L glucose the organism exhibited a Crabtree effect.[9]”

Om jäst påverkan smaker: https://en.wikipedia.org/wiki/Yeast_in_winemaking

9.1.1 Kvävetabolism

Äppelmust har vanligen totalt kväveinnehåll (YAN) 20-150 mg/L. Det mesta av kvävet i musten (70-80%, 1-5 mg/L N/h) inkorporeras under tillväxtfasen i den tillväxande jästpopulationen. Omsättning sker sedan via autolys av döda jästceller. Kvävebehovet för en frisk jäsning beror på sockerkoncentration (ju mer socker, desto mer kväve behövs för fermentering). Koncentration < 150 mg N/L innebär kvävebrist. Spännvidden 150-400 mg/L har föreslagits som lämplig.

Max fermentering sker vid 4-500. När jäsningen är klar har i stort sett allt kväve förbrukats (0.1-0.5 mg/L per timme tas upp under stationära fasen). Autolys av döda jästceller ökar efter att fermenteringen är färdig (toppar ca 2 veckor efter) och sker snabbare vid lägre temperatur och högre alkoholhalt. Ca 1-5% av jästens biomassa genomgår autolys per dag under den stationära fasen (0.5-2 mg/L kväve återförs per timme). Batonnage kan användas för att ge mer kontrollerad autolys.

Tabell 9.1. Optimal [N] vid vinjäsning

°Bx	N mg/L
21	200
23	250
25	300
27	350

För mycket näring kan leda till ökad risk för MLF och aceto-bacter, samt risk för brist på andra näringsämnen.

<https://laffort.com/en/yeast-nutrition/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Yeast_assimilable_nitrogen

Refs in <https://academic.oup.com/femsyr/article/14/8/1206/2908350>

[17]

“Transport of ammonia across the plasma membrane occurs by active transport at a cost of 1 mol of ATP per mol of ammonia” [18]

Upptaget av **tillsatt** ammoniak i kvävefattig must är bifasiskt, med snabbt upptag (ca 5% av total ammoniak i musten) under ca 15 minuter, följt av en kort platåfas på 5 minuter och sedan ett långsammare upptag[18].

9.2 Modeling yeast

To relate microbial growth rates in an aqueous environment to the concentration of a limiting nutrient, one can use the Monod equation: https://en.wikipedia.org/wiki/Monod_equation

```

## Monod equation:
##  $u = u_{\max} * (s/(K_s+s))$ 
##  $u$  : Growth rate of microorganism
##  $u_{\max}$  : Maximum growth rate. Empirical. Varies depending on organism, pH, temp, and media
##  $s$  : Concentration of limiting substrate
##  $K_s$  : Half-velocity constant, ie value of  $s$  when  $u/u_{\max} = 0.5$ 

##  $rS = uX/Y$ 
##  $rS$  = Rate of substrate utilization. Negative by convention
##  $X$  total biomass ( $u$  is normalized to total biomass)
##  $Y$  yield coefficient
## In some applications, several terms of the form  $[S] / (K_s + [S])$  are multiplied together

## As with the Michaelis-Menten equation graphical methods may be used to fit the coefficients
## Ref: https://en.wikipedia.org/wiki/Monod\_equation

## The maximum growth rate depends on the substrate. For the sugar galactose
## the growth rate is 0.17-0.23 [14] compared with 0.46 [26] for growth on
## glucose.
## Also enzymes have a maximal rate by which they catalyze biochemical reactions. In the
## https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/423fb39e-144d-48da-8349-3144cd9e3890/

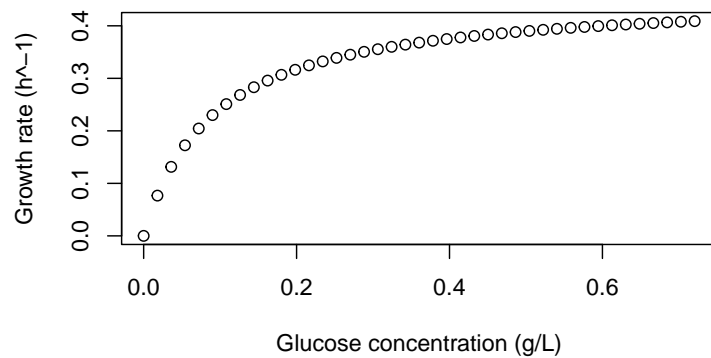
## https://storage.googleapis.com/plos-corpus-prod/10.1371/journal.pgen.1006372/1/pgen.1006372

## test:
m_glucose = 180.156 # g/mol
monod <- function(s, u_max, kS){
  u_max * (s/(kS+s))
}
x <- seq(0, 4, by=0.1)
y <- mapply(monod, x, u_max=0.46, kS=0.5) # unit for s and ks is mM here
plot(x/1000*m_glucose, y,
      xlab = "Glucose concentration (g/L)", ylab = "Growth rate (h-1)"
)

## "At the beginning of fermentation, cell density is around 5 million to 15 million per mL"
## log(CFU/mL)
## yeast counts (during the first 24-48h) can range from 60-120 million cells/mL
## Max cell count in ballpark  $15 \times 10^7$ /mL? https://www.researchgate.net/figure/Total-maximum
## Mead: the density of yeast in colony forming units (CFUs) even under the most favourable
## Max after 12d? https://oeno-one.eu/article/view/7884
##  $15 \times 10^7$  after 48h

```

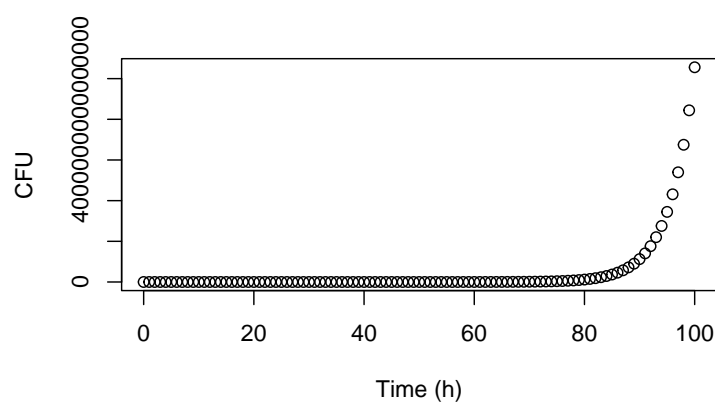
```
## calculate specific growth rate using Arrhenius type equation: https://www.researchgate.net
```



Figur 9.2. Monod ekvationen för *saccharomyces* i glukos. Tillväxthastigheten är antal dubblningar av cellantalet per timme.

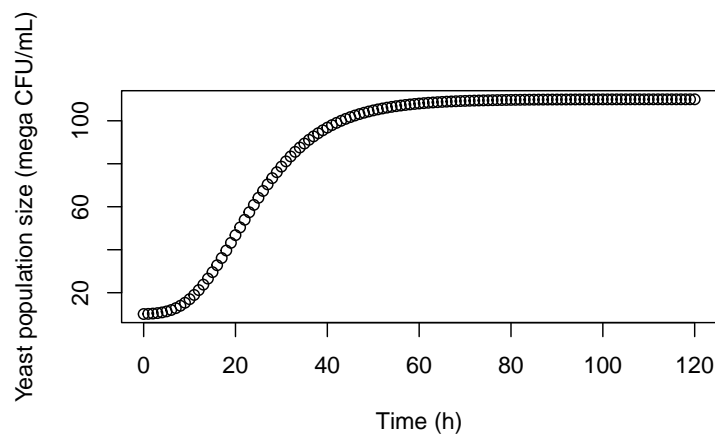
Således ökar tillväxthastigheten vid ökande substratkoncentrationer, men planar ut långt under sockerkoncentrationen i must.

Om tillväxten kunde fortsätta ohämmat skulle jästpopulationen växa exponentiellt:



Men, tillväxthastigheten kommer att plana ut pga begränsningar i näringstillgång, populationstäthet, etc.

För att illustrera jästpopulationens storlek under vilo- och logfas kan därför Gompertzfunktionen användas:



Figur 9.3. Jästpopulationens tillväxt.

För att beskriva jästpopulationens tillväxt och substratkonsumtion:

9.3 Pitching

The Effect of Yeast Inoculation Methods on the Metabolite Composition of Sauvignon Blanc Wines <https://www.mdpi.com/2311-5637/9/8/759>

Se Tabell 9.2

Tabell 9.2. Yeast pitching at start and (optionally) for carbonation. Nitrogen or DAP is the required amount to grow this number of yeast cells.

Yeast (g)	Yeast (N)	Active yeast (N)	Start (L)	Conditioning (L)	Depleted (L)	Nitrogen (g)	DAP (g)
1	2.0e+10	1.0e+09	6	60	40	0.09	0.42
2	4.0e+10	2.0e+10	12	120	80	0.18	0.85
3	6.0e+10	3.0e+10	18	180	120	0.27	1.30

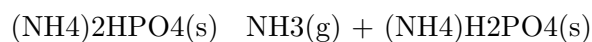
Tabell 9.2. Yeast pitching at start and (optionally) for carbonation. Nitrogen or DAP is the required amount to grow this number of yeast cells.

Yeast	Yeast	Active yeast	Start	Condition	Depleted	Nitrogen	DAP
(g)	(N)	(N)	(L)	(L)	(L)	(g)	(g)
4	8.0e+10	0.4e+10	24	240	160	0.36	1.70
5	1.0e+11	3.0e+10	30	300	200	0.45	2.10
6	1.2e+11	6e+10	36	360	240	0.54	2.50
7	1.4e+11	1.2e+10	42	420	280	0.63	3.00
8	1.6e+11	1.8e+10	48	480	320	0.72	3.40
9	1.8e+11	5.4e+10	54	540	360	0.81	3.80
10	2.0e+11	6e+10	60	600	400	0.90	4.20

9.4 Hydrering

9.5 Näring

DAP:



DAP <-> Ammoniak + fosforsyra

21% av DAP (massa) blir tillgängligt N (massa)

“ It is important to note that only an addition of nitrogen made at the beginning of the fermentation causes an increase in yeast population.” https://admin.lallemandwine.com/wp-content/uploads/2014/11/NUTRITION-State-of-the-Art_Yeast-nutrition-and-protection.pdf

A minimum of 120 to 140 mg/liter of assimilable nitrogen is required to achieve a standard fermentation rate. Men för mycket näring kan göra att jäsningsen ger oönskade bismaker [19].

Supplementering i början, men vänta 24-48h?

9.6 Jästsorter

Yeast: *S. cerevisiae* strain EC1118, robust fermenter, and aromatically ‘neutral’ strain “Lalvin EC-1118 is the original ‘prise de mousse’. It was isolated in Champagne and its use is validated by the Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne (CIVC). Its strong competitive character, its ability to ferment at low temperature, good flocculation and excellent alcohol tolerance, make Lalvin EC-1118 an excellent strain to be used in a wide range of applications (such as sparkling wines, fruit wines and ciders). Alcohol tolerance: 18 % Optimum fermentation temperature: 10–30 °C”

9.7 Effekter av jäsning

“Bottle Conditioned Cider Guide Alex Simmens, Llanblethian Orchards [20] 2. Fermentation and production of CO₂: During fermentation yeast converts sugar to alcohol and CO₂ as well as other metabolic products and new yeast cells. Pasteur studied it and produced the following relation: 100 grams of sugar yields:

- 48.6g ethanol
- 46.6g carbon dioxide
- 3.2g glycerin
- 0.6g succinic acid
- 1.2g yeast cells

Later studies showed 48g ethanol and 47g CO₂ per 100g sugar to be a more correct figure”

9.7.1 Reduktion av syra

9.7.2 Produktion av sulfit

“As some yeasts may produce as much as 30 ppm sulfite during fermentation, depending on conditions no additional sulfur dioxide may need to be added to inhibit MLF.”

9.8 Resurser

Thesis: Systems biology of yeast metabolism: https://research.chalmers.se/publication/525069/file/525069_Fu

Se [[<https://www.amazon.com/Yeast-Practical-Fermentation-Brewing-Elements/dp/0937381969>][Practical fermentation]]

Yeast Quick reference chart (egenskaper) : https://admin.lallemandwine.com/wp-content/uploads/2017/12/Quick-Yeast-References-Chart_2018_LR.pdf

Yeast comparison, acid reduction: <https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/JCNfHQfkMIA> 71B reduced acid by 20-30%

” In practice it’s quite a bit more complicated than that. If you want to know more, check out Linda Bisson’s work at UC Davis. Her lecture notes on yeast and sulphur taints can be found online.”

By the way, would you be aware of a study on the rate of YAN use through > the fermentation - we know most of it is used in the beginning to build > the yeast population, but would all of it be used then, or would there > be some left and used during the later stages of the fermentation. I > wish I had a graph showing the yeast population, YAN amount, and sugar > content plotted against the time for a typical slow cider fermentation...

Such a study was done by Challinor and Burroughs over 60 years ago and was reported in the Long Ashton Annual Report for 1948. It was also described in this review paper by Challinor in 1955 <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.1955.tb02079.x/abstract> [21]

Claude, fermentation model for cider: www.chelseagreen.com/model

Tabell 9.3. Main phases of cider fermentation

Name	rangemum	Time	SG	Note
Yeast				0.2-0.4 g/L. Too little gives
quan-				more cell division which may
tity				produce off flavors (really?)

T op- ti-				
Name	range	Time	SG	Note
Pre-culture*	28	20 min		Start up the yeast in water and sugar. Why?
Hydration	28	20 min		More viable yeast cells with hydration
Growth	12-25	1-2 d	40-60	Oxygen access beneficial. Yeast multiplies logarithmically and visible CO2 bubbles appear.
Fermentation	20	(3-6-12 w		Starts when oxygen is depleted. Loose lid until foaming subsides. Then use airlock.
Flocculation				
Sedimentation				Older yeast cells flocculate and sediment more
Autolysis				1-5% of biomass per day, 0.5-2 mg/L nitrogen recycled per hour

Rationale: Older yeast cells are larger and have an increased tendency to flocculate (and then sediment). Therefore, racking will reduce the proportion of older yeast cells compared with middle-aged and younger ones (“age selection”). Virgin cells are slower to begin utilizing sugar.

Yeast cell age and fermentation: <https://academic.oup.com/femsyr/article/3/2/149/590373>, “Individual cells of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* exhibit a finite replicative lifespan, which is widely believed to be a function of the number of divisions undertaken. As a consequence of ageing, yeast cells undergo constant modifications in terms of physiology, morphology and gene expression. Such characteristics play an important role in the performance of yeast during alcoholic beverage production, influencing sugar uptake, alcohol and flavour production and also the flocculation properties of the yeast strain.”

Growth phase: 1-3 doublings typical in industrial settings. Flavor, alcohol, CO2 and heat is produced.

“When cultured for the fermentation of beer, yeast cells in culture follow a predictable pattern of growth that can easily be divided into four phases: (1) lag; (2) log; (3) deceleration; and (4) stationary. During the lag phase, no growth occurs as newly pitched yeast mature and acclimate to the environment. This is followed by the log phase, where cells are rapidly growing and dividing. Nutrients are in excess relative to cell number and waste is being sufficiently diluted as to be insignificant. The growth rate in this phase will follow first order kinetics. As cell numbers increase, cell growth begins to slow as various parameters (e.g., substrate and waste), each with saturation effects, become significant. Eventually the yeast cells reach the stationary phase, where no growth occurs due to high waste concentration or complete substrate consumption”
<https://www.agilent.com/cs/library/applications/monitoring-growth-of-saccharomyces-cerevisiae-5994-3284EN-agilent.pdf>

“Two types of brewing yeast were originally classified based on flocculation behaviour: top fermenting (ale and weiss yeast) (Jentsch et al., 2007) and bottom fermenting (lager yeast). Their behaviour is so distinct that the two main classes of beer types (ales and lagers) are based on the two yeast types.”
<https://academic.oup.com/femsyr/article/8/7/1018/491220>.
“serial repitching and cropping result in the deterioration of the yeast. This deterioration could be hygiene related (cross-contamination with other brewing cultures, wild yeast or bacteria), selection of crops with specific characteristics (trub enriched, increased flocculance, age and cell size) and yeast quality related (genetic changes, petite mutants and physiological changes due to stress)”

Oxygen curves and more: <https://beerandbrewing.com/identifying-issues-with-your-yeast-a-look-at-fermentation-data-curves/>

Flocculation:

“Flocculation refers to the ability of yeast to aggregate and form large flocs and then drop out of suspension. The definition of flocculation is, “reversible, asexual, and calcium-dependent process by which cells adhere to form flocs. Ideally, yeast will stay non-flocculent and in suspension until the desired final gravity is reached and then become flocculent and drop out of solution.””

<https://wyeastlab.com/resource/professional-clarification-flocculation/>

Life of brewers yeast curve: <https://www.whitelabs.com/news-update-detail?id=37>

Sugar consumption modeling: https://www.researchgate.net/figure/Sugar-concentration-and-fermentation-rate-calculated-by-taking-the-1st-derivative-of-the_fig3_350353318

Generation time (2.5 h at 20C, 1h at 30C) and lag phase (6h at 20C, 3h at 25C, flat thereafter) dependent on temp: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.2050-0416.1966.tb02977.x>

9.9 Jästsorter

Olika jästsorter har olika egenskaper, till exempel i fråga om vilken alkoholhalt de tål, vilken temperatur de jäser i, hur mycket de omvandlar citrat till laktat, och i vilken mån de konkurrerar ut annan jäst.

För must med hög syrlighet kan malatreducerande jäst (tex 71B) vara önskvärt, emedan det vid jäsning av päronmust kan vara en nackdel, då syranivån i allmänhet är lägre och man vill undvika senare malolaktisk jäsning (som då gynnas ifall pH stiger ytterligare).

Vill man undvika malolaktisk jäsning kan det vara en fördel med en jäst som producerar en del SO₂, tex EC1118 (måttlig produktion).

“If you are planning a malolactic fermentation, do NOT use EC 1118. EC-1118 produces SO₂ that can interfere with a malolactic fermentation.”

