



## Skumkvalitet i mousserende vin

Toldam-Andersen, Torben Bo

*Published in:*  
Vinpressen

*Publication date:*  
2018

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Citation for published version (APA):*  
Toldam-Andersen, T. B. (2018). Skumkvalitet i mousserende vin. *Vinpressen*, 26(3), 19-24.

# Skumkvalitet i mousserende vin

Af Torben Bo Toldam-Andersen, lektor KU.

## Indledning

ERFA gruppen for mousserende vin på Sjælland besøgte i marts Pometet til en temadag om mousserende vin. Besøget er omtalt i en artikel af Eva Jensen i Vinpressen nr. 2 fra i år. Denne artikel er en opfølgning på Evas, og jeg vil forsøge ikke at gentage for meget af det, som allerede er refereret. I en tidligere artikel tilbage i 2013 (Vinpressen nr. 6) belyste jeg den generelle proces til fremstilling af mousserende vin ved brug af flaskegæring (ofte omtalt som den traditionelle champagne metode). Dengang var det med fokus på at få flere til at gå i gang med produktion af denne spændende vintype. Siden har interessen for mousserende vin heldigvis været stigende, og det bliver mere og mere klart for os alle, at der er et stort potentiale i mousserende vin i Skandinavien.

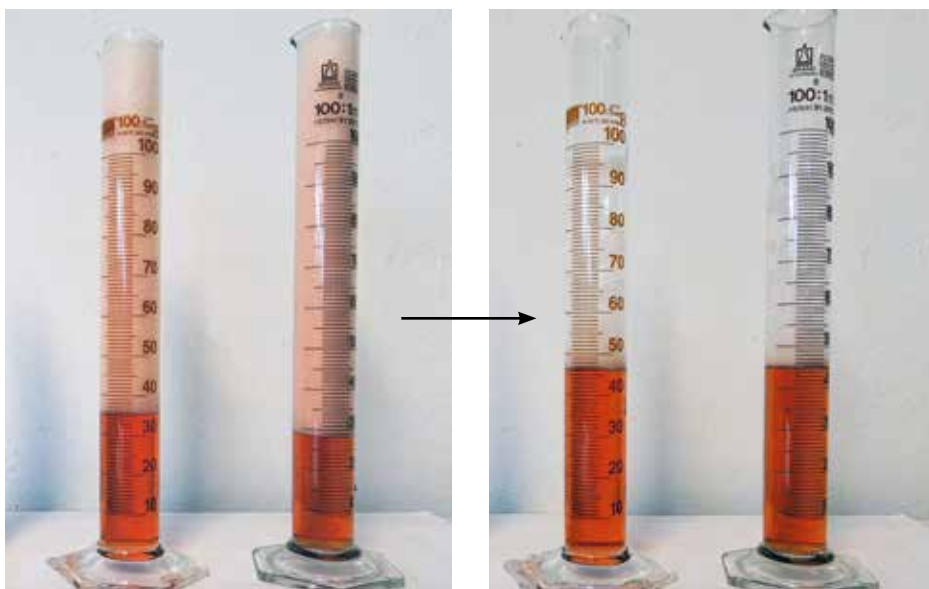
Druematerialet, som vi får ind i vineriet ved produktion i vores region, har som udgangspunkt mange af de egenskaber, som gør det velegnet til mousserende vin. Moderat sukkerindhold og relativt høj syre er nogle af de mest åbenbare. Nogle af de største uafklarede spørgsmål i forhold til vores udvikling af mousserende vin knytter sig til, hvilke sorter der er bedst egnede. Med undtagelse af nogle få, som forsøger sig med dyrkning af "Frühburgunder" ("Pinot noir precose"), er det andre sorter end de traditionelt anvendte sorter til mousserende vin, som vi arbejder med. Englænderne har – med forhold i Sydengland der er meget sammenlignelige med Champagnedistriktet – simpelthen lavet en direkte kopi af Champagne. Den mulighed har vi ikke, og man kan måske også spørge, om det er interessant med endnu en kopi?