Olika jäst: <https://pricklycider.com/2023/09/23/cider-question-what-is-the-best-yeast-to-use-for-making-cider/>

Jästsorter och effekt på smak: <https://www.northernbrewer.com/blogs/wine-cider-and-mead-making/exploring-diversity-of-cider-profiles-through-the-selection-of-new-yeast-strains?srltid=AfmBOopHWuwDKU-i5OtuuqUXOqe2ja88KJSO5AJOiHW0GzAKmm9uaP2u>

9.10 Dosing av jäst

```
#+begin_src R :session :exports none
```

	m	n_cells	n_cells_active	start_L	conditioning_L	conditioning_depleted_L
[1,]	1	2.0e+10	6.0e+09	6	60	40
[2,]	2	4.0e+10	1.2e+10	12	120	80
[3,]	3	6.0e+10	1.8e+10	18	180	120
[4,]	4	8.0e+10	2.4e+10	24	240	160
[5,]	5	1.0e+11	3.0e+10	30	300	200
[6,]	6	1.2e+11	3.6e+10	36	360	240
[7,]	7	1.4e+11	4.2e+10	42	420	280
[8,]	8	1.6e+11	4.8e+10	48	480	320
[9,]	9	1.8e+11	5.4e+10	54	540	360
[10,]	10	2.0e+11	6.0e+10	60	600	400

	nitrogen_g	nitrogen_mol	dap_mol	dap_g
[1,]	0.09	0.003211991	0.003211991	0.4241756
[2,]	0.18	0.006423983	0.006423983	0.8483512
[3,]	0.27	0.009635974	0.009635974	1.2725268
[4,]	0.36	0.012847966	0.012847966	1.6967024
[5,]	0.45	0.016059957	0.016059957	2.1208779
[6,]	0.54	0.019271949	0.019271949	2.5450535
[7,]	0.63	0.022483940	0.022483940	2.9692291
[8,]	0.72	0.025695931	0.025695931	3.3934047
[9,]	0.81	0.028907923	0.028907923	3.8175803
[10,]	0.90	0.032119914	0.032119914	4.2417559

FWIW, when I was at Long Ashton back in the 1970's, our standard pitching rate for both cider and white grape wine was to achieve 5×10^6 cells / ml in the sulphited juice. Independent of pH, TA and SG. https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/B7rIRb_0aas

if the juice contains 100 ppm of YAN (or 0.1 g/L), this amount of nutrients will permit building 1 g/L of yeast biomass. Add to this the pitched rate or 0.25 g/L, and you get a maximum total biomass of 1.25 g/L, corresponding to approximately 20 to 25 million cells per mL.

```
+end_src
```

+RESULTS: | 1 | 20 | 6 | 6 | 60 | 0.1 | 0.5 | | 2 | 40 | 12 | 12 |
 120 | 0.2 | 1 | | 3 | 60 | 18 | 18 | 180 | 0.3 | 1.5 | | 4 | 80 | 24 |
 24 | 240 | 0.4 | 2 | | 5 | 100 | 30 | 30 | 300 | 0.5 | 2.5 | | 6 | 120
 | 36 | 36 | 360 | 0.6 | 3 | | 7 | 140 | 42 | 42 | 420 | 0.7 | 3.5 | |
 8 | 160 | 48 | 48 | 480 | 0.8 | 4 | | 9 | 180 | 54 | 54 | 540 | 0.9 |
 4.5 | | 10 | 200 | 60 | 60 | 600 | 1 | 5 |

Yeast quick reference chart:

https://admin.lallemandwine.com/wp-content/uploads/2017/12/Quick-Yeast-References-Chart_2018_LR.pdf

*** Lalvin 71B, *Cervisiae*

Saccharomyces cerevisiae var. *cerevisiae*

rehydrerades i fingervarmt vatten 20 min, 1g för 4L = 0.25 ml/L. 1 ml jäst till 3L funkade bra.

Lalvin 71B, 5 g “En vinjäst från Lalvin (Lallemand). Denna stam av *Sacharomyces cerevisiae* har isolerats i Narbonne av Institut National de Recherche en Agriculture (INRA). Utvald för att gynna en fruktig karaktär. Hette förut “Lalvin 71B-1122”. Rekommenderas allmänt för unga vita och röda viner, även vin nouveau. Ger mycket estrar och högre alkoholer men låga mängder fenoler, vilket passar för viner som ska drickas unga.

Alkoholtolerans: 14 % Jästtemperatur: 15 - 30 °C Tillverkare: Lallemand”

Short lag phase and moderately vigorous fermentation Low relative nitrogen demand (under controlled laboratory conditions) Low H₂S production Alcohol tolerance 14% v/v (depending on fermentation conditions) Low SO₂ production High relative glycerol production Fermentation temperature: 15 - 30 °C (59 - 86 °F) Competitive killer factor: no, Lalvin 71B™ is a sensitive strain Malolactic-bacteria compatibility: very high Malic acid consumption: high Medium foam producer MICROBIOLOGICAL PROPERTIES

USAGE DOSAGE RATE: 0.2 - 0.4g/L 1. Rehydrate the yeast in 50ml of water, at a temperature between 35 - 37°C (95 - 99°F). 2. Dissolve by gently stirring and wait for 20 minutes. 3. Add the must. The difference in temperature between the must to be inoculated and the rehydration medium should not be higher than 10°C (if necessary, acclimatize the temperature of the medium by slowly adding must). 4. The

total rehydration time should not exceed 45 minutes. 5. It is crucial that a clean container is used to rehydrate the yeast. 6. Rehydration in must is not recommended

The yeast will rapidly lose activity after exposure to air.

It is recommended to store Lalvin 71B™ yeast in dry conditions, between 4 and 15°C, for optimal viability and product performance.

Fruity and “Nouveau” styles

*** EC 1118

https://shop.humle.se/shop/11011/files/Lallemand/Lalvin-EC-1118.pdf?_gl=11u2bznu_up*MQ..&gclid=CjwKCAjwmaO4BhAhEiwA5p4YL0JXi5_xoRcefU6GNuVRR
Se figur med kinetik etc

The EC-1118 yeast has been isolated in Champagne and its use is validated by the Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne (CIVC). Its strong competitive character, its ability to ferment at low temperature, good flocculation and excellent alcohol tolerance, make the EC-1118 an excellent strain to be used in a wide range of applications (such as sparkling wines, fruit wines and ciders).

Saccharomyces cerevisiae bayanus Competitive factor High alcohol tolerance up to 18% Short lag phase Fast fermentation rate in a wide pH range Wide range of temperatures for fermentation including low temperatures (Optimal between 15°C to 25°C) Low requirement in assimilable nitrogen Low O₂ requirement (especially at low T°) Low to average production of volatile acidity Average SO₂ production Low H₂S production Low foam formation

Dosage:

White, red and rosé winemaking: 25 to 40 g/hl Secondary bottle fermentation 50g/hl To restart stuck fermentation 40g/hl Note: dosage range is based on the must sugar content and sanitary state of the grapes and winery

Rehydration:

Rehydrate EC-1118 in 5 times its weight of potable water at 40°C. Let stand for at least 20 minutes then gently stir occasionally to break up any clumps. Add to the must. - THE TOTAL REHYDRATION DURATION SHOULD NEVER EXCEED 45 MINUTES - AVOID COLD

SHOCKING THE YEAST. THE TEMPERATURE DROP BETWEEN THE MUST TO BE INOCULATED AND THE REHYDRATION MEDIUM SHOULD NEVER BE $>10^{\circ}\text{C}$ (if any doubt, please contact your supplier or Lallemant)
- IT IS ESSENTIAL TO REHYDRATE THE YEAST IN A CLEAN CONTAINER. - INITIAL REHYDRATION IN MUST IS NOT ADVISABLE.

*** SafCider TF-6

Very high aromatic intensity and complexity towards fresh fruity notes (apple, banana-pear, red, citrus and exotic fruits) combined with interesting elaborated fruit notes (applesauce).

Sweet and round mouthfeel strengthening candy like sensation.

Please note that those observations are based on French cider recipe trials.

Dosage/Temperature

- 20 to 40 g/hl for first fermentation
- Broad fermentation temperature spectrum: $10\text{-}30^{\circ}\text{C}$ ($50\text{-}86^{\circ}\text{F}$). Usage

For sweet ciders from fresh apple juices.

Regular slow kinetic Broad fermentation temperature spectrum: $10\text{-}30^{\circ}\text{C}$ ($50\text{-}86^{\circ}\text{F}$), ideally $15\text{-}25^{\circ}\text{C}$ ($59\text{-}77^{\circ}\text{F}$) High nitrogen requirements: Ratio $\text{YAN}^{**}(\text{mg/L})/\text{Sugar}(\text{g/L}) > 0.9$ Medium assimilation of fructose Maximum initial SO_2 level recommended: 50mg/L. Very low production of acetaldehyde and SO_2 . High malic acid consumption (up to 1.4g/L) Medium 2-phenylethanol and very high isoamyl acetate (candy-banana) producer

Rehydration procedure:

Direct inoculation:

Pour the yeast on the surface at least 10 times their weight of must (possibly directly on the top of the tank or during tank filling after clarification). Gently stir to avoid or break clumps. Immediately transfer into the tank via a pumping over with aeration (or homogenize tank volume).

With prior rehydration:

Pour the yeast on the surface of 10 times their weight of tap water at room temperature. Gently stir to avoid or break clumps. Wait for 20 minutes and transfer into the tank via a pumping over with aeration.

**** Jästnäring**

Näring: Tiamin (upp till 0.2 mg/L), ammoniumsulfat/fosfat (upp till 300 mg/L)

DAP:

1 tsk ca 3g Dosering 0.125-0.19 g/L

Fermaid O:

Fermaid O contains approximately 6,5 % N (nitrogen). The normal dosage is 3 - 4 gram per 10 liters. For optimal results, add half the dosage immediately after having added the yeast, and the remainder after 1/3 to 1/2 of the fermentation process.

Nitrogen is the main element here. When yeast population grows, available nitrogen is used by the yeast. N is roughly 20% of DAP and 10% of dry yeast in weight. For example, if you have 100 grams of dry yeast biomass, 10 of these grams are N and have been taken from the available nutrients. Similarly, adding 50 grams of DAP can provide an increase of yeast biomass of 100 grams. So when the yeast population is established, there is no more available nutrients left - all has been used to grow the population. When yeast cells die, there is an autolysis and the N is gradually released back to the cider, it will be reused for feeding the yeast population."

**** Omstart av jäsningsen**

För att omstarta jäsningsen: Addera tiamin och sedan om det behövs (provjäs först) diammoniumsulfat. Ev tillsätt mkt litet jäst.

**** Förkultur och återvinning av jäst**

Görs oftast inte.

9.11 Vildjäsning

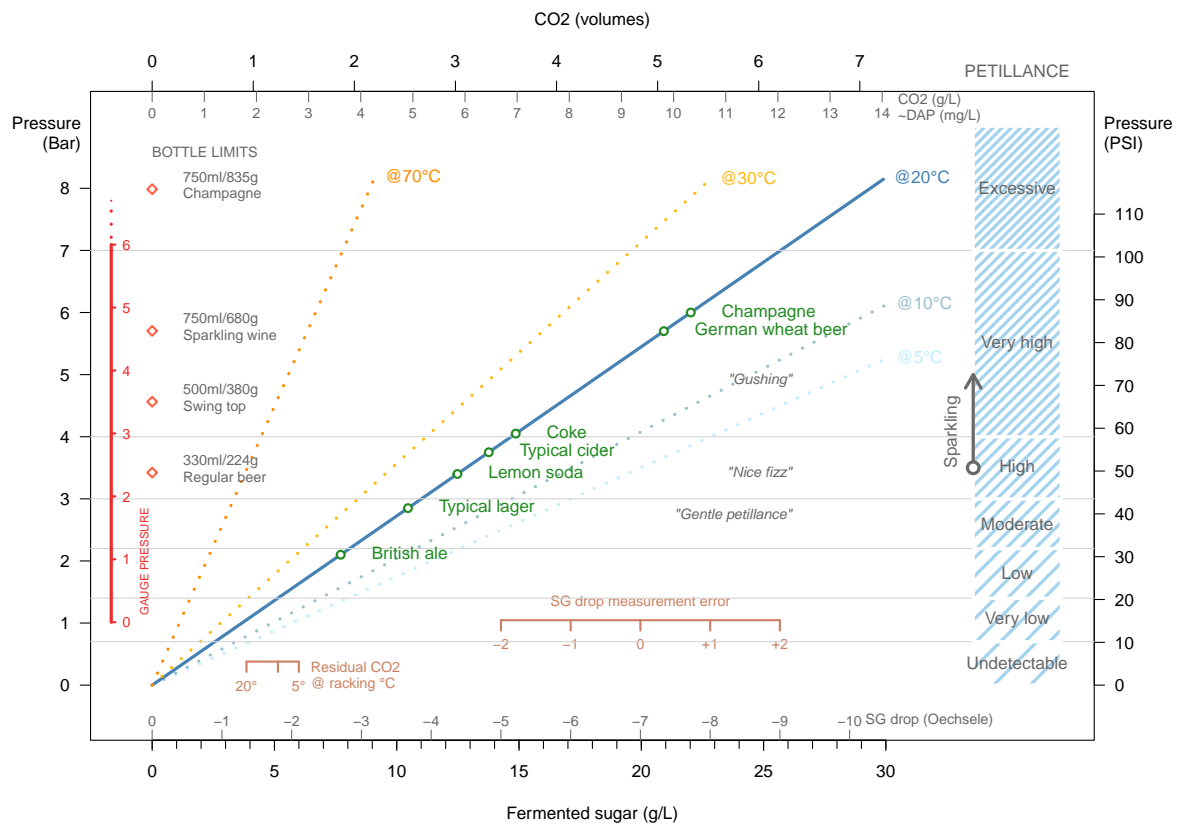
Spontanjäsning: “Spontaneous fermentation begins within a few hours if the temperature of the must rises above 10 °C. This process is usually slow requiring at least 2–3 weeks for the main fermentation and several months for the maturation. Maturation takes place in wooden, polyester or stainless-steel casks at a controlled temperature of 3 °C–12 °C. The entire process can take from 1–6 months depending on the country.”

10 Kolsyrning

48g ethanol and 47g CO₂ per 100g sugar

10.1 Kolsyrejäsning

Figuren nedan visar effekten av socker som tillsätts vid buteljering på kolsyrenivån och därmed trycket i flaskan.



Figur 10.1: Carbonation

Glöm ej att räkna in kvarvarande CO₂ som finns löst i cidern efter jäsnings, samt det socker som ännu ej är bortjäst (dvs skillnaden mellan aktuell SG och slutlig SG som beräknats genom slutjäsnings av ett prov).

Exempel:

Omtappning från jäskärlet vid 20 °C innebär att CO₂ motsvarande ca 4 g/L socker redan finns i drycken. Om aktuell SG är 1.001 (1 Oe) och slutlig SG beräknas till 0.008 innebär det en "SG drop" på 0.003 (3 Oe), vilket motsvarar ca 8.5 g socker.

Den förväntade effekten redan innan socker tillsätts vid buteljering är således motsvarande:

$$4 + 8.5 = 12.5 \text{ g socker}$$

Detta ger med en serveringstemperatur på 20 °C en kolsyrenivå strax under typisk cider (ca 3.5 Bar vid serveringstemperatur 20 °C). Tillsätts 9g socker per liter blir drycken ungefär som champagne i bubblighet (6 Bar vid 20 °C).

Se diskussion om tryck fr headspace air & gage pressure:

<https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/h18HX4OnXl4/m/Q78HvfTvDwoJ>

10.2 Kolsyrejäsnings vid svältjäsnings

Vid svältjäsnings/keevings där näringsämnenas utarmats och jäsningsen avstannar pga detta, kan kolsyrning göras genom tillförsel av kväve (och eventuellt tiamin), i form av DAP och/eller jästceller.

"If you are at FSU 3 (by the way, is this corrected for 10C?) and you want 3 bars, I would probably add about 5 to 6 ppm of DAP. F" 1 ppm is 1 mg/L

"Usually around 10 to 15 ppm - this is 0.2 to 0.3 gram for a 20 liter carboy," https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/LT3Xu4B_bNg

" if the cider is nutrient depleted, adding half a million yeast cells per mL is enough to perform the carbonation

even if there is no nutrients left. These cells will live long enough to perform the task even if they can't multiply because of lack of YAN.” <https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/z6caHVxuzy4/m/KbfozREkBQAJ>

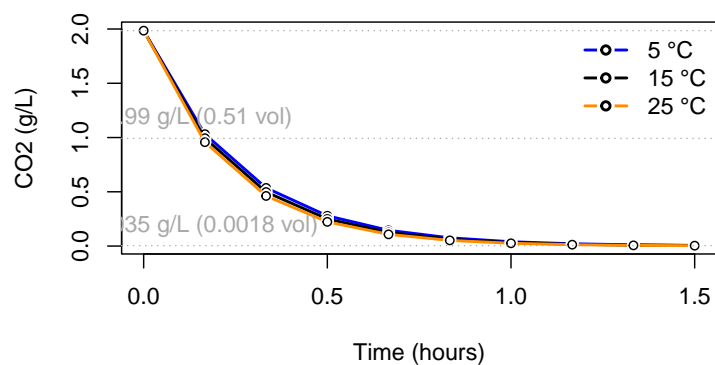
“For the faster ones, I expect to start bottling in April. I usually bottle at SG between 1.012 and 1.016 in order to obtain a finished cider about 4 points lower than that to insure carbonation. My target final SG will depend on acidity and tannins - the higher these are, the higher SG I want for balance. Strategy I use depends on a few factors :

- cider is well clarified and FSU between 6 and 12 - bottle as is without any addition.
- cider is well clarified and FSU more than 12 - rack and wait until FSU becomes stabilised at lower value
- cider is well clarified and FSU lower than 6 - bottle with addition of micro-dosage of DAP (as per my book page 274)
- cider not clarified - either wait until naturally clarified or do fining treatment, then rack Claude”

<https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/z6caHVxuzy4/m/KbfozREkBQAJ>

10.3 Skingring av koldioxid

Om jäslåset tas bort och jäskärlet lämnas öppet kommer den koldioxid som finns i cidern att skingras till den omgivande luften. Hastigheten beror på storleken på vätskans yta och i viss mån på temperaturen. Nedan visas ett exempel som utgår från den mängd koldioxid som finns löst i cidern vid 15 °C och ett kärl som motsvarar en uppkorkad ciderflaska. Som kan ses halveras mängden efter ca 20 minuter. Om ytan över vilket gasutbytet sker är större sker förlusten snabbare. Vid fortgående koldioxidproduktion i musten stannar nivån vid ett något högre värde.



10.4 Notes

“A gentler mousse can be coaxied out at between four and five atmospheres.”

48g ethanol and 47g CO2 per 100g sugar

Socker g/L	Etikett
0-3	Brut Nature
0-6	Extra Brut
0-12	Brut
12-17	Extra Sec
17-32	Sec
32-50	Demi-Sec
50+	Doux

Densitet	Socker g/L	Syfte	Risk
3			
6			
8		Disgorge	
12		Ancestral	Överkarbonering
18			
32			
40	85		
50	111		
100	238		

Densitet	Socker g/L	Syfte	Risk
----------	------------	-------	------

Alternativ vid stabilisering vid högre SG: 10 ppm DAP plus 5 ppm dry yeast för att få lagom karbonering (CJ).

Kolsyrejäsning 4-5 poäng ger “nice fizz”, 6p nära “gushing”.

10 g/L sugar gives 5g/L CO₂ which at 15C will give you 1.5 bar pressure which is a gentle petillance. (Depends somewhat on how much CO₂ is left in solution from the primary yeast fermentation.). If you drink it from the fridge at 5C it will give you less than 1 bar pressure.

“normal Ancestral method where the cider is bottled at a SG of typically 1.012 to 1.014, and it stops around 1.007 to 1.010. And since I like the cider to be well clarified prior to bottling, I get very little sediment in the bottles - for me it is not worth the trouble to go through the disgorgment process. I would strongly recommend you do a keeving of your juice prior to fermentation, as this will help a lot in stabilizing the fermentation and preventing excessive in-bottle refermetnation.”

If you bottle at 1.010 and your cider ferments to dry then you might just about get away with it but any higher and you will probably end up over carbonated. If you just want a dry cider and you are planning to disgorge then just ferment to about 1.008-1.009 before bottling.

Claude: ” aim for a drop of 4 to 5 SG points in bottle to obtain a nice fizz. It can be a bit more - 6 points gives more sparkle, but is getting close to the limit where you start to have some gushing at opening.

As of the ideal SG at bottling, it depends on if you want a bone dry cider or one that retains some residual sugar. For my part, I like my ciders to finish at around SG 1.006 to 1.008. Hence I'll bottle at around 1.010 to 1.012. For this I'll make sure the cider is well stabilized at that SG by doing rackings until the nutrients are exhausted. I also want the cider to be well clarified as to minimize the amount of deposits in the bottle, and I may do a fining (same Chitosan and Kieselsol) if necessary. I don't add sugar, but I do add a micro-dosage of DAP and/or dry yeast. For example, 10 ppm DAP plus

5 ppm dry yeast usually works fine to provide just the right fizz and not too much.”

Champagnecider kan buteljeras vid SG30

“From the UC Davis course”Introduction to Winemaking”: The amount of sugar that is added will determine both the final CO₂ pressure and the amount of additional alcohol that will be produced. (Approximately 1 atmosphere of pressure will be generated by 4g of sugar per liter). Thus to produce 6 atmospheres of CO₂ will require 24g sugar per liter of wine. This much sugar will result in an additional 1.3% alcohol (2.4% sugar x 0.55).”
<https://www.homebrewtalk.com/threads/how-to-calculate-the-final-psi-for-sparkling-drinks.28332/> One volume means that 1 liter of CO₂ is dissolved in 1 liter of beer. one atmosphere nearly equal to one bar

Part IV

Hantering

Omtappning, mognad på batch, buteljering, mognad på
flaska, lagring

11 Omtappning

Omtappning reducerar näringsinnehållet och förlångsamar jäsningsen. Det klarnar också cidern. Omtappning är inte strikt nödvändigt, men en första omtappning för att ta bort den “grova fällningen” innan fyra veckor har förlupit rekommenderas i allmänhet. Upprepad omtappning kan även användas för att reducera innehållet av näringsämnen som är bundna i sedimentet, pektin, fruktjorn, och jästceller. Detta ger en långsammare jäsningsen.

Eftersom de äldre jästcellerna, som är större, finns i högre andel i botten av musten kommer en större andel av dessa att tas bort. Vilken effekt detta har är dock oklart.

Första omtappningen görs tex vid SG 1005 (?) [cite: 22], eller efter 2-4 veckor. Sätt därefter på ett jäslås, som skall vara kvar och fyllas på regelbundet tills jäsningsen bekräftats ha upphört helt. Den första omtappningen bör troligen ske inom 4 veckor för att undvika udda smak som sägs uppstå när drycken ligger kvar på en grov fällning för länge, eventuellt pga autolys av jästen. Detta sker förvisso även senare med en finare fällning, och kan vara önskvärt för att göra smaken mer komplex, men en tumregel är ändå att omtappa från den grova fällningen. Kanske är det även andra komponenter i denna som påverkar. Undvik i möjlig mån syresättning vid omtappningen (det ger oxidering och ökad risk för acetobacter). Ev tillsatt SO₂ (50 ppm?) (minskar oxidation, hindrar mikrobiell tillväxt inkl MLF).

Verkar bra: <https://pricklycider.com/2023/01/07/cider-question-when-should-i-rack-my-cider/>

Want a fruitier hard cider? You should rack your juice. Juice with fewer solids and other compounds like pectin will ferment slower. That means you will lose fewer aromatic compounds from the vigorous release of CO₂. Juice with high amounts of apple solids provide an excellent

place for lactic and acetic acid bacteria to reside and reproduce. It provides them a protected environment where they can produce undesirable (think vinegar and farmyard) aromas. Letting your juice sit overnight, I add pectic enzymes and cold crash mine, and then racking the clear juice off the sediment, will create a juice that ferments less vigorously (you won't need to keep cleaning out the airlocks) and produces a more aromatic cider that has fruity notes. Racking your juice also reduces the nutrients, making it more likely that you could produce a naturally sweet cider.

- Must med mindre pektin och fruktkorn jäser långsammare.
- Långsammare jäsning innebär att färre aromatiska ämnen förloras med CO₂-produktionen (?), ciden blir då mer aromatisk och fruktig.
- Must med hög andel äppelkorn (apple solids) ger mer tillväxt av laktobaciller och acetobacter som kan ge vinägerliknande smak.

It is usually recommended to rack the cider off these gross lees within 1-2 weeks from the fermentation completing to prevent these organisms from starting become active. Cider will usually still be cloudy at this point but most of the large particles and solids will have precipitated out into the sediment layer. What is left is what will make the "fine lees". Fine lees usually contain mostly yeast. These are organisms that are usually alive and have resisted flocculating and dropping out.

Om gross lees: <https://www.smartwinemaking.com/post/2018/01/14/making-better-wine-by-managing-the-lees>

Your cider becomes clear and you get a smaller or finer layer of sediment in the bottom of the container. These yeast were alive but with time, they can start to die and go through autolysis, providing a nutrient rich layer for mostly lactic acid bacteria to utilize. Acetic acid bacteria requires oxygen so how you are racking and storing your cider (barrels, plastic, corks, stainless, glass)

will impact how much oxygen is available for it to become active. However, lactic acid bacteria generally works in an anaerobic environment. If you want to encourage processes like malolactic fermentation (MLF) or evolution of tannins and polyphenols, leaving your cider on the fine lees can aid that process. Racking it off these lees will help prevent those processes from occurring.

“Secondary fermentation is the process of fermenting the remaining ~25% of sugar over a longer slower period, in a smaller fermenter with no headspace. After the initial rapid vigorous primary has slowed down, the yeast are not producing nearly as much CO₂. And so in order to protect the cider from oxygen (which feeds spoilage organisms), we rack it from the larger vessel into a smaller one, leaving no room for air.”

https://www.reddit.com/r/cider/comments/2wvl05/secondary_fermentation/?share_id=KSNyPUmGE

Gross lees vs fine lees? Tumregel: Lämna ej på gross lees mer än 4v.

När?

Effekter: Klarnar cidern. Minskar näringstillgången (ger långsammare jäsning). Tar bort företrädesvis äldre jästceller och lämnar större andel yngre (som är mer i suspension. Oklart vilken verkan detta har). Minskar pektin (?).

Hur

11.1 Headspace

Hur mycket i olika faser. VAd fyller man upp med.

Headspace: 10-20 % av volymen vid primärjäsning, för att undvika överflöde av skum.

Stormjäsning 20%, för att få plats med skummet och undvika överflöde. Syresättning ej något problem initialt då jästen använder syre för cellväggarna och därefter rikligt flöde av CO₂ som fyller upp en stor headspace.

Efter omtappning 1-2 in? Så litet headspace som möjligt för att undvika syresättning, eftersom det förändrar smaken

genom oxidering och medför ökad risk för oönskad mikrobiell tillväxt som ger udda smaker. Behövs en viss headspace för skum?? Troligen ej. Headspace ökar något under fortsatt fermentering.

Efter buteljering? ” There has to be at least half an inch (12 mm) of airspace in the bottle under the stopper, otherwise the pressure might become excessive if the bottle were left at a higher storage temperature. For my part, I prefer to keep this airspace to the minimum, as this limits the quantity of oxygen in the bottle. However, some cider makers leave larger airspaces, apparently without any ill effect.”

Tänk på att headspace krymper när temperaturen går upp. Hur mkt?

Verkar bra, beskriver praktiskt: <https://www.chelseagreen.com/2024/basics-of-cider-making-cider-preparation/?srsltid=AfmBOooOygCNoVkhNGFTHrwpCc7v1NQNILY105pavEMMGRz>

Kolla SG en gång per månad.

12 Mognad

Mognad: När jäsningen upphört helt (provjäsning i varmare temp med DAP?). Toppa upp med vatten eller cider (helt?). Förslut helt. Låt mogna veckor-månader. Kontrollera vattenlåset 1 gång/vecka. Fyll på det vid behov. Ev karamellfärg i vattnet för att se bubblorna bättre. Autolys av den jästfällning som bildas här ger nutrienter till MLF.

13 Buteljering

När helt färdigjäst är SG 0996-1000. Notera att det finns CO₂ i drycken även vid jäsningens slut (2-6 g/L).

Part V

Tekniker

Svavling, Pastörisering, mm

14 Pastörisering

Före fermentering

Efter fermentering

Batch vs flaska

Tabell 14.1. Effekt av temperatur

Temp °C	Effekt
<60	Mycket långsam/liten effekt
>70	Snabb nedbrytning av polyfenoler

När blir maillardeffekten påtaglig?

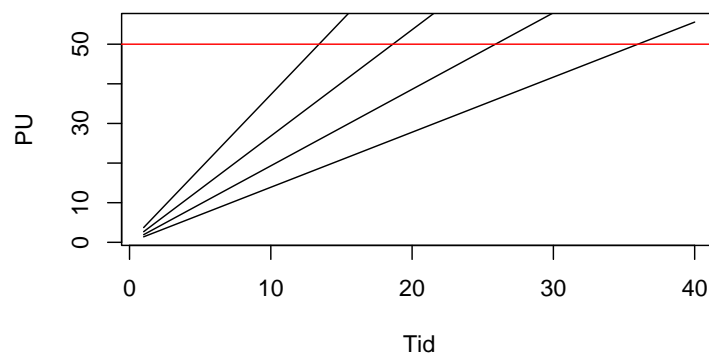
Dosering:

“An alternative to chemical stabilization is pasteurization, which can be performed in batch form or after bottling, depending on available equipment and the presence of carbonation. In-bottle pasteurization allows for carbonation to be preserved, while direct pasteurization of the unbottled product will reduce the carbonation, because the solubility of CO₂ in aqueous solutions is inversely proportional to temperature within the operational range of cider-making. Duration and temperature thresholds determine the effectiveness of heat treatments. Pasteurization units (PU) are used to define the necessary time-by-temperature interactions in this process, based on the equation $PU = t \times 10^{((T-60C)/z)}$, where t is time in minutes, T is temperature in C, and z is 7C. Cider needs approximately 50 PUs, heated for 50 minutes at 60C or an equivalent time and temperature combination, for a stable product and complete suppression

of potential spoilage microorganisms (Duffy and Shaffner 2001). The resultant cider will not be completely sterilized; thus it is necessary to have a low initial microbial load (Mitchell 2006). One disadvantage of in-bottle pasteurization is that it may cause “cooked” or oxidized flavors in ciders; close attention to temperature, time, and free SO₂ levels can minimize these negative effects.”[14]

<https://www.homebrewtalk.com/threads/pasteurization-methods-to-stabilize-bottled-fermented-apple-cider.71180/>.

14.1 Temperatur och tid



14.2 Dosering

Färdigjäst (klar eller relativt klar) cider: 50 PU.

Päron / högt pH? Högre

Ojäst must: Mycket högre.

15 Svavling

Varför? Missgynna andra mikroorganismer. Minska mail-lardreaktionen vid pastörisering. Minska oxidering.

Well it's impossible to say exactly. So much depends on the type of yeast and its history, and the nutrient availability. But pretty much all winemaking strains of *Saccharomyces* can tolerate 1 ppm of molecular SO₂, and many up to 4 times that AFAIR.

To translate 1 ppm of molecular SO₂ to free SO₂ at any given pH, see the various charts and spreadsheets all over the Internet, including mine <http://www.cider.org.uk/sulphite.html>

For example at pH 3.5 in a cider, 1 ppm of molecular SO₂ equates to about 50 ppm of free SO₂. When binding to cider carbonyls is taken into account, you need a total addition of around about 120 ppm of SO₂.

Svaveldioxid 5 g till 50 ml H₂O ger 5% lösning. 1 ml/L ger då 50 ppm.

Yes, 20 to 30 ppm looks good to me. Yesterday I just opened a first bottle of a perry I bottled mid December. This was an earlier season perry with Thorn and Ure pears, which fermented very fast. I was able to stabilize it at SG1.011 after multiple rackings and bottled with 30 ppm of sulfite, 8 g/L of sugar (which raised SG to 1.0135) and 10 ppm of dry yeast. It is very clean, with a perfect sparkle, no off flavor. For my part, I tend to use sulfite only on early batches as it is warmer for the beginning of fermentation, which leaves the door open for other unpleasant organisms - in particular I have had some brett proliferation in 2021 and (to a lesser extend) in 2022, which can give a quite nasty funk. But this only happened on early batches, and we had a very warm fall in 2021. The bulk of my batches are started when temperatures are colder and don't get this sort of problem even if no sulfite is used (either before fermentation or at bottling).

cider clarifying as it relates to bottle conditioning :
<https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/-i8jPG-FZ8c>

“Acetaldehyde, a by-product of oxidation, is associated with odors of bruised apple, nuttiness, or sherry. Upon binding with bisulfite, acetaldehyde becomes odorless, and anthocyanin pigments become colorless (bisulfite bleaching).”

15.1 Kemi

“In wine, SO₂ exists in three forms in a pH-dependent equilibrium (Figure 1): molecular (SO₂), bisulfite (HSO₃⁻), and sulfite (SO₃²⁻). These forms make up what is known as free SO₂, meaning it is available for antimicrobial and antioxidant protection. Some amount of the bisulfite form (HSO₃⁻) will bind to compounds in the wine. Once bound, the SO₂ is no longer available to protect the wine. However, free SO₂ and bound SO₂ are added together to determine the amount of total SO₂ (Figure 2).”

“At wine pH, bisulfite is the predominate form, accounting for over 90% of the SO”

“Maintaining 0.5-0.8 ppm of molecular SO₂ is considered sufficient to protect *Vitis vinifera* red and white wines, respectively, from yeast and bacterial spoilage. For non-*V. vinifera* wines, it is recommended to use 0.8 ppm of molecular SO₂ as the target amount for additions. The percentage of molecular SO₂ present in wine is directly related to the pH”

file:///home/e/Downloads/FS53.pdf

Andelen obundet mkt beroende av pH (pH>4 blir “allt” bisulfit, varav en del kan binda partiklar)

15.2 Resurser

Sulphur dioxide in winemaking: file:///home/e/Downloads/FS53.pdf

“Concentrations of SO₂ are measured and calculated in milligrams per liter (mg/L). Often these are interchangeably displayed in parts per million (ppm); 1 mg/L is equivalent to 1

ppm.” Yeast naturally produce SO₂ during fermentation at the rate of 10-20 mg/L (note: some only 3 ppm?)

16 Mätning

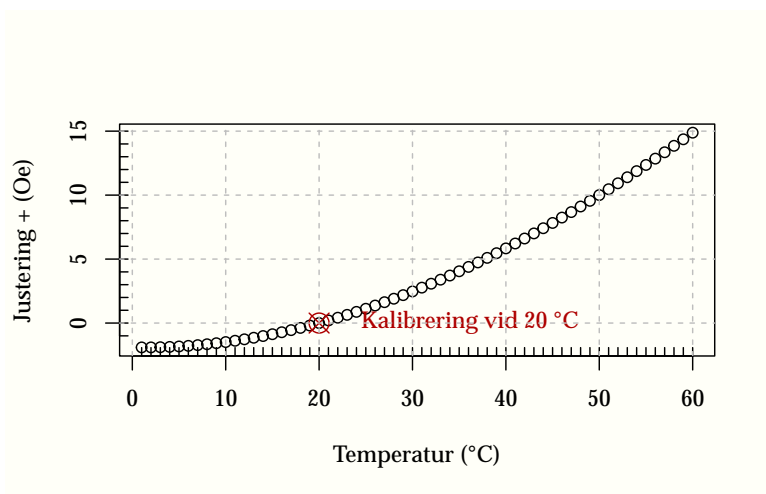
16.1 Hydrometer

Densitet. SG.

A hydrometer can not accurately measure very low levels of sugar. Other tests have to be used to determine precisely how many grams per litre of sugar remain in the wine.

16.1.1 Inverkan av temperatur

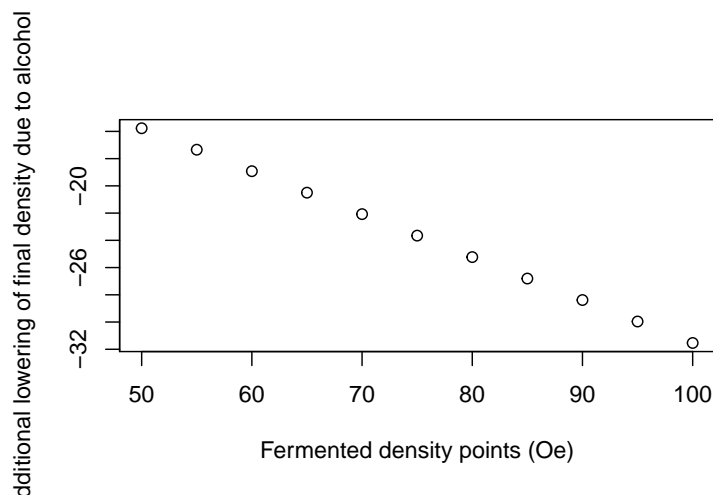
Hydrometern är vanligen kalibrerad vid antingen 15 °C eller 20 °C. Avläser man vid en annan tempertur kan värdet korrigeras enligt Figur 16.1 nedan.



Figur 16.1. Korrigering av hydrometervärdet vid temperatur avvikande från kalibrering. Värdet på Y-axeln adderas till det uppmätta värdet.

16.1.2 Inverkan av alkoholhalt

Alkoholhalten påverkar densiteten (och därför SG), eftersom alkohol är lättare än vatten (se Figur 16.2).



Figur 16.2. Theoretical additional density drop from increased alcohol content. Alcohol level of lowest starting SG used as reference.

Så en must med SG 1.080 vid start bör ge en slutlig SG som är ca .010 lägre än en must som startar på 1.050, pga högre alkoholhalt.

I teorin...

Densiteter (g/L) vid 20 °C:

$$d_{ethanol} = 0.789 * 10^3$$

$$d_{water} = 0.9982 * 10^3$$

Alkoholkoncentration (g/L), ca 7% v/v, ungefär det som erhålls av att fermentera 160 g/L socker eller 50 Oe:

$$c_{alc} = 65$$

Förändringen i relativ densitet pga alkohol blir då:

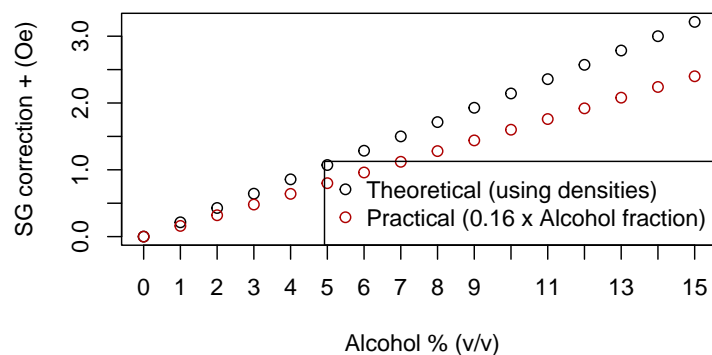
$$((d_{ethanol} - d_{water}) * c_{alc} / d_{ethanol}) / d_{water}$$

Vilket är ca -17 Oe skillnad mot samma vätska utan alkohol.

[1] 0.01726555

Mätningen av SG bör därför justeras för alkoholhalt, om syftet är att mäta kvarvarande sockerhalt.

Figuren Figur 16.3 jämför den teoretiska justeringen av SG (Oe) vid olika nivåer av alkohol (% v/v) med densamma där en enklare vedertagen beräkningsmetod används (0.0016 x alkohol %).



Figur 16.3. Korrigering av uppmätt SG vid olika alkoholhalter.

16.2 Refraktometer

Refraktometern påverkas påtagligt av alkoholhalten, och är därför mindre pålitlig än en hydrometer, som påverkas mindre (?).

16.3 pH-mätning

PH-mätare

Lackmuspapper: Olika spann. Ej särskilt god precision men ger en hygglig uppfattning.

Smaka.