Da sorternes egenskaber er af afgørende betydning for kvaliteten af den vin, der kommer ud af det, er det nødvendigt at få testet de enkelte sorter. Ud over en vins farve og aroma, så er en af de mest afgørende kvaliteter for en mousserede vin dens skumegenskaber. Vinens "perler" af CO<sub>2</sub> er et centralt element i at gøre vintypen "festlig". Det er det allerførste indtryk, man får af vinen. Hvor meget skummer den og hvor længe er her de 2 vigtigste egenskaber. Man omtaler også dette som skumhøjde og skum-stabilitet. Det er først efter indtrykket af boblerne, at farve, aroma og smag bliver afgørende for, hvilken vin man synes bedst om.

## Hvordan dannes bobler og hvordan definerer vi skumkvalitet?

Skum består af en masse små gasbobler, som hver især er omgivet af en tynd væskefilm, og boblernes egenskaber afhænger meget af, hvor "stærk" denne film er. En væske, uanset om det er vand eller vin, har en såkaldt overfladespænding, som også er det der gør, at en dråbe vand på en overflade f.eks. en bordplade står som en lille spændt halvkugle. Vand har en ganske stærk overfladespænding, mens alkohol har en lav. Vin er jo hovedsageligt en vandig opløsning, som indeholder ca. 10-15% alkohol (ethanol), og overfladeegenskaberne vil derfor være et resultat af denne blanding. Ifølge litteraturen så falder overfladespændingen, når alkohol procenten når over 12% vol. Denne effekt skyldes, at ethanol ligesom vand også er et effektivt opløsningsmiddel. Imidlertid så vil polære stoffer (d.v.s. stoffer som har en hydrofob/vandafvisende og en hydrofil/vandel-skende ende), som eksempelvis æblesyre, orientere sig modsat i vand og ethanol.

De opløste stoffers hydrofobe grupper vil søge at blive opløst i ethanol, mens de hydrofile grupper vil søge opløsning i vand. Ved lavt alkoholniveau vil stofferne i væskefilmen rundt om boblerne let og konsekvent orientere sig, så den hydrofobe ende vender indad mod kuldioxiden i boblen, mens den hydrofile ende vender ud mod boblens overflade imod den omgivende vandholdige væske. Dette giver en god stærk overfladeaktivitet. Når alkoholprocenten stiger, vil ethanols "tiltrækning"/stærke opløsningsevne for hydrofobe dele af molekyler betyde, at molekylerne delvist vil vende rundt og have deres hydrofobe ende udad imod væskefilmen, derved svækkes boblernes overfladespænding, og vinen bliver mindre mousserende. Af hensyn til skumegenskaberne skal man derfor helst holde den færdige vin under 12% alkohol, som er det niveau, hvor ethanolen begynder at virke mere negativ end positiv på vinens mousserende egenskaber. Endvidere vil overfladespændingen være påvirket af de stoffer, som er opløst i væsken/vinen. De stoffer, der her regnes for særligt vigtige, er især proteiner, forskellige sukkerstoffer især de såkaldte polysakkarider og desuden fedtsyrer og de organiske syrer (æblesyre, vinsyre, mælkesyre). Disse stoffer giver "væskefilmen" elasticitet og viskositet og dermed får boblerne forskellig styrke/holdbarhed. Druesorternes forskelligheder vil resultere i forskellige indhold af disse stoffer, ligesom der vil være effekter af hvor modne druerne er og dermed også variationer fra år til år. I tillæg til indholdet i druemassen så er indholdet af disse overfladeaktive stoffer desuden meget stærkt påvirket af gæren og i hvor høj grad gæren bliver nedbrudt under flaskelagringen. Under gæringen



**Figur 1.** NewYork Muscat rosé ophældt i 2 glas en smule forskudt. Billederne er taget på lidt forskelligt trin i udviklingen. I starten meget tæt og meget skum og lidt væske. Efterhånden omdannes skummet til mere og mere væske. Foto Torben T-A.

i både basisvinen og i flasken producerer gæren en masse stoffer, som jo ikke mindst påvirker vinens duft og smag. Men det er især når gæren dør og efter nogen tid begynder at gå i opløsning, at de overflade aktive stoffer frigives til vinen. Man taler om denne proces som gærens autolyse. Den vender vi tilbage til.