16.4 Jodtest

Jodtest: “Hur mogen frukten är kan avgöras genom att doppa skivor av ett äpple i en jodlösning som färgar stärkelsen mörkblå. Omogen frukt innehåller fortfarande mycket stärkelse och äppleskivorna blir då jämnblå. Efterhand som frukten mognar, bryts allt mer av stärkelsen ner till socker, och äppleskivorna blir därför ljusare. Vanligen utvärderar man mängden blå färg efter en skala med 9 steg, där 1 är mycket omogen och 9 är helt övermogen”
<https://pub.epsilon.slu.se/14769/1/LTV-rapport%202017-17%20Hilde%20Nybom-2.pdf>

16.5 Mikroskopering

Cell counting: <https://topcrop.co/understanding-cell-counting>

Part VI

Variationer

Variationer som kan göras för att uppnå olika resultat. Tex
svältjäsning, maceration, knep för att påverka smaken.

17 Alternativ

17.1 Steg i ciderbryggningsprocessen

Här listas i ordningsföljd de möjliga steg som man kan lägga till i ciderbryggningsprocessen för att påverka förloppet. De är i tidsordning. De flesta är inte nödvändiga, men kan användas för att påverka förloppet på olika sätt.

Steg	Temp	Tid	Socker	Ev tillsats	Vad händer
Skörd	Kylig dag?		45-70	Jodtest av mognad	Mogna frukter. Kan lagras 2-4v (pektinhalten ökar då)
Sweating		1-2-4v		Förvara luftigt	Frukten "mognar" av trädet, blir lättare att pressa
Rensning				Vattenbad (rutten frukt sjunker)	Tag bort rutten frukt. Färska fallmärken är ok
Tvättning				Vatten	Tag bort smuts och damm
Krossning				Pektinas ökar utbytet	Krossa utan att förstöra kärnorna
Macerering	20°C	6-24h	>05	Vatten, pektinas	Oxidation, lättare press, tanniner, aromer
Pressning			12-14%	Pektinas 12h, vatten	Korgpress saknar kanaler för vätskan och kan ge slime
Ompressning	Smält	24h?		Liten mängd vatten	Resterna från första pressningen tas tillvara och kan tillsättas

Steg	Temp	Tid	Socker	Ev tillsats	Vad händer
Svavling		Direkt	SO ₂	30-50 ppm beroende på pH	Låg dos vid vildjäsning. Hindrar mikroorganismer. Motverkar oxidation
Silning					Grovsila
Keeving	5	7d	Kalciumklorid (4g/100L), PME		Reducera pektin och näring. Brun hätta. Omtappning
Kylning		12h	Kyl		Valfritt. Snabbare upp sedimentering. Omtappas
Pastörisering	63g	20m	Värme x tid avgör effekten		Mikroorganismer avdödas vid 30-50 PE. Maillardreaktion ändrar smaken
Hydrering av jäst			Vatten		Jästen hydreras, då överlever dubbelt så många celler
Justering			>45 SO ₂ , näring, pektinas, syra		Justera av pH och sockerhalt (13g/L höjer med 5)
Förkultur			Socker, vatten, luft		Starta jästen
Uppstart	(12-20(-25)	24-48h	Bryggerijäst	Med luft-tillgång	Jästen gynnas och tillväxer. Syret förbrukas. Jäsrör efter
Vilofas		6h-7d eller mer	Högre temp kortar tiden		Tid innan jäsningen syns. Tiden beror på jäst och temperatur
Turbulent jäsning		5d			Rejält tempo. Skummet som bildas försvinner efter 1-2v

Steg	Temp	Tid	Socker	Ev tillsats	Vad händer
Omtappning 1		efter 3d vila	<15-20	Mät SG när skummet försvunnit	Bottensats och hätta tas bort
Fyll upp				Sockerlösning juice, cider	Fyll upp (nästan?) helt
Huvudjäsnings	(8-12(-20))	(3-6-12v)		Jästnäring, jäsrör, socker	Toppa upp. Jäsrör på. Klart när det slutar bubbla
Omtappning 2		2-3v efter	<06-08	Pumphävert Undvik syresättning	Bottensatsen tas bort. Klarare cider. Minskad näring.
Fyll upp		Vid omtapp		Sockerlösning juice, cider	Fyll upp (nästan?) helt efter varje omtappning
Svavling		Vid omtapp		SO_{2} 30 ppm	
Blandning				Tanniner?	Blanda olika satser för att ändra smak. Behöver sedan fortsätta jäsa
Testa färdigjäsnings	20+	2v	<06	DAP, jäst	Testa att slutjäsa några dl för att avgöra minsta möjliga SG
Mognad	15-20 ok?	1-3-4 mån		Tanniner? (tex ek)	Får rundare smak
Malolaktisk jäsnings	17	mån		Mjölksyrebackteri	Äppelsyra omvandlas till mildare mjölksyra. pH >4 krävs
Eftersötning				Ev icke-fermenterbar socker	Ökar smakkomplexitet. Följs av passivisering (alt icke-ferment)

Steg	Temp	Tid	Socker	Ev tillsats	Vad händer
Passivisering				Kaliumsulfid & -sorbit el pasteur	Jästen passiviseras. Går då ej att kolsyrejäsa
Köldstabilisering	-1	1-2v till			Tartratkristaller bildas, för att undvika dessa i flaskan
Omtappning					Inför buteljering
Svavling		Vid butelj		SO ₂ 30 ppm	
Buteljering			00-05	Pastörisering SO ₂	Sockret "slut". Svaltemp behåller mer kolsyra
Pastörisering	63	20m		I flaska	Flaskkorken på glänt för att undvika explosion. Kan då ej kolsyrejäsa
Kolsyrejäring	20	1-2v	6g/L	Socker, tiamin?, Liq. tirage	Sluten flaska. Kolsyran stannar. Tirage 24g/L för champagne
Degorgement			00	Liqueur (0-50g/L)	Flaskan kyls, halsen d'expedition fryses, proppen får flyga
Lagring	Svalt	12-18m	-5		Minst 2 m. Optimal smak 12m efter pressning, därefter sämre

Förkortningar: SG, Specifig gravitation; PE, pastöriseringsenheter; SO₂, svaveldioxid från metabisulfid; ppm, parts per million; PME: Pektinmetylesteras. Skiljer sig från pektinasblandidngar som används för klarning. Det måste innehålla endaset PME, annars bildas ingen pektinhätta vid keeing.

Fetstil = Obligatoriskt

Justering: Musten bör ha pH 3.2 till 3.8, TA 0.3 till 0.7, sockerhalt SG minst 1045 (högre sockerhalt ger mer alkohol). pH >4 i musten kan ge senare smakproblem pga mikrobiell

tillväxt (tex acetobacter). För att sänka pH tillsätts då malat 1 g/L (0.1%) eller en andel syrligare must från andra äppelsorter. Är pH för lågt kan musten blandas ut (med vatten), eller genomgå malolaktisk jäsning. Äppeljuicekoncentrat?

Svavling: Doseras efter pressing beroende på pH och vilken effekt som önskas. Vid viljäsning kan en låg dos gynna vildjästen i jämförelse med andra mikroorganismer. När bryggerijäst används önskar man ibland att mer kraftigt hämma övriga mikroorganismer inklusive vildjäst och då används högre doser. Svavling över en viss nivå motverkar malolaktisk fermentering, vilket ibland är önskvärt. Svavlingen bör då upprepas vid omtappning. Det minskar även effekten av mailardreaktionen vid pastörisering som annars kan ge en kokt smak som ibland är oönskad. Likaså minskar oxidering vid omtappning. Det fria svavlet minskar med tiden och binds till andra ämnen i musten, varför svavling i tidigt skede ej påverkar smaken.

Blandning: Kan göras initialt genom att blanda äppelsorter före pressning. Om blandningen istället görs efter huvudjäsning bör man tänka på att jäsningen kan ta fart igen, även om jäsningen i alla komponenterna har avstannat.

Oxidation: Lågt pH hämmar oxidationen. I syrefattig miljö kan den bruna färgen revertera. Oxidation ger mörkare färg och binder sedan en del av tanninerna till moset.

17.2 Långsam jäsning

Styrning av jäsningen genom att utarma näring “Svältjäsning”

Normalt fortskrider jäsningen tills allt socker förbrukats och upphör sedan när jästen inte längre har tillgång till socker att fermentera. Ett alternativt sätt att stanna upp jäsningen är att istället skapa brist på andra näringsämnen (främst kväve och tiamin). För att uppnå detta kan man använda “Keeving” i början av processen och/eller göra många omtappningar.

Vid varje omtappning tas sedimentet bort och eftersom det innehåller döda jästceller som tagit upp kväve och tiamin minskar man successivt tillgången på dessa näringsämnen i

musten. Jäsningen stannar då upp trots att socker finns kvar. Man får då en söt cider med kvarvarande socker. För att få bubblig cider kan man istället för socker tillsätta kväve (i form av diammoniumfosfat) i kontrollerad mängd vid buteljering, vilket gör att kolsyra produceras i flaskan.

Effekter av långsam jäsning: Generationerna av jäst hinner genomgå autolys och återför då närning till de nya generationerna av jäst, vilket kan undvika överbefolkning och sedan stressade jästceller pga näringsbrist.

Att bromsa jästakten: - Temperatur - SO₂, tex 100 ppm efter 10-12 poängs fermentering och omtappning - Kvävebrist (via keeving, omtappning, eller initial jäsning i grunt kärl som ger mer syre vilket stimulerar proliferation men hämmar fermentering och därför leder till en tät population som sedan omtappas till syrefattig miljö där kvävet då förbrukats) - Vildjäst

17.3 Keeving

Cuvage ("Keeving") kan göras för att reducera pektin och näringsämnen (kalcium, tiamin, aminokväve, och jästceller binds till pektinhättan). Man får då en klarare cider och näringsbristen gör jäsningen långsammare. En långsam jäsning i näringsfattig sidar kan göra att man efter buteljering i slutet av mognaden ger viss kolsyra utan att jäsningen startas om. Pektinmetylesteraserna som ger keeving-effekten är effektivare vid lågt pH (?). Kalciumklorid underlättar, liksom att satsen står svalt (4-5 grader). Ibland sker stormjäsning istället och då kan man fortsätta bryggningen utan keeving-effekten på pektin och näringsämnen. En brun hätta av pektin mm bildas och stiger till ytan när jäsning sker apikalt under den ("Brown cap"). Keevingen är klar när hättan börjar spricka?, efter ca 24 tim?. Första omtappning vid 1030 (eller när det sjunkit med 10) och en senare omtappning ser till att jäsningen fortskrider långsamt och upphör med viss bevarad sockerhalt Mot slutet <1 enhet/vecka (max 2 per 3v). Flaskning vid 1010-1015.

Ide: Apelsinskal (det vita) innehåller pektinmetylesteraser. Kanske kan användas för att underlätta detta? Dock troligen fler sorters pektinaser däri. Rabarber innehåller kalcium

(låg bioavailability) och malat. Spenat innehåller kväve och vitamin B (koka först?).

Properly keeved cider can be bottled at higher gravities (1.020 has been found in trial-and-error by many producers to be optimum when starting at around 1.050). –The same finishing gravity can lead to dangerous overpressure in an unkeeved cider! https://www.homebrewersassociation.org/attachments/0000/4800/Exploring_Cider-Gary_Awdey.pdf

**** Keeving med klercidre kit**

Method of operation to obtain best results

Introduction / General

The vessel used for the separation should:

Have vertical sides to allow the brown [residues] to descend during draining without breaking itself.

Be Translucent and should be open, to intervene at the time of adding the CaCl_2 and to be able to observe the different stages.

Be above floor level, to encourage the tapping of the clear juice from the bottom of the vat / fermentation vessel.

I /

- Add the enzymes as early as possible to the must in the vessel To encourage the yeasts will require 25 to 35 ml of Concentrated PECTIN ESTERASE CPE (PME) for 10 hectolitres.

Control the temperature of the must to maintain it between 8 and 10°C, up to 12°C maximum: the more the temperature is raised, the more swiftly the reactions take place. Beyond 12°C, the yeasts threaten the process of separation, since the *cellese* are more active than the enzymes at these temperatures.

II /

- Monitor the progress of the enzymes in order to determine the best moment to add the CaCl_2 (see above). (you can test this on a small volume taken out of the vessel).

When the fermentation vessel is ready, measure out exactly a liter of the must enzyme into a transparent [test] container and add, while agitating the must in the test container, 0.9 ml of liquid CaCl₂ (powdered CaCl₂ mixed into distilled or drinking water at a rate of 520 g / litre);

Continue stirring for 2 minutes, using a bright light to watch for the pectins granulating (looking like semolina granules) and leaving a clear juice;

This granulation may appear as a cloud of fine particles in suspension or as coloured grains (like semolina) or as translucent grains (like tapioca).

If this happens within a minute of the test beginning in your test container it is time to add the CaCl₂ to the fermentation vessel.

If not, try the test again, and again, at regular intervals until this reaction occurs. This may take 3, 6 or 12 hours, depending on the temperature of the must.

III /

- Having made the bulk CaCl₂ solution at 520 g / litre, add 854 ml to the fermentation vessel: equivalent to 1.180 kg for 10 hectoliters.

Stir the mixing vessel before adding to the fermentation vessel's must, and mix this stirred liquid strongly into the must, diluting 2 or 3 times its volume with drinkable water, and carry on [stirring?] for 5, 10, or 20 minutes according to the quantity of must, using a sustained agitation with firm circles.

IV /

A brown cap will gradually form. Through adding the CaCl₂ to the vessel, the granulation of the pectins occurs. A firm and continuous stirring of the contents at this time will encourage the separation of granules from the clear juice, while at the same time stimulating the yeasts.

At this stage it is the yeasts, by beginning the fermentation, that begin to produce the carbon dioxide which by starting the pectin's agglomeration will encourage it to gather on the surface of the vessel: These gathered pectins form the brown cap.

If the yeasts are not very active, the process can stretch over hours, or even days

Från <https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/1-C1RyzkPGg>

AL: I do feel their time-scales are somewhat optimistic - in my experience it takes days for the chapeau to be raised, though it can certainly start to form in the bulk of juice before it appears on the surface.

Clause: I have had successful keeves with quite acidic juice (up to 1% TA as Tartaric or 0.9% as Malic). Acidity (or lack of) might not be such an important factor. And slightly too high temperature should not be a factor that would empeach the formation of the brown hat - the only thing is that at higher temperature, fermentation could start before formation of the brown hat. You could delay the starting of fermentation by adding a bit of sulfite, this could give a bit more time to the brown hat.

18 Att påverka smaken

De flesta äpplen som odlas i Sverige har (jämfört med cideräpplen) hög syra och låg halt av tanniner. Det innebär att det är svårare att få en mild och fyllig smak (fylligheten är beroende av bla tanniner).

Smaken på cidern påverkas av olika faktorer:

- Olika jästsorter kan ge olika smakprofil.
- Pastörisering kan ge maillardreaktion vilket kan vara önskvärt eller -inte beroende på vilken effekt som önskas. Eventuellt kan det minska inslag av “gröna toner” i aromen?
- Långsamare jäsning gör att färre aromer förloras genom riklig frisättning av koldioxid. Det ger därför en fruktigare smak.
- etc

18.1 Smaker

Astringency, strävhet (tanniner)

Syrlighet

Fyllighet

Sötma

TORÉAD: [16] Microorganisms in Fermented Apple Beverages: Current Knowledge and Future Directions (påverkan på smak)

18.1.1 Aromer

Aromer kan principellt indelas i[23]:

1. Primära: Från frukten, avspeglar sort och växtens omgivningsfaktorer. I vin tex tioler, methoxypyrazine, terpen, och norisoprenoider.
2. Sekundära: Sådana som bildas under jäsningen, tex alkohol och estrar.
3. Tertiära: Åldrandearomer, tex från ektunnor vid lagring (laktoner och furanon).

Vissa aromer kan bildas från flera av dessa kategorier, tex flyktiga fenoler.

Flyktiga fenoler är aromatiska alkoholer[23]. Tex fenol, dess alkyl, methoxyl, vinyl och allylderivat. För en tabell med flyktiga fenoler kopplat till olika doftbeskrivningar, se [23]. Det kan noteras att det mesta av de flyktiga fenolerna extraheras redan efter tre dagars maceration på skal (vin), oberoende av temperatur.

18.1.2 Dåliga smaker

“Acetic acid has a very sharp aroma and so will be obvious as “volatile acidity” in the way that malate, citrate or lactate are not because they are “non-volatile” acids and they have no aroma. Citric acid does not smell “citrusy” in any way (i.e. not like lemon or orange).” <https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/cK2DP7vQmcE>

At the same time, there are many wild species and strains of lactic acid bacteria with many different side-reactions which can accompany the main acid conversions). Amongst these are the formation of diacetyl (buttery), tetrahydropyridines (bready or mousy), or ethyl phenols (horsey or disinfectant-like depending on structure).

Olika smaker och deras orsaker: <https://www.bjcp.org/examination/cider-judge-program/cider-exam/6-balance-in-cider/>

18.2 Faktorer som påverkar

Parameter	Condition	Biokemi	Effekt
Jäsemperal	Låg (15°C)	More ethyl esters	More fresh and fruity
Jäsemperal	Hög (28°C)		More flowery, banana, and pineapple
Alkoholhalt	Låg		
Alkoholhalt	Hög	Löslighet av vissa ämnen vid smaklökarna	Ökad förnimmelse av tannin bitterness. Minskad astringency.
Kolsyrehalt	Låg		
Kolsyrehalt	Hög		Ökad förnimmelse av syrlighet
Sockethalt	Låg		
Sockethalt	Hög		Minskad syrlighet
Maceration		Minskar tannininnehåll (?)	
Mognad		Polymerisering av tanniner. Nedbrytning av äppelsyra?	Mjukare smak. Mindre syrlig?
Fläderbär		Anthocyaniner påverkar mognadsprocessen	Mjukare munkänsla
Malolaktisk jäsnings		Malat till laktat	Mindre syrligt
Omtappning Gross lees		Minskar apple solids, då mindre LAB och acetobacter	Mindre risk för udda/vinägersmak
Omtappning Gross lees		Långsammare jäsnings, mindre förlust av aromer	Mer aromatisk, fruktig cider
Lämna Fine lees		LAB gynnas, tanniner, polyfenoler	Mer tannin/polyfenol?
Serveringstemperatur			Med kall cider funkar hög syra bättre

“Higher ethanol levels increase the perception of tannin bitterness (probably by enhancing the solubility of medium chain procyanidin oligomers into the lipid membranes which surround the bitterness receptors on the tongue). However, they also reduce the perception of astringency (probably by inhibiting the binding of longer chain procyanidin oligomers to the proline-rich proteins in the epithelial membranes of the mouth). See eg [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329307001115#:~:text=As%20ethanol%20level%](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329307001115#:~:text=As%20ethanol%20level%20increases%20the%20perception%20of%20bitterness,As%20ethanol%20level%20increases%20the%20perception%20of%20bitterness) [AL]”

Övrigt:

Smaksättning: Addera fenoler? Tex fläderbär, svarta vinbär?? The??

Att få både sötna och bubblor: Använder man en enkel metod för cidertillverkning är det svårt att få både sötna och bubblor. Jäsningen fortskrider nämligen tills allt socker har jäst bort. Avdödar man jästen för att stoppa detta går det inte att kolsyrejäsa sedan.

The formation of volatiles in fruit wine process and its impact on wine quality <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11254978/>

18.3 Reducera syrlighet

Metoder för att reducera syrlighet i den färdiga cidern:

- Späd musten med vatten
- Blanda must med olika egenskaper
- Använd jäst som reducerar malat (tex 71B)
- Malolaktisk jäsning
- Tillsats av klaciumkarbonat eller liknande
- Sötning minskar upplevelsen av syra
- Mognad
- Lägre kolsyrehalt
- Lägre serveringstemperatur

Dessertäpplen ger ofta syrlig smak. Syrligheten framträder när sockret jäst bort.

18.4 Öka fyllighet/komplexitet

För att öka fylligheten: Sötning, kolsyra, högre alkoholhalt, jäs länge på fine lees, tillsätt tanniner (extrakt, the, bärvin). Tillsats av tanniner anses dock sällan vara lyckat i cider. (°Brix) 10–12 eller högre ger fylligare smak.

För att öka komplexiteten: Jäs längre på Lees [?]. Vildjäsnings? Längre lagring?

Part VII

Osorterat

Information som ännu ej sorterats in i specifikt avsnitt.

19 Att sortera

Part VIII

Quarto

20 Style

[Quarto](#) was used to produce this website. here are some examples of what can be done.

20.1 Crossrefs

Crossref chapter (tagged sec- on level 1 heading): Chapter [2](#)

Crossref section (tagged sec- on level 2 heading): Avsnitt [2.2](#).

Crossref Appendix (tagged sec- on level 1 heading): Appendix [A](#)

Crossref sub section: Avsnitt [2.2.1](#) Note: Seems to work even though subsection numbers are not shown.

Link: [Cider Workshop on Google groups](#)

20.2 Notes on quarto

Did you know you can ignore files by setting a .quartoignore file?

Crossref: Avsnitt [17.1](#)

20.2.1 R

<https://quarto.org/docs/computations/r.html>

- You can control how data frames are printed by default using the df-print document option
- Install quarto-mode and Enable poly-quarto-mode in markdown buffer to get ess functionality, code highlighting etc

20.3 Org to markdown

In terminal:

```
pandoc --from=org --to=gfm org-mode-file.org >
markdown.md ## Emacs markdown mode
```

<https://github.com/jrblevin/markdown-mode>

20.3.1 Table editing

var	value	category	note
a	1	A	One
d	4	D	Four
b	2	B	Two
c	3	C	Three
e	5	E	Five

TAB : Jump

S-TAB : Jump backwards

C-c arrow : Moves row/column

C-c S-arrow : Edit (add, delete) row/column

-up : Delete row

-down : Add row above

-left : Delete col

-right : Add col left

C-c C-c ^ - Sort rows by pecified column. Prompts for column number and sort method (alphabetical or numerical, optionally in reverse).

C-c C-c | - Convert region to table. Attempts to recognize comma, tab, and space separated data.

C-c C-c t - Transpose table at point.

C-c C-s t (markdown-insert-table)

Test convert: hello, this, is my, attempt, at writing, a, csv

20.3.2 Other useful markdown things

Indentation: <https://docs.newrelic.com/docs/style-guide/structure/styleguide-markup-indentation/>

20.3.2.1 Markdown lists

Use four spaces to indent nested list to get automation:

1. One
 1. a
 2. b
2. Two

20.4 Heading 2

Text and footnote

1. **Plockning och gallring.** Vanligen rekommenderas att man plockar mogen men ej övermogen frukt. Ruttna (illaluktande) frukter gallras bort. Fallskador som är relativt färska är inget problem. Är du osäker kan du skära bort en bit. Smuts sköljs bort. Stjälkarna kan sitta kvar.
2. **Krossning och pressning.** Äpplena rives (med äppelkvarn) eller krossas (tex i en hink med hjälp av en stör) till en grov massa. Maler man dem för fint kan det bli en gele som är svår att pressa. Fruktmassan blir snabbt brun men det gör ingenting. Använd en fruktpress för att få fram must. Grovsila därefter musten om det kommit med bitar.
3. **Justering av musten.** Mät sockerhalten och tillsätt eventuellt socker så att SG blir 1040 till 1070 (Tumregel: 30g socker per liter ökar SG med 10). Tillsätt eventuellt pektolas (~1 ml till 4L) för att slippa strimor av pektin i den färdiga cidern. Tillsätt eventuellt äppelsyra⁹ för att sänka pH om det är >4 (för att motverka skadliga mikroorganismer).

Quote text here

⁹ Äppelsyra (malat) kan vara krångligt att få tag på. Använder du citronsyra (citrat) riskerar det att bli dålig smak när den malolaktiska jäsningsen sker. Vinsyra (tartrat) kan användas, men kan ge kristallutfällning i flaskan (vilket kan förebyggas genom koldstabilisering). Ett alternativ är att landa in äpplen/must med lågt pH.

20.5 Markdown table

See Tabell [20.2](#).

Tabell 20.2. Fruit prices

fruit	price
apple	2.05
pear	1.37
orange	3.09

Note: This table has “bordered” property.

20.6 Markdown table in margin

See Tabell [20.3](#).

Tabell 20.3. Fruit prices

fruit	price
apple	2.05
pear	1.37
orange	3.09

Note: This table works but gives warning: “FloatRefTarget elements should not be the only content in a div with column classes. This will not render as expected. Consider moving the floatref targets to their own divs and using the `offset` attribute.”

A citation[22]

20.7 Knitr table

See Tabell [20.4](#).

Tabell 20.4. Cars

speed	dist
4	2
4	10
7	4
7	22
8	16
9	10

PROBLEM: This table gives error. MWE works, so probably clashes with yaml options. Very curiously, the same error in MWE when citation-location: margin is enabled, but in the book, removing this does not fix the error. However, when adding a citation (!) to the document, the r code for producing a kable table does not give an error. Dont know how to explain this. SOLUTION: 1) include a citation (!) AND 2) disable citation-location: margin

NO HACK: To remove stripes. 1) use html > html-table-processing: none in yaml. AND 2) add to css tr.odd background-color AND 3) use output: asis. DOES NOT WORK (only adds color over the stripes

NOTE: Should probably try to use GT, seems to have a workaround.

20.8 Grid table

How to crossref grid tables? Maybe put in a labeled div.

Tabell 20.5. Sample grid table.{#tbl-gridt}

Fruit	Price	Advantages
Bananas	\$1.34	<ul style="list-style-type: none"> • built-in wrapper • bright color
Oranges	\$2.10	<ul style="list-style-type: none"> • cures scurvy • tasty

20.9 Footnotes

Here is a footnote reference,¹⁰ and another.¹¹

This paragraph won't be part of the note, because it isn't indented.

20.10 Margin Figures

See Figur [20.1](#).

20.11 Image

Se Figur [20.2](#).

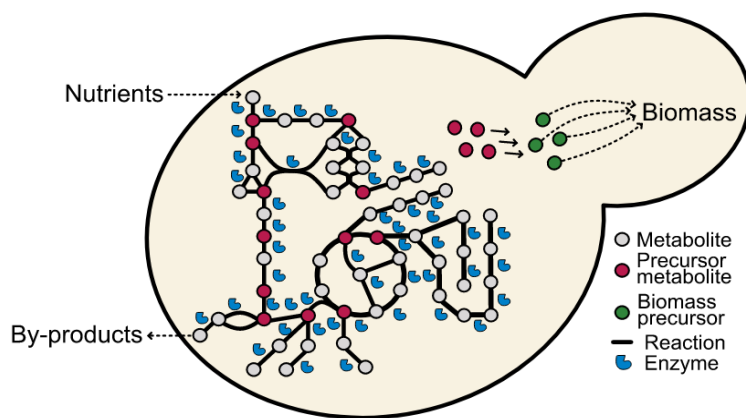


Figure 20.2. Yeast metabolic network

Using symlink to images in root dir.

20.12 Arbitrary Margin Content

You can include anything in the margin by places the class `.column-margin` on the element. See an example on the right about the first fundamental theorem of calculus.

¹⁰ Here is the footnote.

¹¹ Here's one with multiple blocks. Subsequent paragraphs are indented to show that they belong to the previous footnote.

```
{ some.code }
```

The whole paragraph can be indented, or just the first line. In this way, multi-paragraph footnotes work like multi-paragraph list items.

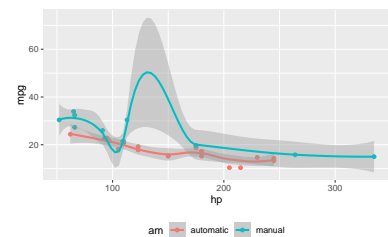


Figure 20.1: MPG vs horsepower, colored by transmission.

We know from *the first fundamental theorem of calculus* that for x in $[a, b]$:

$$\frac{d}{dx} \left(\int_a^x f(u) du \right) = f(x).$$

20.13 Asides

Asides allow you to place content aside from the content it is placed in. Asides look like footnotes, but do not include the footnote mark (the superscript number).

This is a span that has the class **aside** which places it in the margin without a footnote number.

20.14 Lists

- unordered list
 - sub-item 1
 - sub-item 2
 - * sub-sub-item 1

1. ordered list
2. item 2

- i) sub-item 1
 - A. sub-sub-item 1

- ☐ Task 1
- ☒ Task 2

- (1) A list whose numbering

continues after

- (2) an interruption

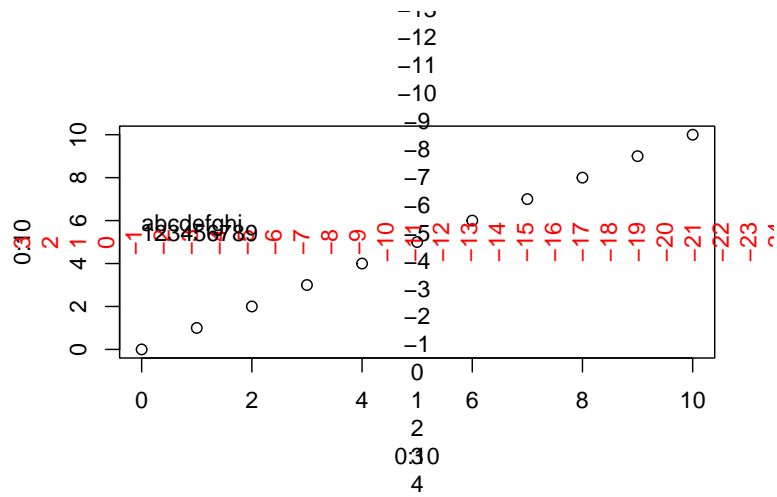
term definition

20.15 Math

Math: <https://qmd4sci.njtierney.com/math>

20.16 Base R

Number of lines in plotting area:



```
[1] 0.778
```

```
[1] 0.778
```

```
[1] 0.1414545
```

```
[1] 1.972394
```

Part IX

Annat

21 Päroncider

Kallas "Perry" i UK.

Päron betar sig litet annorlunda än äpplen när man gör cider:

- Vissa päron innehåller mycket acetaldehyd, vilket binder svaveldioxid och gör svavling ineffektivt. Därför behövs högre koncentration SO₂ för att uppnå samma effekt som i äppelmust (tumregel: lägg på 50 ppm vid svavling före fermentering).
- Många päron innehåller mycket citrat, vilket kan omvandlas till acetat (vinäger) vid malolaktisk jäsning (görs av vissa sorters laktobaciller som tar över efter huvudjäsningsen). Man vill därför undvika sådan malolaktisk jäsning. Päron med lägre syrlighet och senare mognad kanske oftare har lägre citrathalt.
- Pärontanniner kan ge överdriven bitterhet och försvåra klarning. Maceration 4h halverar tanninerna.
- Dessertpäron vanligen låga i tanniner, och vissa av dessa har oönskade aromer
- Päronjuice kan innehålla icke-fermenterbara sockerarter (sorbitol). Drycken får då en viss kvarvarande sötma även efter att den jäst klart men det försvårar att avgöra huruvida den jäst färdigt (SG stannar på en högre nivå).
- Päron har i allmänhet lägre syainnehåll (?), vilket kan ge grogrund för patogener och malolaktisk jäsning.
- Vid pastörisering krävs i allmänhet högre PU för päron än äpple(?). Kanske pga högre pH?

Principles and practice of Perry Making: http://cider.org.uk/Principles_and_Practice_of_Perry_Making.pdf

- Vissa päron innehåller mycket acetaldehyd, vilket binder svaveldioxid och gör det ineffektivt.
- Många päron innehåller mycket citrat, vilket kan omvandlas till acetat (vinäger) vid MLF (vissa sorters laktobaciller)

- Pärontanniner kan ge överdriven astringency och försvåra klarning. Maceration 4h halverar tanninerna.
- Pär juice kan innehålla icke-fermenterbara sockerarter, försvårar att avgöra huruvida den jäst färdigt
- Dessertpäron vanligen låga i tanniner, vissa har oönskade aromer

Blending vid bulk storage, före slutlig klarning, för att undvika senare fällningar.

“Acetification in perries is nearly always to do with anaerobic breakdown of citrate by lactic acid bacteria and has nothing to do with oxygen and acetobacter” [AL] “SO₂ is the simplest remedy, and can be used initially during fermentation and again during storage. Pasteurisation is another possibility.”

“I made tests about this a few years ago, adding 0, 20, 40, 60 and 80 ppm of SO₂ at bottling and to my surprise, the bottles that had more SO₂ also had more sparkle. The explanation that I can think is that with the SO₂, competition was eliminated and yeast could use all the nutrients available.”
Claude

“As Claude says, any normal wine yeast will work in the presence of small amounts of sulphite (say 50 ppm depending on pH)” Remember some yeasts like EC1118 (widely used for sparkling wines) are actually SO₂ producers and may therefore inhibit LAB all by themselves. The sensitivity of LAB to SO₂ is very different to that of yeasts. In general, most LAB (excepting *Oenococcus oenos*) are very sensitive to SO₂, even if it is bound (unlike yeasts which are only sensitive to free SO₂). And the spoilage organisms giving you the problem are more likely to be *Lactobacilli* than *Oenococcus*. So it should be possible to use SO₂ to control the LAB and acetification, while also allowing secondary yeast fermentation to take place. If you don’t sulphite the original juice, then I would probably suggest sulphiting the perry in bulk once the yeast fermentation is all finished, to prevent the development of LAB in store. You can then start the bottle conditioning a little later (with added sugar and \pm added yeast) and with less risk of LAB developing in bottle.

“My guess is “tannin” especially if you use high tannin perry pears. The idiosyncratic behaviour of pear tannin is quite

well known and has been covered on this Workshop before if you search the archives. Sometimes the tannin forms a clot, sometimes an intractable haze, and sometimes it is deliberately removed by maceration prior to fermentation in order to reduce it. It can re-appear in bottle many months after you think it's gone away.” <https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/s7T95jhhV4Q/m/ETEBdvEbAQAJ>

post-fermentation blending may cause hazes if the varieties are not compatible. He says one may have 2 perfectly clarified perries, and after blending them the perry may become hazy. He suggests to make tests on small quantities before proceeding with such a blend.

En del om perry: https://www.homebrewersassociation.org/attachments/0000/4800/Exploring_Cider-Gary_Awdey.pdf

21.1 Päronsorter

Fråga MArkCider om ciderpäron? <https://markcider.se/om-markcider/>

22 Frukttvin

22.1 Principer

Most yeast strains can tolerate an alcohol concentration of 10–15% before being killed.

“Total acidity and volatile acidity are important quality determinants of wines. Moreover, in this respect, the obtained fruit wines fall within satisfactory limits (Table 1), with the total acidity of the wine, expressed as malic acid, being in the range from 3.5 g/L to 9 g/L, while the volatile acidity, expressed as acetic acid, did not exceed 1.3 g/L [25]. The acid content significantly affects the taste of wine, giving it a refreshing character and reducing perceptible sweetness. A suitably low pH value is also crucial for the color stability of red fruit wines rich in anthocyanins, and it also prevents the oxidation of phenolic compounds. The higher acidity of wines also provides an antimicrobial effect [26].”

Spännvidd äppelvin:

- TA (malatekvivalenter): 3.5-9 g/L
- TPC: 50-60 mg/L? (0.6%)
- Volatila syror (acetatekvivalenter): <1.3 g/L
- Glycerol ~9 (5-20) g/L?

22.1.1 Sockerhalt vid start och slutjäsning

“Normally you would want a starting specific gravity between 1.070 and 1.100 for wine.”

Sockerhalten vid start bör vara SG 1.070 till SG 1100 (ABV 10-15%). Kan således vara lämpligt att sikta på 1090.

Slutlig SG efter färdigjäsning kan vara 0.990-1.000. Det betyder att buteljering vid 1.000 riskerar att ge flaskbomber eller

i alla fall en överdrivet bubblig dryck. Därför rekommenderas slutjäsningstest.

“Start Gravity should be 1.070 (normal finished ABV will be 10.5%) to 1.090 (normal finished ABV will be 13%). Finish Gravity should be 0.990 (for dry wines) to 1.005 (for sweet wines). Normally you would want a starting specific gravity between 1.070 and 1.100 for wine. Just try to keep your wine’s starting specific gravity above 1.075. 1.09x is a good place to start, I shoot for 1.092 to 1.094” aim for 90-100? FG: 1.0000-0.996. 0.990?

Önskas ett sött vin kan tillräckligt med socker tillsättas så att socker finns kvar när jästen hämmas av alkoholhalten. De flesta jästsorter klarar alkoholhalt upp till 10-15%. Således kan man beräkna mängden socker som behövs för att uppnå 15% alkohol (SG 1.100-1.110 beroende på om man räknar med slutlig SG 0.99-1), torrjäsa drycken, och sedan tillsätta socker för sötning.

22.2 Frukttvin från olika bär

22.3 Fläderbär

Hög halt tanniner. Ger rödvinsliknande dryck. Vinner på lång lagring (minst 1 år).

Säkerhet: Ffa stjälken och i viss mån gröna bär innehåller cyanid. Bör därför tas bort. Vissa rekommenderar att sedan koka bären (långsamt 20 min) för att ta bort cyaniden, men oklart om det behövs.

Krossning: Kan vara svårt att krossa små bär?

Ev köld-maceration?

En del håller het socker-vattenlösning över bären

Om bären/skalen får vara med i början av jäsningen ökar sannolikt tanninhalten (tex 2v)

“When too few berries are used, the wine is thin and unlikely to improve. When too many berries are used, the tannins and other flavor constituents may overpower the palate and require dilution, blending or prolonged aging to mellow.

Between these extremes are wines that often offer exceptional enjoyment. These wines accept oak well and small amounts (3–7%) blended into lesser grape wines often improves them considerably.” <https://winemakermag.com/article/841-elderberry-wine> [Bra sida]

“The composition of elderberries is complex. They contain 7.5% sugars, mostly sucrose, glucose and fructose. Citric acid is the most abundant acid, but they also contain malic, shikimic and fumaric acids. They also contain 3% tannins, at least three flavonoid glycosides and several anthocyanin glycosides and diglycosides. Elderberries exhibit up to 34 identified aroma compounds. The berries are rich in vitamin C, and contain lots of anthocyanins, which are antioxidants. They are also a good source of vitamins B1, B2 and B6 and contain the anti-inflammatory agents ursolic and oleanolic acids.”

some but not all elderberries may emit a greenish substance during fermentation. This goo coats the walls of your primary vessel and defies conventional clean-up strategies. It is referred to by various unkind names, but “elderberry goo” or “gunk” a The goo cannot be cleaned with water or soap or cleansers or solvents or spirits. However, it is easily cut with vegetable oil and cleanly wiped from the primary. The oil is then washed away with a liquid soap containing a degreaser. Rinse well and then sanitize with sulfite solution.

As the fruit matures, it begins to droop, and when inverted they are absolutely ready to harvest. However, you may have to harvest a bit earlier if you don’t have the plants netted and birds begin claiming the crop.

Uppvärmning til 82C för att bli av med cyaniden?

Observationer Fläderbär: Gröna: Små, omogna. Sällas bort av vatten (flyter) Rödgröna: Större. Syrliga. Sjunker Vinröda: Något syrliga, ganska goda. Svarta: Låg syra, låg beska. Russin: Sjunker. Ingen smak alls. Några är mer övermogna och har antydan av dålig smak.