Så længe vinen er i den lukkede flaske, er der så meget CO<sub>2</sub> opløst i den, at den er overmættet, og der opstår et tryk på adskillige bar. Oftest stiles der i mousserende vin mod 4-6 bar. I det øjeblik vi skænker vinen, så falder trykket, og kuldioxiden frigøres af væsken i form af små bobler. Altså små "lommer" af CO<sub>2</sub> omgivet af en væskefilm. Nogle gange støder de ind i hinanden og boblerne danner færre og større bobler. På grund af tyngdekraft og trykforskelle vil boblerne stige op til overfladen, hvor de hurtigt vil hobe sig op, og der dannes flere lag af bobler oven på hinanden. Vi får med andre ord dannet et skum på overfladen. Er frigivelsen af bobler meget hurtig, opbygges der et højt skumlag, mens der ved en langsom frigivelse dannes et mindre lag. De bobler, som ligger på overfladen, vil være udsat for fordampning ud af glasset, mens tyngdekraften vil trække væsken i filmen nedad mod vinen i glasset. Begge dele betyder, at den væskefilm der omgiver boblerne bliver tyndere og tyndere for til sidst at bryde, og boblen frigiver sit indhold af CO<sub>2</sub> og forsvinder. Sker tabet af bobler på overfladen hurtigere end der dannes nye bobler, vil skumlaget blive tyndere og tyndere for til sidst at forsvinde helt, når vinen har afgivet al den CO<sub>2</sub>, der var opløst i den. Har vinen en høj viskositet og elasticitet p.g.a. mange overfladeaktive stoffer, vil boblerne være

"stærke" og de vil i længere tid kunne modstå væsketabet fra overfladen. Dette giver øget skumstabilitet.

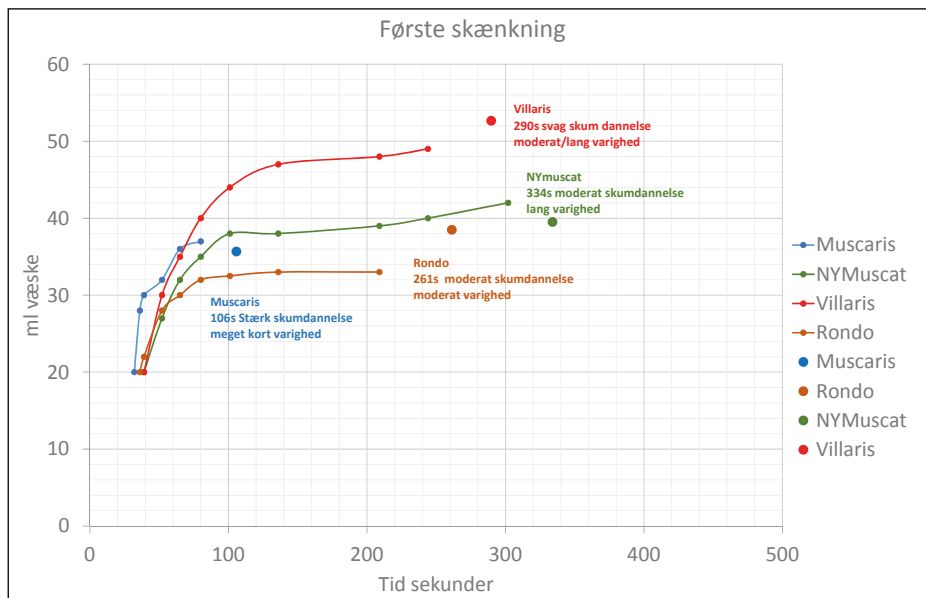
Ser man på frigørelsesprocessen af CO<sub>2</sub> fra vin, kan den opdeles i 2 faser. Fase 1 kan man kalde "opskænkingsfasen". Denne er "tumultagtig" p.g.a. det pludselige trykfald og skumdannelsen er kraftig, hvorved der på brøkdelen af sekunder dannes et flere cm højt skum. Fase 2 er karakteriseret ved at skummet ret hurtigt falder til nogle få mm tykt lag som vedbliver med at være ret konstant over en længere varighed. Dette fine skumlag understøttes/fastholdes ved, at der stiger "kæder" eller "tog" af bobler op fra bunden af glasset. Vinen (specielt dens indhold af ethanol) vil fordampe en smule hurtigere fra midten af overfladen, der opstår således en gradient i overfladespænding ud mod kanten, som samler boblerne/skummet ude ved glaskanten. Man kalder dette fænomen, at vinen danner "krone".

#### Måling af skumhøjde og stabilitet

Vinens skumegenskaber er et resultat af balancen mellem indholdsstoffer som fremmer og andre som reducerer skumstabiliteten. Som allerede omtalt i Evas artikel vil det generelt være sådan, at der er et omvendt forhold mellem skumhøjden og skumstabiliteten. Forsvinder kuldioxiden hurtigt ud af vinen, opstår der en stor skumhøjde i opskænkingsfasen, og den efterfølgende stabile fase vil blive relativt kort. Således vil indholdsstoffer, som reducerer skumstabilitet, øge skumhøjde og omvendt. Dette er selvfølgelig noget man har forsøgt at måle. Jeg skal ikke her gå meget i dybden med dette men blot overordnet angive nogle hovedprincipper og metoder.

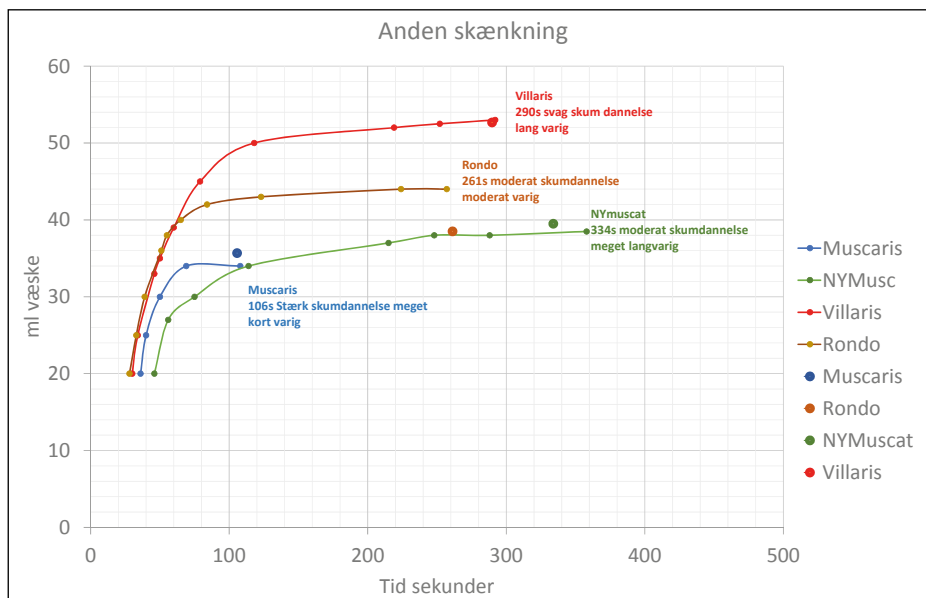
En meget brugt metode er at hælde vinen op i et højt cylindrerformet glas, som er monteret med en meget fin siplade i bunden. Igennem denne si kan der ledes en svag luftstrøm af ren CO<sub>2</sub> fra en trykluftflaske, hvorved man kan gennemboble vinen. Dette er en metode, som er brugt meget til at studere en grundvins potentielle skumegenskaber. Ved gennembobling vil der dannes skum, som man så kan måle højden på, og stabiliteten kan måles ved at se på, hvor længe det varer inden det forsvinder, efter at man har slukket for luftstrømmen. Måles der på færdig mousserende vin, starter man med først at afgasse vinen, hvorefter man kan lave sin kontrollerede måling. Denne type studier har man også lavet på kunstigt fremstillede modelvine f.eks. vand tilsat 12% ethanol + vinsyre + glycerol i almindeligt forekommende mængder (f.eks. hhv. 3 og 6 g/L). Herefter kan man tilsætte forskellige enkeltstoffer og teste om de øger eller reducerer skumstabiliteten. I dag findes der avancerede apparater som med kameraer og billedbehandlingsprogrammer analyserer på boblernes størrelse, fordeling o.s.v.. Andre har forsøgt at opnå data på forløbet af afgangningen fra en mousserende vin ved at hælde op i et glas placeret på en fintfølede vægt og så måle vægttabet i form af CO<sub>2</sub>. En ret simpel metode kan man sige, men det kræver alligevel stor omhyggelighed, og der bør også laves korrekture for fordampningen af ethanol, så det kræver kontrollerede betingelser m.h.t. temperatur, luftfugtighed o.s.v.... Generelt må jeg sige – efter at have læst en del litteratur om emnet – at jeg finder måling af en vins mousserende egenskaber overraskende vanskelig. Jeg fik dog på et tidspunkt lyst til at prøve at måle på nogle af vores forsøgsvine.