Obs innehåller citrat, så risk för acetifiering vid MLF? Svavla?

22.3.1 Plockning

SÄKERHET

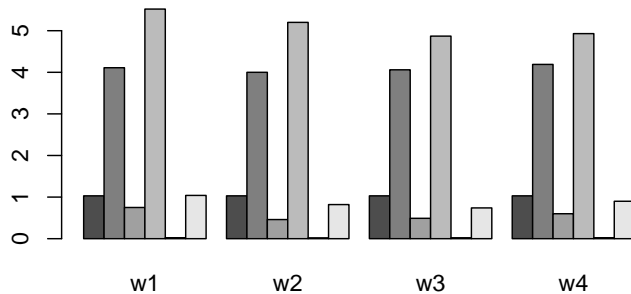
Tänk på att skilja äkta från falsk fläder. Den falska flädern har röda bär och är giftig.

Äkta fläder innehåller cyanid (cyanogena glykosider), främst i bladen, stjälkarna och i viss mån i omogna (gröna) bär. Dessa kan ge magsmärtor, illamående, och kräkningar. Nivåerna även i omogna bär är dock låga och orsakar troligen inga besvär om de konsumeras [cite: 24]. Det är alltså starkt rekommenderat att plocka bort stjälkar och blad. Som försiktighetsåtgärd kan man även rensa bort gröna bär. Vill man vara ännu försiktigare kan man värma upp musten något, och eftersom eventuell cyanid är flyktigt försvinner det då.

“Cyanide is very volatile (evaporates at slightly above room temperature)” Cyanogenic Glycoside Analysis in American Elderberry: “Concentration levels in all tissues were generally low and at a level that poses no threat to consumers of fresh and processed AE products.”

Plocka bären när de är ordentligt mogna. Bären på ett träd mognar vid olika tillfällen, och kan variera både mellan klasar och inom klasar (beroende på när de blommat). En strategi kan vara att lämna klasar som har omogna bär i sig. Övermogna bör blir russinlika, men smakar ingenting så kan tas med.

Frysning av bärklasarna gör det enkelt att sedan lossa bären från dem. Särskilt om du plockar fläderbär då och då kan det vara smart att samla klasarna i påsar i frysen. När du samlat tillräckligt, gnugga klasarna initi påsarna så lossnar de flesta av bären. Rensa sedan bort stammarna noggrannt.



22.3.2 Recept fläderbärsvin

Mitt recept:

- 1 kg bär
- 1 kg vatten (1-2.3 kg i olika recept). Troligen lämpligt att ta 1.5-2 kg för att få viss volym.
- Socker 300-450 g per liter vatten (?). 450 g/L vatten (SG 150) torde ge SG kring 90 när det blandas med lika del must.
- Pektolas (valfritt)
- Jäst som klarar hög socker/alkoholhalt
- Jästnäring. Kanske inte behövs. Vid test jäste musten från SG 100 till 0 på några dagar i 15C och aktiviteten fortsatte.
- SO2 40 ppm (valfritt men kan vara bra för att hindra MLF)
- Syratillskott (vinsyra, äppelsyra, citronsyra?). Valfritt men pH vid test var 3.8 så syratillskott kan vara lämpligt. Citronsyra kan ge acetifiering vid MLF men finns redan i fläderbär.

Gör såhär:

- Krossa. Funkade bra att krama sönder med händerna.
- Enl vissa recept värms bären/musten. Uppvärmning till tex 63C i 20 min ger sannolikt pastöriseringseffekt om det önskas. Uppvärmning kan ge bättre extraktion av färgämnen och minska örttoner (gröna smaker). Det

tycks också minska volatila syror något. Därutöver tar det bort eventuell cyanid och underlättar mustningen. Ett alternativ kan vara att koka upp vattnet och hålla över bären.

- Tillsätt vatten och socker.
- Pektolas
- Svavla med 40-50 ppm SO₂. Vänta sedan minst 24h utan lock men med duk över för att svavlet skall dunsta
- Tillsätt jäst som rehydrerats enl förpackningen
- Tillsätt ev Jästnäring
- Rör om dagligen. Alternativt använd nätpåse som sänks i musten.
- Efter 1v (3-14d i olika recpt) sila bort bären. Låt massan droppa av men pressa ej (varför?). Massan kan omjäsas till en ripasso.
- Tappa om, fyll upp, ev svavling?, sätt på jäsrör
- Färdigjäs till SG xx
- Mogna 3-4 mån i mörkt utrymme (bevarar färgen)
- Buteljera, eventuellt med tillsatt svavel tex 20 ppm.
- Flaskmogna minst ett år i mörkt utrymme

FLÄDERBÄRSVIN RECEPT 2

1.5 kg rensade bär 1 kg socker (Alt sikta på SG 100) 3.5L vatten 2 tsk acid blend 1 tsk jästnäring 1/2 tsk pektolas SO₂ Vinjäst som klarar hög socker/alkoholhalt

Variant:

<https://homebrewanswers.com/elderberry-wine-recipe/>

22.3.3 Noter

Vilken jäst: <https://www.winemakingtalk.com/threads/which-yeast-for-elderberry.45889/>

Enl visaa recept Maceration ("cold soaking") med pektolas och SO₂. Lagring: Ek?

enl vissa sockerlag kokas och hållas över bären. Låt då svalna innan jästen tillsätts.

Justering: Brix mål 25 (21-27)

Bär vatten 1:2.3 - 1:0.6 så ratio 1 kg bär och 0.5 till 2 kg vatten verkar rimligt. Kan vara bra att spara en del av vattenmängden för att tillsätta resterna?

5 kg bär + 3L vatten Rör om dagligen alt använd nätpåse som sänks? Omtappa efter 1-2 veckor, låt då resterna droppa ur men pressa ej. Lagra >1å

Upp till 4.5 kg vatten (2 kg i något recept, 0.6 i något, dvs range adderat vatten 60-200% av bärens vikt. Någon nämner att fläderbär har mycket smak och anger 1-3 L vatten per kg bär. Vill man ha vinet för blandning kanske bättre att ha kraftigare vin? Skall man ompressa och lägga ihop se till att den första inte blir för tunn? Att toppa med sockervatten vid första omtappningen är ju också en fördel att kunna göra. Därför troligen lämpligt att ta en liten eller måttlig spädning i början.)

Hur mycket socker? 1 kg socker (i något recept 0.5 kg socker, i ett annat 0.6), beror på hur mkt vatten man har i. 1 kg var till 4.5 kg vatten per kg bär?

[1] 95

[1] 450

Testat:

Not 2024: XIII: Fläderbär, mosade 4 L. Vatten ca 3L. Sötades till SG 100. Restsatsen efter omtappning dag 4 (13 okt) blev ca 2.5 L bär och 1.5L saft, dvs ungefär ursprungliga volymen bärmos. + 1L sockervatten med SG 80. Jäste snabbt på 4 dagar till sg 0 med fortsatt aktivitet.

22.3.4 Artiklar

“To the best of our knowledge, only three articles on elderberry wine have been published so far. Schmitzer et al. (2010) focused on chemical composition, some individual phenolic compounds and antioxidant activity. On the other hand, in the work of Rupasinghe and Clegg (2007), elderberry wine was analyzed for total phenolic compound content, antioxidant activity and elemental analysis, while Elez Garofulić et

al. (2012) carried out analyzes of the total phenolic content and sensory properties.” [cite: 25]

“Techniques in Home Winemaking by Pembranchi is authoritative, but hits like a college level textbook and is organized as such rather than in a technique-application-recipe format, so you kinda have to have a specific technical query in mind to pick through it.”

22.4 Rönnebär

The Chemical Composition of Rowanberries (dried): <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10536293/> Compositional diversity in fruits of rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) genotypes originating from seeds [cite: 26]

Se även:

MIKULIC-PETKOVSEK, M., J., SAMOTICHA, K., ELER, F., STAMPAR, R., VEBERIC (2015): Traditional elderflower beverages: a rich source of phenolic compounds with high antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 63(5):1477-1487.

MIKULIC-PETKOVSEK, M., B., KRSKA, B., KIPROVSKI, R., VEBERIC (2017): Bioactive components and antioxidant capacity of fruits from nine *Sorbus* genotypes. *J. Food Sci.*, 82:647-658. [cite: 27]

	parameter	unit	mdn	min	max
	<char>	<char>	<num>	<num>	<num>
1:	Malic	g/100g	21.0	17.51	26.22
2:	Citric	g/100g	4.6	2.25	7.15
3:	Tartaric	g/100g	1.6	1.15	2.04
4:	Glucose	g/100g	39.0	36.11	48.45
5:	Fructose	g/100g	32.0	25.82	39.56
6:	Sorbitol	g/100g	23.0	18.25	27.18
7:	Sucrose	g/100g	2.0	1.04	2.87
8:	Vitamin C	mg/100g	32.0	25.60	40.20
9:	Total phenolic content	GAE/100g	150.0	123.00	189.00
10:	Total anthocyanin	mg/100g	29.0	18.00	57.00
11:	FRAP mM TE/100g		5.0	3.36	6.92

[1] 0.0015

22.4.1 Recept rönnbärsvin

RÖNNBÄRSVIN

Källa: Modifierat från [28].

- 1 kg rönnbär, krossas/mixas
- 1.5 kg vatten (möjligen mindre för att undvika att den blir tunn??)
- 0.2 kg socker (behövde sötas med ca 120 g/L för att nå SG [100?]). Ev koka sockerlag av vatten + socker.
- 1 citron (zest + juice), alt tartrat 1g/L??, Beräkna 1/2 tsk vinsyra per kg bär eller liter saft. 1 g vinsyra motsvarar 1 krm. Används för att justera syran i viner på frukt och bär. 10 gram per 10 liter vin höjer syranivån med 1 gram per liter
- Pektolas
- Jästnäring
- Jäst
- SO2 (valfritt). Vänta då 24h innan jästen tillsätts.

Tag 1 kg vatten för att ha utrymme att späda senare om sockernivån blir för hög?

Rör om dagligen i 1 vecka. Omtappa sedan. Sila av moset?

Omtappa var 4:e månad tills färdigjäst.

Lagra > 1å

Not: Blev mycket bärmassa som flöt upp efter 3 dagar, svårt att omtappa. Så troligen bra att ha viss mängd vatten och blanda om regelbundet snarare än omtappa för tidigt. Jäsningen hade ej heller startat. Kanske jästen fångats i pektinet som flöt upp med bären??

22.5 Plommon

Kan sakna fyllighet, så ibland görs det med russsin tillsatt, men det behövs troligen ej om stor andel plommin används.

Kan ta lång tid att klarna. Använd dubbel dos pektolas? Omtappa x flera.

Mogna 6 månader och smaka, därefter ev 6 månader till eller upp till flera år.

För ett sött vin kan mer socker användas och hälften tillsätts då efter ca 30 dagars jäsnings.

- 1 kg plommon
- 0.25 kg vatten
- 0.25 kg socker (600g eller mer om sött vin önskas)
- Pektolas
- Syra
- Tannin (russin, tanninpulver)

Gör såhär

- Tag ur kärnor och hacka frukten
- Häll över kokande vatten
- tillsätt sockret
- Låt svalna
- Tillsätt jäst, pektolas, jästnäring, tannin
- Extrahera 1v, rör dagligen.
- Omtappa varje månad tills det klarnar och sedan ytterligare en gång vid buteljering.
- Flaskmogna minst 6 månader.

22.6 Körsbär

1 kg bär 1.5 L vatten Syra, tannin, pektolas Socker

Krossa bären utan att krossa kärnorna Extrahera en till två veckor Omtappa efter ytterligare två veckor och därefter två gånger med två månaders mellanrum

22.7 Svartvinbär

“Black currants have a pretty tough skin and must be crushed, heated or broken down with a food processor (on lowest setting) in order to extract the very flavorful juice.” “Both raisins and bananas are used to increase body.”

1 kg bär 3-4 kg vatten 0.75 kg russin 2 kg bananer Socker Syra, tannin, pektolas Extrahera 3d Omtappa var 30:e dag Kyl 3-5d innan buteljering Lagra upp till 3å

22.8 Rabarber

Oxalat balanseras (minskas?) med Kalcium. Extrahera 3d. Köldstabilisera 30 d. Bra för blending. Kan drickas direkt.

22.9 Hagtorn

Ca 3 L något övermogna hagtornsbär plockades efter frost 241023 från grannens häck (se bilder). Bären var mjöliga, sötma 3-4, beska 2, syra 2, arom 2. Målsättningen var att bevara så mycket tanniner som möjligt för att kunna blanda med cider.

Tips: Vill man gallra bort kärnorna kan det göras när man överför mot samlingkärl till jäskärl, eftersom kärnorna sjunker till botten och resten flyter.

Eget recept, improviserat:

- 1 kg hagtornsbär
- 1.5 kg vatten (troligen öka detta då det blev väldigt mycket kraft som fyllde kärlet och litet vätska under, men får prova hur stark aromen blir efter extraktion?)
- 1 dl ren etanol (valfritt, underlättar troligen extraktion av tanniner)

3L gav 2 kg rensade bär. Dessa mosades enkelt med potatisstomp. 1 kg/kg vatten tillsattes, samt 5% alkohol. Massan extraherades i mikro 500W i 12 min (vilket gav temp ca 50C). Rör om efter halva tiden. Tillsatte sedan resten av vattnet (totalt 1.5 kg/kg). Lät svalna och tillsatte sedan socker och jäst (71B). Hålldes i två st 5L glasburkar. Efter omtappning blev det ca 2.5L.

Extraktets egenskaper (avsilat): pH 3.7, SG 1.022 (med vatten tillsatt). Sötades till SG 92. Färgen rödorange, grumlighet 2, beska 3, strävhet 2-3, syra 2, sötma 2, arom 3 (hagtornssmak).

Adderade SO₂ (150 ppm). Ev bör man ha mer för att bättre hämma laktobaciller med tanke på höga citratnivåer?

Adderade pektolas.

Not: Råkade tillsätta Lalvin 71B (innan SO₂ så den kanske hämmas), men EC1118 är nog bättre då den antagligen ej reducerar malat lika mycke

22.10 Aronia

Bären svarta, lättplockade, hög strävhet, medel syra och medel sötma. Smaken en aning men inte mycket varierande mellan olika sorter.

8L bär plockades efter första frost. Sköljdes och rensades enkelt från enstaka russin (dessa smakade dock inget alls) och dåliga bär (veldig få). Mosades till ca 5.5 kg mos med potatisstomp. Saften mycket mörkröd och starkt färgande, SG 70, hög strävhet, medel syra och sötma. Sparsamt med små kärnor. pH gick ej att mäta med remsa pga kraftig infärgning.

Obs! Saften är starkt infärgande. Exempelvis färgas köksbänken permanent om den ej torkas av genast.

- 1 kg bär
- 1.5 kg vatten (kokhett, 1 kg/kg ger temp 50C på musten, troligen lämpligt att tillsätta 1.5 kg kokhett och 0.5 kg rumstempererat vatten för optimal extraktionstemperatur)
- Ca 500 g socker (520 g/L must gav SG 90)
- Pektolas
- SO₂ 50 ppm
- Jäst

Efter att ha svalnat till rumstemperatur tillsattes pektolas och musten svavlades enligt ovan och fick stå ett dygn innan det späddes ånyo till totalt 1.5 kg vatten per kg mos.

Jäsning på skal 1v?

Ripasso?

Aroniamarmelad

1L bär, mosades lätt för att ge litet saft i kastrullen 2.5 dl vatten (troligen räcker mindre, för kortare koktid) 5 dl socker 1 citron, saft + yttre skalet

Kokades en längre stund. Blev en fast, ganska lagom söt marmelad med en del citronsmak. Litet mer syrka skulle nog vara bra, kanske ta två citroner?

22.11 Iscider

<https://drive.google.com/file/d/15HFs2TvGbEf58nrCpT4OLwGyTCSbygzS/view>

23 Äppeljuice

Jässtopp:

Kaliumdisulfit 0.1-0.2 g/L (motsv SO₂ ppm 50-100) Kalium-sorbat (1 msk = 7g, 1 tsk ~2g) 0.1-0.2 g/L

Ripasso 3L (?) + 1 stor citron (saft + skalstrimlor) + 1 msk socker blev gott.

A Tabeller

Här finns mer utförliga och detaljerade tabeller samt en del figurer.

A.1 Äppelsorter

Data från: SLU, mm

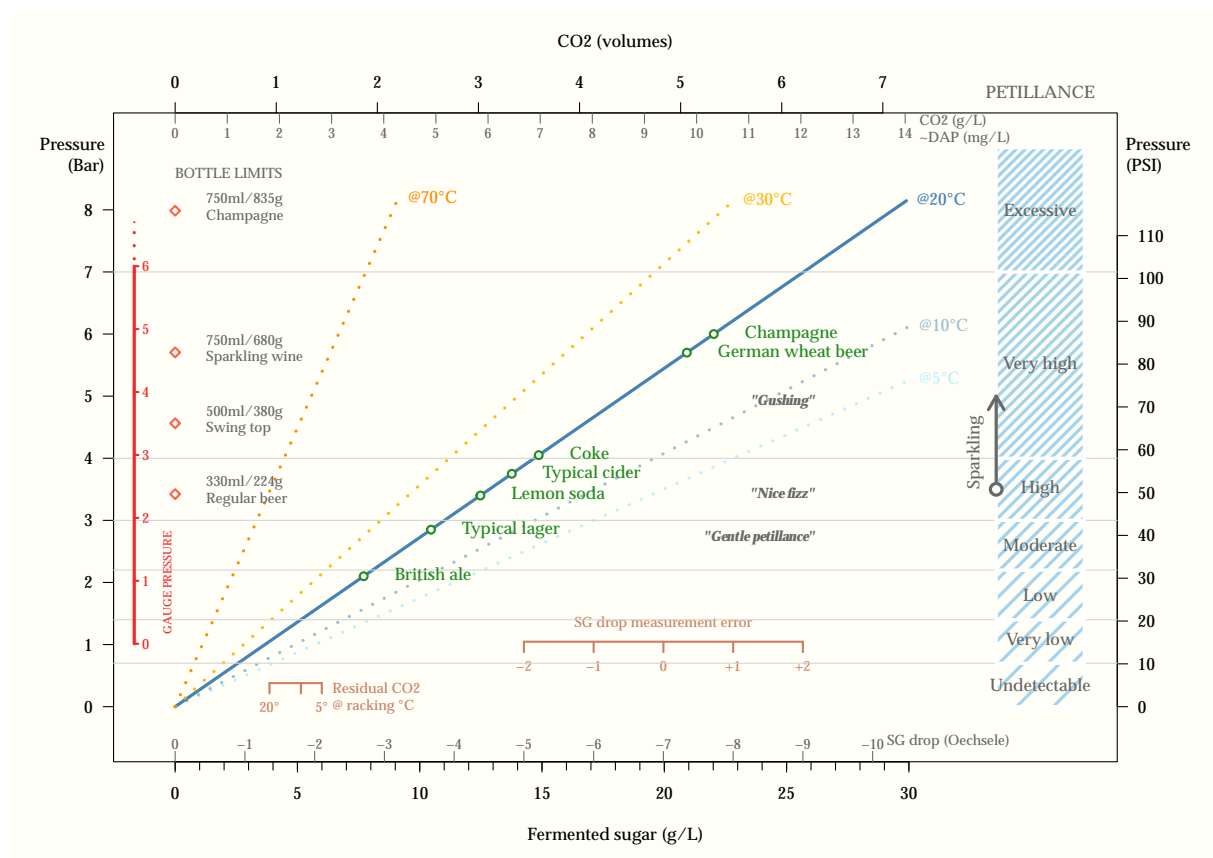
Tabell A.1. Äpplen och deras egenskaper (must)

	Sort	SG	TA	Fenoler	Kategori
1	Muscadet de Dieppe	56	4.2	6.030	bittersweet
2	Harry Masters	57	2.9	4.640	bittersweet
3	Fiona	57	8.3	4.420	bittersharp
4	Frequin Rouge	43	2.9	4.400	bittersweet
5	Foxwhelp	51	17.1	4.000	bittersharp
6	Jane	45	2.1	3.610	bittersweet
7	Brown Snout	65	3.6	3.320	bittersweet
8	Three Counties	55	2.3	3.270	bittersweet
9	Angela	48	9.4	2.430	bittersharp
10	Vilberie	59	3.2	2.350	bittersweet
11	Harry Masters	65	3.2	2.180	bittersweet
12	Prince William	56	1.9	2.180	bittersweet
13	Dabinett	61	1.4	2.140	bittersweet
14	Lizzy	47	4.4	1.690	sweet
15	Kingston Black	51	5.0	1.650	sharp
16	Sweet Alford	61	2.5	1.560	sweet
17	Yarlington Mill	65	3.0	1.450	sweet
18	Judeline	58	10.7	1.320	sharp
19	Browns Apple	58	7.9	1.210	sharp
20	Debbie	59	13.8	1.120	sharp
21	Belle de Boskoop	62	10.1	0.840	sharp
22	Coxs Pomona	50	5.8	0.750	sharp
23	Quinte	38	9.4	0.730	sharp
24	Bramley	50	12.6	0.690	sharp
25	Alice	47	8.6	0.680	sharp
26	Borsdorfer	64	6.9	0.680	sharp
27	Katja	48	8.3	0.680	sharp
28	Frida	57	8.7	0.670	sharp
29	Rubinola	56	7.8	0.640	sharp
30	Charlamovsky	42	10.2	0.630	sharp
31	Fredrik	55	8.5	0.620	sharp
32	Discovery	42	5.5	0.600	sharp
33	Spässerud	42	9.0	0.570	sharp
34	Ribston	48	11.9	0.566	sharp
35	Röd astrakan	47	9.6	0.560	sharp
36	Folke	49	8.7	0.550	sharp
37	Domö favorit	51	11.0	0.510	sharp
38	Veseäpple	42	7.4	0.500	sharp
39	Ingrid Marie	54	6.6	0.470	sharp
40	Frederick	59	14.3	0.470	sharp
41	Maglemer	46	8.0	0.450	sharp
42	Sävstaholm	46	7.2	0.440	sharp
43	Guldparmän	47	7.9	0.420	sharp
44	Fullerö	49 ¹⁴⁶	7.8	0.400	sharp
45	Vittsjö	36	10.2	0.400	sharp
46	Close	40	12.1	0.390	sharp
47	Filippa	52	9.4	0.390	sharp
48	Eva-Lotta	43	6.3	0.380	sharp
49	Stenkyrke	54	5.5	0.370	sharp
50	Vitgylling	47	11.2	0.370	sharp
51	Kim	50	8.1	0.340	sharp

B Figures

B.1 Carbonation

The figure below shows the effect of sugar, added at bottling, on bottle pressure and petillance.



Figur B.1: Carbonation

Figure in pdf format

Residual CO₂ already dissolved in the cider from fermentation should be added to the estimate, along with

any fermentable sugar left in the must unless completely stabilized.

Example:

Racking from the fermentation vessel at 20 °C will result in residual CO₂ corresponding to about 4 g/L sugar already present in the cider. If current SG is 1.001 (1 Oe) and final SG was estimated to 0.008, it means a potential SG drop of 0.003 (3 Oe), which corresponds to 8.5 g/L added sugar.

Summarized:

$4 + 8.5 = 12.5$ g sugar per litre

This “Pet Nat” gives a carbonation level slightly below a typical cider (~3.5 Bar at 10 °C serving temperature). If ~9 g/L sugar is added (resulting in a total of $12.5 + 9 = 21.5$ g/L), the cider will be champagne-like in petillance (6 Bar at 20 °C).

One might also need to consider potential measurement error from the hydrometer, both regarding current SG and the final SG measured in a test bottle. This might give a quite large discrepancy, although the measurement error can be reduced by multiple and sequential measurements.

B.2 Figure with more temperature lines

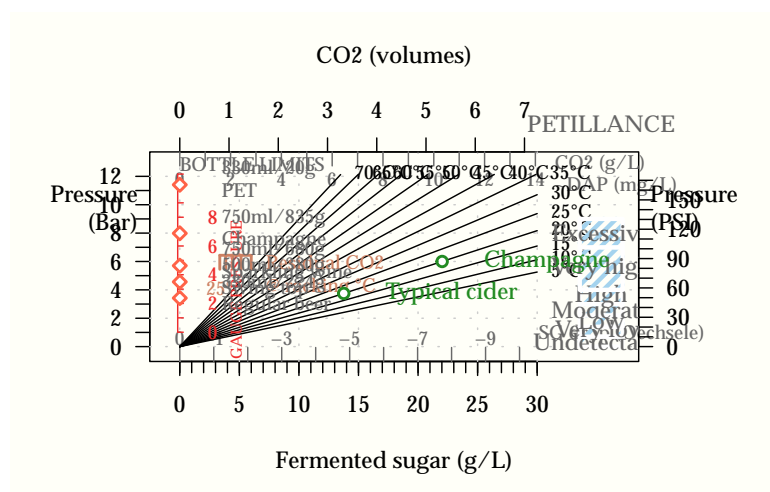


Figure in pdf format

B.3 Table with details

sugar_g	sg_drop	CO2_vl	bar_E	bar_P0	bar_P5	bar_P0	bar_25C
1	-0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
2	-0.7	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
3	-1.1	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
4	-1.4	1.0	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3
5	-1.8	1.2	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6
6	-2.1	1.5	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9
7	-2.5	1.7	1.2	1.4	1.7	1.9	2.2
8	-2.8	1.9	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5
9	-3.2	2.2	1.6	1.8	2.1	2.5	2.8
10	-3.5	2.4	1.8	2.0	2.4	2.7	3.1
11	-3.9	2.7	1.9	2.2	2.6	3.0	3.4
12	-4.2	2.9	2.1	2.4	2.8	3.3	3.8
13	-4.6	3.1	2.3	2.7	3.1	3.5	4.1
14	-4.9	3.4	2.5	2.9	3.3	3.8	4.4
15	-5.3	3.6	2.6	3.1	3.5	4.1	4.7
16	-5.6	3.9	2.8	3.3	3.8	4.4	5.0
17	-6.0	4.1	3.0	3.5	4.0	4.6	5.3
18	-6.3	4.4	3.2	3.7	4.3	4.9	5.6
19	-6.7	4.6	3.3	3.9	4.5	5.2	5.9

sugar_g	gl_drop	CO2_vl	bl_bar	B0Bar	P0Bar	P5Bar	P0Bar_25C
20	-7.0	4.8	3.5	4.1	4.7	5.4	6.3
21	-7.4	5.1	3.7	4.3	5.0	5.7	6.6
22	-7.7	5.3	3.9	4.5	5.2	6.0	6.9
23	-8.1	5.6	4.0	4.7	5.4	6.3	7.2
24	-8.4	5.8	4.2	4.9	5.7	6.5	7.5
25	-8.8	6.0	4.4	5.1	5.9	6.8	7.8
26	-9.1	6.3	4.6	5.3	6.1	7.1	8.1
27	-9.5	6.5	4.7	5.5	6.4	7.4	8.4
28	-9.8	6.8	4.9	5.7	6.6	7.6	8.8
29	-	7.0	5.1	5.9	6.9	7.9	9.1
	10.2						
30	-	7.3	5.3	6.1	7.1	8.2	9.4
	10.5						

sugar_g	gl_drop	CO2_vl	bl_bar	B0Bar	P5Bar	P0Bar	P5Bar_50C
1	-0.4	0.2	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
2	-0.7	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2
3	-1.1	0.7	1.1	1.2	1.4	1.6	1.7
4	-1.4	1.0	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3
5	-1.8	1.2	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9
6	-2.1	1.5	2.1	2.4	2.8	3.1	3.5
7	-2.5	1.7	2.5	2.8	3.2	3.6	4.1
8	-2.8	1.9	2.9	3.2	3.7	4.1	4.7
9	-3.2	2.2	3.2	3.7	4.1	4.7	5.2
10	-3.5	2.4	3.6	4.1	4.6	5.2	5.8
11	-3.9	2.7	3.9	4.5	5.1	5.7	6.4
12	-4.2	2.9	4.3	4.9	5.5	6.2	7.0
13	-4.6	3.1	4.6	5.3	6.0	6.7	7.6
14	-4.9	3.4	5.0	5.7	6.4	7.3	8.2
15	-5.3	3.6	5.4	6.1	6.9	7.8	8.7
16	-5.6	3.9	5.7	6.5	7.4	8.3	9.3
17	-6.0	4.1	6.1	6.9	7.8	8.8	9.9
18	-6.3	4.4	6.4	7.3	8.3	9.3	10.5
19	-6.7	4.6	6.8	7.7	8.7	9.8	11.1
20	-7.0	4.8	7.1	8.1	9.2	10.4	11.7
21	-7.4	5.1	7.5	8.5	9.7	10.9	12.2
22	-7.7	5.3	7.9	8.9	10.1	11.4	12.8
23	-8.1	5.6	8.2	9.3	10.6	11.9	13.4
24	-8.4	5.8	8.6	9.7	11.0	12.4	14.0
25	-8.8	6.0	8.9	10.1	11.5	13.0	14.6

sugar_g	sg_drop	CO2_vl	P_bar_50C	P_bar_55C	P_bar_60C	P_bar_65C	P_bar_70C
26	-9.1	6.3	9.3	10.6	11.9	13.5	15.1
27	-9.5	6.5	9.6	11.0	12.4	14.0	15.7
28	-9.8	6.8	10.0	11.4	12.9	14.5	16.3
29	-	7.0	10.4	11.8	13.3	15.0	16.9
	10.2						
30	-	7.3	10.7	12.2	13.8	15.6	17.5
	10.5						

sugar_g	sg_drop	CO2_vl	P_bar_55C	P_bar_60C	P_bar_65C	P_bar_70C
1	-0.4	0.2	0.7	0.7	0.8	0.9
2	-0.7	0.5	1.3	1.5	1.6	1.8
3	-1.1	0.7	2.0	2.2	2.4	2.7
4	-1.4	1.0	2.6	2.9	3.2	3.6
5	-1.8	1.2	3.3	3.6	4.0	4.5
6	-2.1	1.5	3.9	4.4	4.9	5.4
7	-2.5	1.7	4.6	5.1	5.7	6.3
8	-2.8	1.9	5.2	5.8	6.5	7.2
9	-3.2	2.2	5.9	6.6	7.3	8.1
10	-3.5	2.4	6.5	7.3	8.1	9.0
11	-3.9	2.7	7.2	8.0	8.9	9.9
12	-4.2	2.9	7.8	8.7	9.7	10.8
13	-4.6	3.1	8.5	9.5	10.5	11.7
14	-4.9	3.4	9.1	10.2	11.3	12.6
15	-5.3	3.6	9.8	10.9	12.1	13.5
16	-5.6	3.9	10.4	11.6	13.0	14.4
17	-6.0	4.1	11.1	12.4	13.8	15.3
18	-6.3	4.4	11.7	13.1	14.6	16.2
19	-6.7	4.6	12.4	13.8	15.4	17.1
20	-7.0	4.8	13.0	14.6	16.2	18.0
21	-7.4	5.1	13.7	15.3	17.0	18.9
22	-7.7	5.3	14.4	16.0	17.8	19.8
23	-8.1	5.6	15.0	16.7	18.6	20.7
24	-8.4	5.8	15.7	17.5	19.4	21.6
25	-8.8	6.0	16.3	18.2	20.2	22.5
26	-9.1	6.3	17.0	18.9	21.1	23.4
27	-9.5	6.5	17.6	19.7	21.9	24.2
28	-9.8	6.8	18.3	20.4	22.7	25.1
29	-10.2	7.0	18.9	21.1	23.5	26.0
30	-10.5	7.3	19.6	21.8	24.3	26.9

B.4 Details on method for figure and table

The assumptions and formulas below were used to compute data for the plot. Essentially:

1. Molar concentration of CO₂ was calculated from added sugar.

$$\text{CO2_M} = (\text{concentration of sugar} / \text{molar mass of sugar}) * 2 * \text{efficiency of fermentation} (\sim 0.96) [20]$$

2. A temperature dependent Henrys constant (kHT) was calculated.

$$\text{kHT} = (\text{kH} * \exp(2400 * (1/T - 1/T_{\text{ref}})))$$

3. Resulting pressure was derived.

$$\text{Pressure (bar)} = \text{CO2_M} / \text{kHT}$$

B.4.1 R code for main CO₂ estimation function

```
ferment <- function(x=10, input="sugar_gL", temp=20,
F=NULL, atm=NULL, ambient_CO2=0.105){ ## Cal-
culate effect of fermentation of glucose (CO2 produced,
pressure, etc) ## Can also be used in reverse fashion to
calculate eg sugar utilized to produce a certain amount of
CO2.
```

```
## Input variables -----
## x is value of the "input" variable (eg 10 g/L sugar_gL)
## "input" can be one of these: "CO2_gL", "sugar_gL", "P_bar", "P_psi", "CO2_vol", "sg_drop"
## temp is temperature in celsius.
## F is temp in Fahrenheit and will override temp.
## atm != NULL will use 1 atmosphere for STP.
## ambient_CO2 is used for calculating residual CO2 left from fermentation.
## In air CO2 concentration is 0.04 % (400 ppm).
## If 12% of the 20% oxygen in air is replaced by CO2 in headspace (ie the assumed state before fermentation)
## A value of only 0.105 seems to give results in accordance with empirical data.
## atm : If set to 1, one atmosphere was used for standard pressure instead of 1 bar. Density of air is 1.2 kg/m3.

## Convert input to SI units:
if(is.null(F)){
```



```

    C <- temp
  }else{
    C <- 5/9*(F-32) ## Fahrenheit to celsius
    temp <- C
    message("Note: F value used for temperature and the value of 'temp' is ignored.\n")
  }
  T = temp+273.15 # Kelvin from celsius

## Assumptions -----

## Values (for eg density) are under the condition of standard temperature and pressure (STP)
## STP is variably defined as 273 K (0° Celsius or 32° Fahrenheit) and 1 atm pressure, or e
## The molar volume of gas at 1 atm is 22.4 L (22.7 L if 1 Bar is used).
## Here, 1 Bar is used for STP.
## The density of any gas can be estimated by the given equation, density at STP = molar mass / molar volume
## Note that the "reference temperature" for Henrys Law constant is 298.15 Kelvin, not STP.
gas_molar_volume = 22.7 # (L)
T_stp = 273.15 ## Temperature at STP (Kelvin)
P_stp = 100000 ## Ambient pressure at STP (Pa) ## 1 Atm = 101325 Pa
if(!is.null(atm)){
  P_stp=101325
  gas_molar_volume = 22.4
  message("Note: One atmosphere was used for standard pressure. Densities for CO2, sugar a
}

## Constants
kB = 1.38*10^-23 ## Boltzmann constant (J/K)
kA = 6.02214076*10^23 ## Avogadro's constant (N molecules per mol)
R = kB*kA ## Universal gas constant

## Values for efficiency of fermentating CO2 from sugar:
## Note: These are empirical, given as a proportion.
e_CO2 = 0.96 ## Ie 0.47 g/L CO2 from from 1 g/L sugar [@Simmens2018]
e_ethanol = 0.94 ## Ie 0.48 g/L ethanol from from 1 g/L sugar [@Simmens2018]
## Volume ethanol from 1g sugar: 16.83 is average, and coef can vary 16.5-17.2 depending on

## Molar masses (g/mol):
m_CO2 = 44.01
m_sugar = 180.156 ## Glucose
m_ethanol = 46.068
m_water = 18.01528
## => CO2_M (mol/L) = CO2_gL / m_CO2

```

```

## Desities at STP (g/L):
d_CO2 = 1.951*103 ## 1.977 is density of CO2 (g/L) at 0C 1 Atm. Also 1.964??
d_ethanol = 0.8067*103
d_water = 1*103 ## Pure water goes to ice at STP and has density = 1g/cm3 @4°C; 0.9982 @20°C
d_sugar = 1.58*103 ## Table sugar has 1.58 g/cm3 (1.54 for glucose)
## Eg: m_CO2/d_CO2 ## Volume of 1 mol CO2 (Litres).
## Note: kg/m3 = g/L

## Sugar to Oechsle:
## Oechsle (deg Oe): mass must - mass water (grams) @20°C. 1 Oe = 1 g difference.
## Table sugar has d = 1.58 g/cm3 (1.54 for glucose)
## If x grams of sugar is added to water, the mass will increase by x g and the volume by x/d_sugar
## To get g sugar needed for 1 Oe, Solve x for 1 Oe in 1 = x - x/d_sugar:
## 1 = x - x/d_sugar => 1/x = 1 - 1/d_sugar => 1/x = 0.3670886 => x = 2.724138 grams sugar per Oe
## Using d gives = 1.54: x = 1/(1 - 1/d_sugar) ## 2.851852
k0 = 1/(1 - d_water/d_sugar) ## coefficient for converting sugar to Oechsle (g sugar/Oe)
## sugar_gL/k0 = Oe

## Enthalpy of solution and Henrys Law:
## The enthalpy change for the dissolution of carbon dioxide (CO2) in water at 20 °C and 1 atm is:
## See also: https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical\_and\_Theoretical\_Chemistry\_Textbook\_Ma
## Henrys law wiki: https://en.wikipedia.org/wiki/Henry%27s\_law
## Formulas from Carbonation table: www.cider.org.uk/carbonation\_table.xls
## Those are Validated against Sc against Schweppes table
up to 30C ed = 19945.33/R # Enthalpy of dissolution for
CO2 in water (J/mol) at 298.15 K ## TODO: Derive ed:
https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C124389&Mask=10
T_ref=298.15 # Reference temperature for Henry's law
constant kH=3.41*10-4 # Henry's law constant for solubility
in water (mol/m3 Pa) at reference temperature (298.15
K). Unit = mol m-3 * Pa-1. [29] kH = kHP_stp
# kH At Standard Pressure ## Select an option: ##
kH(P_stp/1000) mol/L at P_stp? ## kH = 1.00301*10-3
# mol/kgPa kH = kH/1000 ## mol per »dm3« * Pa ##
kH = kH*101.325 ## mol/(Latm) ## kH = 29.4 barM-1
## Note: Henrys volatility constant KH?
## Values for Henry's law constants are: ## ... expressed
in units of atmospheres for air to moles per cubic meter
for water (atm-m3/mol) ## ... or in a dimensionless unit
described as KH = KH/(RT) ## ... where KH is the
dimensionless Henry's law constant, KH is the Henry's
law constant (atm-m3/mol), R is the ideal gas constant

```

(8.20575×10^{-5} atm-m³/mol-K) and T is the water temperature (K). ## ? Henry's law constant for CO₂ in water is 1.6710^8 Pa at 298K ? ## Values for kH (from wikipedia): ## kH = 0.034 # mol/(Latm) ## kH = 29.4 # ((Latm)/mol) ## kH = 1600 # atm ## kH = 0.83 # dimensionless ## Conversion factors and values for kH: <https://acp.copernicus.org/articles/15/4399/2015/acp-15-4399-2015.pdf> ## kH0.0409970 # From dimensionless to mol/L atm ## 4.0460910^{-7} # From dimensionless to mol/kg Pa ## mol/kgAtm to mol/kgPa = 9.8692310^{-6} ## kH = 3.410^{-4} mol/(m³Pa) ## $3.410^{-4}1.0030110^{-3}$ ## mol/(m³Pa) to mol/kg*Pa ## From google: ## Henry's law constant for CO₂ in water is 1.67×10^8 Pa at 298K ## The molar solubility of carbon dioxide gas is 0.07483 M in water at 25C ## Solubility in water. 1.45 g/L at 25 °C (77 °F), 100 kPa (0.99 atm) ## For CO at 0°C, kH is approximately 0.077 mol/(L · atm). ## Chat GPT: "0.077mol/(Latm)" ## Chat GPT : "For CO₂CO₂ in water at 25°C, kH is approximately 3.3×10^{-4} mol/(kgPa)"

Unit conversion factors:

1 atm = 1.01325 bar = 1.01325×10^5 Pa

1 bar = 1×10^5 Pa = 0.9869233 atm

1 bar = 14.503774 psi

Is this right ? 1 volume CO₂ = 1.964 g/L CO₂ at 0°C ??