Sammenhæng mellem tid efter ophældning i måleglas og omdannelse fra skum til ml vin/væske. Sidste målepunkt er når skummet bliver så tyndt, at væsken begynder at blive synlig på i midten af overfladen. Den gennemsnitlige sluttid og væskemængde er angivet for hver druesort med en rund plet, beregnet efter 3 opskænkninger. Data er aflæst fra videooptagelser.



Figur 2

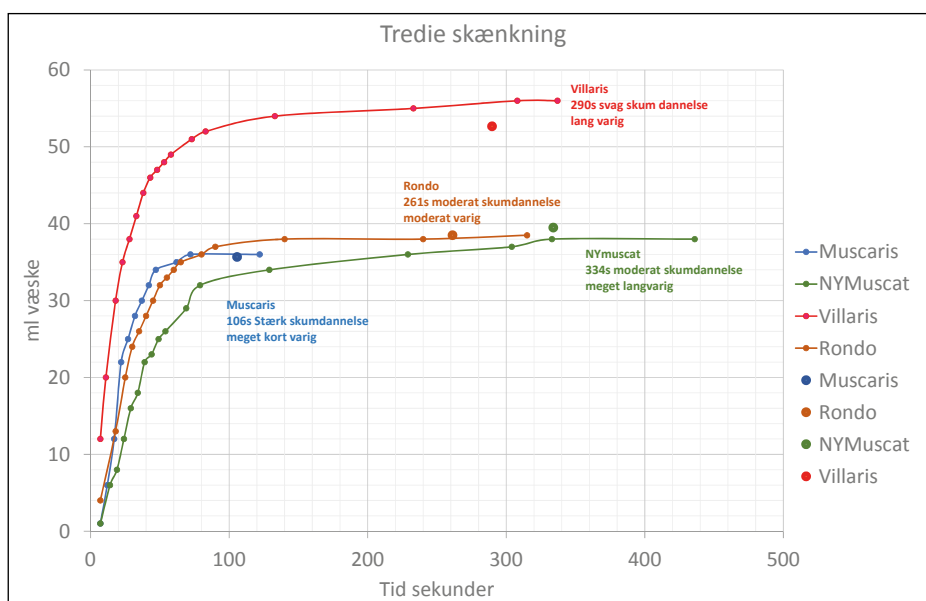
Jeg valgte en ret simpel fremgangsmåde med anvendelse af de forhåndenværende midler. Et højt slankt måleglas på 100 ml (200 ml kan også bruges), som jeg hældte vinen op i mens jeg filmede processen med min mobiltelefon! Herved får man en video, som man bagefter på computeren kan afspille og under vejs aflæse både tid i sekunder og højden af skum og væskefase/vin i måleglasset. Man skal benytte et måleglas med tydelig markering af målestregerne så det er muligt at aflæse på videoen. Skumfasens højde kan være svær at aflæse, da skumets overflade er ret uklar og variabel. Lige når man hældt op dannes meget skum, og jeg stoppede ophældningen, når skummet nåede overkanten af glasset. Det kræver lidt øvelse. Herefter vil der langsomt samle sig en væske/vin fase i bunden af måleglasset, og den står meget skarpt frem og er derfor let at aflæse. Med sekunders mellemrum kan videoen pauses og aflæsning foretages. Målingen afsluttes når skummet bliver så tyndt på overfladen, at man pludselig kan se vinen som en plet i midten omkranset af en skum "krone". Det er et let identificerbart stadie. Jeg benytter ofte halvflasker på 375 ml til forsøgene, så anvendes et 100 ml måleglas kan der laves flere gentagne ophældninger fra samme flaske.



Figur 3

#### Test af 4 sorters skumegenskaber

I figurerne 2, 3 og 4 har jeg vist 3 gentagne ophældninger, hvor jeg havde sat 4 måleglas ved siden af hinanden og hældt 4 sortrene mousserende vine op. Det var 2 hvide af sorterne "Muscaris" og "Villaris" samt 2 rosé af "Rondo" og "New York Muscat". Efterfølgende har jeg så aflæst datapunkter fra de 3 videoer. Som det ses kan man tydeligt adskille de