Assumptions on fermentation efficiency:

In theory 1 mol glucose gives 2 M CO₂ and 2M ethanol.

However, efficacy is not 100%.

Conversion rate is highly yeast dependent and can vary from 16.5-17.2 g/L (average 16.4 g/L)

See <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2018/04/s1809.pdf>

```
## df <- data.frame(
```

```
##   mol = c(1, 2, 2),
```

```
##   weight = c(glucose=m_glucose*1, co2=m_CO2*2, ethanol=m_ethanol*2),
```

```
## )
```

```
## df$prop = df$weight/m_glucose
```

```
## df$efficacy = c(1, 0.47, 0.48)/df$prop ## [@Simmens2018]
```

```
## df$result_weight = df$prop*df$efficacy ## Output w/w of glucose
```

Alcohol, see: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2018/04/s1809.pdf>

See: <https://byo.com/article/master-the-action-carbonation/>

Notes -----

```

## CO2_vol (volumes) = CO2_gL * 1/1.964
## CO2_vol = CO2_M * 44 * 0.51 => = CO2_M * 22.44
## 1 volume CO2 = CO2 1.964 g/L
## Kh=0.034*exp(2400*((1/T)-(1/298))) ## vanhoff(T)
## alc (% v/v) = sugar_gL/16.83 # 16.83 is average, Coef can vary 16.5-17.2 depending on yeast
## 1 CO2 volume is the space that the CO2 would take up at STP

## Temperature dependent CO2 volumes (not used):
## if(input=="CO2_vol"){CO2_M = CO2_vol/gas_molar_volume} ## At 0C
## if(input=="CO2_vol"){CO2_M = CO2_vol/mass_volumes(m_CO2, temp)} ## At temp
## Volumes of CO2 at temp calculated using Ideal gas law (P*V = n*k*T)
## Eg: => n = V*P/(kB*T) => n = d_CO2/m_CO2*kA ## Number of molecules (Moles) in 1 L gas; n
## CO2_vol = ((CO2_M*kB*T)/P )/0.001 ## Volume (L); (1L = 0.001 m^3);

## temperature correction of SG (is this needed? Hydrometar calibrated probably at 20C): ## https://www.topdownbrew.com/SGCorrection.html
## F to C (32°F - 32) × 5/9 = 0°C ; (0°C × 9/5) + 32 = 32°F ## F = (temp*9/5)+32 ## (temp-32) 5/8 ##
correction = (1.313454 - 0.132674F + 2.057793e-3F^2 - 2.627634e-6F^3)/1000 ## SG + correction = corrected
sg

## Calculations -----

## Calculate temperature dependent equilibrium constant for CO2 in water (kHT)
kHT = ( kH * exp(ed * (1/T - 1/T_ref) ) )
## Or using helper: kHT = vanhoff(temp)

## Dissolved CO2 at T=temp and P=standard pressure:
## Formula: Sg = kHT*Pg where Sg is gas solubility, kH is Henry's Law constant and Pg is partial pressure of the gas
## The inverse of the Molar Henry's law constant, multiplied by the partial pressure of the gas gives the molar solubility, Sp (the number of moles of the solute that dissolves to form a liter of water)
## Sg = kHT*P_stp ## moles per kg water?
## Sp = 1/kHT * P_stp
## CO2_eq_gL = Sp/m_CO2

## Calculate residual CO2 from fermentation before adding sugar:
## Henrys law: C=kH*P; C is concentration (solubility in mol/kg water); kH is in mol/(kg*Pa)
## The mole fraction of CO2 at STP in air is 400 ppm or 0.04%
ambient_CO2 <- ifelse(is.null(ambient_CO2), 0.04/100, ambient_CO2/100)
P_co2_air = ambient_CO2*P_stp # Partial pressure of CO2 in air/headspace (Pa)
C_co2_water=P_co2_air * kHT * 1000/P_stp ## ? Solubility (C) in mol/volume. kHT*1000/P_stp
residual_M <- C_co2_water

```

```

residual_gL <- C_co2_water*m_CO2 ## Dissolved CO2 in g/m^3
residual_vol <- C_co2_water*gas_molar_volume # volumes
residual_Bar = residual_M/kHT ## Not meaningful, kHT is cancelled out, but should be = press

```

B.5 Note:

```

## The level of CO2 dissolved in beer after normal fermentation is between 1.2 and 1.7 volumes
## The partial pressure of headspace gas, especially H2 and CO2 has significant effect on the rate
## Dry atmospheric air contains 78.1% nitrogen (N2) and 20.95% oxygen (O2) by volume. CO2 is 0.04%
## At STP, the partial pressure of CO2 in air is approximately 0.0004 (or 400 ppm) of the total pressure
## Using Henry's law, the solubility of CO2 in water is: C=kH P=(3.3×10-4) (40.52) => C 1.337
## At pH 3.5, most of the CO2 remains in the dissolved form, and the solubility calculated above is correct

## Chat GPT, residual CO2 (Henry's Law), and/or empirical:
chat_CO2_vol = 82.146226 - 0.5295273*T + 0.000861402 * T^2
## Note: This does not take headspace concentration of CO2 into account. "These constants were derived from
## Note: Setting ambient_CO2=0.105 gives very similar results.

```

```

## Assign value x to an input variable:
assign(input, unname(x))

```

```

## Calculate CO2_M (Moles/L) from input:
if(input=="sugar_gL"){CO2_M = (sugar_gL/m_sugar)*2*e_CO2}
## if(input=="sg_drop"){CO2_M = sg_drop*k0*e_CO2/m_CO2}
if(input=="sg_drop"){CO2_M = (sg_drop*k0/m_sugar)*2*e_CO2}
if(input=="P_bar"){CO2_M = P_bar*kHT} ## Adjusted for temp via kHT
if(input=="P_psi"){CO2_M = (P_psi/14.503774)*kHT}
if(input=="CO2_gL"){CO2_M = CO2_gL/m_CO2}
if(input=="CO2_vol"){CO2_M = CO2_vol/gas_molar_volume} ## At STP

```

```

## Derive the other variables:
CO2_gL = CO2_M*m_CO2
CO2_vol = CO2_M*gas_molar_volume # In volumes CO2 at 0C
P_bar = CO2_M/kHT
P_gauge = P_bar-1
P_psi = CO2_M/kHT*14.503774 # P_psi = P_bar*14.503774
sg_drop = CO2_M/(2*e_CO2*k0)*m_sugar # In Oechsle
sugar_gL = CO2_M*m_sugar/(2*e_CO2)
alc_prc = sugar_gL/m_sugar*2*e_ethanol*m_ethanol/d_ethanol ## % (v/v)
F = (temp * 9/5) + 32 ## Fahrenheit

```

```

## x <- ifelse(from_sugar, 0.47*x, x) ## calculate CO2 from sugar g/L
## CO2_gL <- ifelse(input=="P_bar", x*1.964, x) ## 1 volume CO2 = CO2 1.96 g/L
## CO2_vol <- ifelse(input=="P_bar", x, x/1.964)
## CO2_M = CO2_gL/44 # Mol/L

## output (rounded):
round(c(P_gauge=P_gauge, P_bar=P_bar, P_psi=P_psi, CO2_gL=CO2_gL, CO2_M=CO2_M, CO2_vol=CO2_vol))

```

C Ordbok

En ofta använt mått på sockerhalt är /specifik gravitation/ (SG), där densiteten i en vätska jämförs med densiteten för vatten (som är 1.0 vid 4C). I fruktsaft (must) motsvarar den sockerinnehållet och används för att uppskatta sen slutliga alkoholhalten samt för att följa jäsningens förlopp. Formellt anges SG med flera decimaler, tex SG 1.060. I denna text anges dock bara hundradelsdecimalen (tex när SG 60 anges är det egentligen SG 1.060 som menas).

Syrhalt i frukt och saft representeras av /titrerbar syra/ (TA) som i princip är halten av malat (äppelsyra) och pH. Man brukar inte mäta denna. Mätning av pH kan vara användbart men är ej nödvändigt.

Brix, Oechsle, SG, g/L.

MLF

YAN

DAP

SO₂

Tabell C.1. Sockerinnehåll och torrhetsgrad för mousserande vin (EU)

socker g/L	Etikett
0-3	Brut Nature
0-6	Extra Brut
0-12	Brut
12-17	Extra Sec
17-32	Sec
32-50	Demi-Sec
50+	Doux

socker: SG 20 (sweet, addera 40 g/L), 15 (medium sweet, 30 g/L), 10 (medium dry 20 g/L)

D Resurser

Sub

[Principles and Practice of Cider making, 1911](#)

[\[\[https://fruitid.com/#main\]](https://fruitid.com/#main)[\[FruitID.com\]](#) : Identifiering av sorter.

Vinolab calculator: <https://www.vinolab.hr/calculator/en4>

[Alcohol from sugar calculator](#)

Advanced tips: <https://www.bjcp.org/exam-certification/cider-judge-program/cider-exam/13-advanced-topics-in-cider-making/> This section explores these advanced (and generally optional) topics, including malolactic fermentation, keeving, oaking, stabilization, clarifying, aging, and blending.

<https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/how-to-make-cider> <https://www.fstvs.se/matdryck/recept-att-brygga-cider/> <https://shop.humle.se/gor-egen-cider>
<https://eldoga.wordpress.com/2010/03/23/jasning-av-appelcider/>

The Wittenham Cider Pages, ingående om cider: <http://www.cider.org.uk/frameset.htm>

[\[\[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5620630/\]](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5620630/)[\[Microorganisms in Fermented Apple Beverages: Current Knowledge and Future Directions\]](#) [Artikel, se Fig 1 för ciderprocessen]

[\[\[https://www.researchgate.net/publication/263010717_Cider_Apples_and_Cider-Making_Techniques_in_Europe_and_North_America\]](https://www.researchgate.net/publication/263010717_Cider_Apples_and_Cider-Making_Techniques_in_Europe_and_North_America)[\[Cider Apples and Cider-Making Techniques in Europe and North America\]](#) [Artikel, detaljerad beskrivning]

Priming Sugar Calculator for Cider Carbonation: <https://www.homecidermaking.com/cider-priming-sugar-calculator/>

Data: <https://groups.google.com/g/cider-workshop/c/PzcYMJKpZ3s/m/EcbotaKuAQAJ>

Mathematics and Wine: <https://www.math.unipd.it/~demarchi/papers/PaperMathWine.pdf>

D.0.1 Calculations

Engineering Toolbox: <https://www.engineeringtoolbox.com/>

D.0.2 Inköp

[Sorbitol](#)

[Äppelsyra](#)

[Bryggeriutrusnting](#)

[Champagneflaskor ofärgade](#)

E Bibliografi

E.1 References

1. Wicklund T, Guyot S, Le Quéré J-M. Chemical Composition of Apples Cultivated in Norway. *Crops* [Internet]. 2021 Jun [cited 2024 Nov 12];1(1):8–19. Available from: <https://www.mdpi.com/2673-7655/1/1/3>
2. Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Chen F, Wang Z, et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry* [Internet]. 2007 Jan [cited 2024 Nov 12];103(1):88–93. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606006157>
3. OECD. [CONSENSUS DOCUMENT ON COMPOSITIONAL CONSIDERATIONS FOR NEW CULTIVARS OF APPLE \(malus × domestica borkh.\): Key food and feed nutrients, allergens, toxicants and other metabolites](#). 2019.
4. Ma B, Yuan Y, Gao M, Li C, Ogutu C, Li M, et al. Determination of Predominant Organic Acid Components in Malus Species: Correlation with Apple Domestication. *Metabolites* [Internet]. 2018 Oct [cited 2024 Nov 12];8(4):74. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6316603/>
5. Karl AD, Zakalik DL, Cook BS, Krishna Kumar S, Peck GM. The biochemical and physiological basis for hard cider apple fruit quality. *PLANTS, PEOPLE, PLANET* [Internet]. 2023 [cited 2024 Sep 30];5(2):178–89. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ppp3.10317>

6. Charley V. **TEST**. Journal of the Institute of Brewing. 1935 Apr;41:62–71.
7. Lees GL, Suttill NH, Wall KM, Beveridge TH. Localization of condensed tannins in apple fruit peel, pulp, and seeds. Canadian Journal of Botany [Internet]. 1995 Dec [cited 2024 Oct 20];73(12):1897–904. Available from: <https://cdnsciencepub.com/doi/10.1139/b95-202>
8. Riekstina-Dolge R, Kruma Z, Dimins F, Straumite E, Karklina D. Sciendo. Rural Sustainability Research [Internet]. 2014 Jul [cited 2024 Nov 8];31(1):39–45. Available from: <https://sciendo.com/it/article/10.2478/plua-2014-0005>
9. Raudone L, Raudonis R, Liaudanskas M, Janulis V, Viskelis P. Phenolic antioxidant profiles in the whole fruit, flesh and peel of apple cultivars grown in Lithuania. Scientia Horticulturae [Internet]. 2017 Feb [cited 2024 Nov 8];216:186–92. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423817300225>
10. Antony A, Farid M. Effect of Temperatures on Polyphenols during Extraction. Applied Sciences [Internet]. 2022 Jan [cited 2024 Oct 20];12(4):2107. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/4/2107>
11. Gerard KA, Roberts JS. Microwave heating of apple mash to improve juice yield and quality. LWT - Food Science and Technology [Internet]. 2004 Aug [cited 2024 Nov 8];37(5):551–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643803002172>

12. Calugar PC, Coldea TE, Salanță LC, Pop CR, Pasqualone A, Burja-Udrea C, et al. An Overview of the Factors Influencing Apple Cider Sensory and Microbial Quality from Raw Materials to Emerging Processing Technologies. *Processes* [Internet]. 2021 Mar [cited 2024 Nov 8];9(3):502. Available from: <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/3/502>
13. Pollini L, Cossignani L, Juan C, Mañes J. Extraction of Phenolic Compounds from Fresh Apple Pomace by Different Non-Conventional Techniques. *Molecules* [Internet]. 2021 Jul [cited 2024 Oct 20];26(14):4272. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8307736/>
14. Merwin IA, Valois S, Padilla-Zakour OI. Cider Apples and Cider-Making Techniques in Europe and North America. In: *Horticultural Reviews* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2007 [cited 2024 Nov 7]. p. 365–415. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470380147.ch6>
15. Molina AM, Swiegers JH, Varela C, Pretorius IS, Agosin E. [Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds](#). *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2007 Dec;77(3):675–87.
16. Cousin FJ, Guellec RL, Schlusshuber M, Dalmaso M, Laplace J-M, Cretenet M. Microorganisms in Fermented Apple Beverages: Current Knowledge and Future Directions. *Microorganisms* [Internet]. 2017 Jul [cited 2024 Oct 29];5(3):39. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5620630/>
17. Pizarro F, Vargas FA, Agosin E. [A systems biology perspective of wine fermentations](#). *Yeast* (Chichester, England). 2007 Nov;24(11):977–91.
18. Schulze U, Lidén G, Villadsen J. [Dynamics of ammonia uptake in nitrogen limited anaerobic cultures of *Saccharomyces cerevisiae*](#). *Journal of Biotechnology*. 1996 Apr;46(1):33–42.

19. Henriques D, Balsa-Canto E. [The Monod Model Is Insufficient To Explain Biomass Growth in Nitrogen-Limited Yeast Fermentation](#). *Applied and Environmental Microbiology*. 2021 Sep;87(20):e0108421.
20. Simmens A. Bottle conditioned cider guide [Internet]. 2018. Available from: <https://llancider.wales/wp-content/uploads/2018/09/Bottle-Conditioning-guide.pdf>
21. Challinor SW. Cider Yeasts and the Fermentation of Apple Juice. *Journal of Applied Bacteriology* [Internet]. 1955 [cited 2024 Sep 26];18(1):212–23. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2672.1955.tb02079.x>
22. Lea A. Craft cider making. 3rd ed. The Crowood Press; 2015.
23. Yang W, Zheng Z, Shi Y, Reynolds AG, Duan C, Lan Y. Volatile phenols in wine: Overview of origin, formation, analysis, and sensory expression. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [Internet]. 2024 [cited 2024 Nov 8];0(0):1–26. Available from: <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2354526>
24. Appenteng MK, Krueger R, Johnson MC, Ingold H, Bell R, Thomas AL, et al. Cyanogenic Glycoside Analysis in American Elderberry. *Molecules* [Internet]. 2021 Mar [cited 2024 Oct 9];26(5):1384. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7961730/>
25. Terzić M, Majkić T, Beara I, Zengin G, Miljić U, Đurović S, et al. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) wine as a novel potential functional food product. *Food Bioscience* [Internet]. 2022 Dec [cited 2024 Oct 9];50:102047. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429222005077>

26. Bozhuyuk MR, Ercisli S, Ayed RB, Jurikova T, Fidan H, Ilhan G, et al. Compositional diversity in fruits of rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.) genotypes originating from seeds. *Genetika* [Internet]. 2020 [cited 2024 Oct 13];52(1):55–65. Available from: <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=0534-00122001055B>
27. Mikulic-Petkovsek M, Krska B, Kiproviski B, Veberic R. [Bioactive Components and Antioxidant Capacity of Fruits from Nine Sorbus Genotypes](#). *Journal of Food Science*. 2017 Mar;82(3):647–58.
28. Keller J. JACK KELLER’s REQUESTED RECIPES. 1994.
29. Sander R. [Compilation of henry’s law constants \(version 5.0.0\) for water as solvent](#). *Atmos Chem Phys*. 2023;23:10901–2440.

E.2 Figurer

List of Figures

3.1	Overview of Apple constituents	20
6.1	Polyfenoler och titrerbar syra i olika frukter .	36
6.2	Polyfenoler och titrerbar syra i olika frukter .	37
9.1	Jästpopulationens tillväxtfaser	56
9.2	Monod ekvationen för <i>saccharomyces</i> i glukos. Tillväxthastigheten är antal dubbleringar av cellantalet per timme.	60
9.3	Jästpopulationens tillväxt.	61
10.1	Carbonation	74
16.1	Korrigerig ac hydrometervärdet vid temper- atur avvikande från kalibrering. Värdet på Y- axeln adderas till det uppmätta värdet. . . .	95
16.2	Theoretical additional density drop from in- creased alcohol content. Alcohol level of low- est starting SG used as reference.	96
16.3	Korrigerig av uppmätt SG vid olika alkohol- halter.	97
20.1	MPG vs horsepower, colored by transmission.	124
20.2	Yeast metabolic network	124
B.1	Carbonation	147

E.3 Todo

Add index? [See](#)