Figur 4

Stof	Effekt øget	Effekt reduceret
Proteiner	Skumhøjde, Skummængde, (Stabilitet i modelvin)	Stabilitet
Polysakkarider	Skumhøjde (Stabilitet i modelvin)	Stabilitet
Polyfenoler	Skumhøjde	Stabilitet
Lipider/fedtsyrer	Ethylestre => øget højde	C <sub>8</sub> , C <sub>10</sub> , C <sub>12</sub> højde
Glycerol	Skum	
Organiske syrer		
Vinsyre	Skum mængde og højde	
Æblesyre	Skumhøjde	Stabilitet
<b>Mælkesyre</b>	<b>Stabilitet</b>	Skumhøjde
Citronsyre og Galakturonsyre		Skum-Stabilitet (tid)

**Table 1** Forskellige indholdsstoffers betydning for skumegenskaber. Baseret på Kemp et al 2018.

4 vine, og det samlede billede gentager sig ret præcist. Data vist her er fra mit allerførste forsøg, og der er ingen tvivl om, at man kan forfine sin teknik. På graferne har jeg for hver vin angivet med en stor rund markering, hvor kurverne i gennemsnit af de 3 ophældninger slutter. For "Villaris" således efter 290 sekunder og ca. 52 ml væske, mens "Muscaris" slutter allerede efter 106 sekunder og 36 ml væske. De 2 rosévine slutter efter 261 sekunder og 38 ml og 334 sekunder og 40 ml for hhv. "Rondo" og "NY Muscat". Årsagen til, at der ender med at være forskellige væskemængder i glassene, er forskelle i hvor kraftig skumdannelse, der forekommer ved ophældningen. Da jeg stopper, når skummet når glaskanten, vil en kraftigt skummende vin nå kanten efter at relativt få ml vin er hældt op (f.eks. "Muscaris"), mens en mindre aggressivt skummende vin vil nå kanten efter at mere vin er hældt op (f.eks. "Villaris"). Slutmængden i ml væske vil således være stå i omvendt forhold til skumhøjden (skum aggressiviteten). Med hensyn til skumstabilitet er det især "Muscaris" vinen, som skiller sig ud med en meget kort varighed, mens især "Villaris" og "NY Muscat" bliver ved med at skumme ca. 3 gange så lang tid. Som nævnt kan metoden nok forfines med noget øvelse og små justeringer. For eksempel kan man se, at i første skænking skummer vinene generelt mest og varigheden er relativt kort, og for hver skænking bliver der hældt lidt mere vin i (d.v.s. lidt lavere skumhøjde) og varigheden bliver lidt

længere. Min tolkning er, at der under forsøget sker en gradvis afgang af vinen i flasken. Der gik ca. en halv time fra første skænking til den sidste. Hvis man i stedet tager 3 måleglas ved siden af hinanden og foretager de 3 gentagne ophældninger lige efter hinanden, så man registrerer alle 3 gentagelser på samme video, vil det øge reproducerbarheden betydeligt. Men man kan sige, at selv med dette første ret primitive forsøg kan jeg jo tydeligt adskille de 4 vine fra hinanden, og ud fra dette tyder det på, at "Villaris" har betydeligt bedre skumegenskaber end "Muscaris". Nu skal man jo nok som forsker sige det med det forbehold, at der bør undersøges flere flasker af hver for at kunne sige det med større vægt. Ved en sådan vurdering er det også vigtigt at anføre, at de 4 vine i dette tilfælde alle var lavet på samme måde. Alle fra høsten 2016, helklasepres, samme gær (DV10), samme tid på gær i flasken (ca. 12 mdr.) og ingen dosage efter udskydning af gær.

#### Kvalitetsbestemmende faktorer

Dette med hvordan vinen er lavet spiller en ikke uvæsentlig rolle for, hvilke egenskaber vinen har. Det kender vi godt fra de ikke mousserende vine i forhold til aroma, smag og mundfornemmelse. Det samme gør sig gældende for mousserende vines skumegenskaber. F.eks. så er det interessant, at de 3 dominerende syrer i vin – æblesyre, vinsyre og mælkesyre – har vidt forskellige virkning på skumegenskaberne. Som det fremgår af tabel 1 har æblesyre og mælkesyre modsat effekt,

hvilket betyder, at det har stor betydning, om der gennemføres malolaktisk gæring eller ej. Normalt vurderes en langsom og dermed langvarig frigivelse af bobler/CO<sub>2</sub> som ønskeligt og forbundet med høj kvalitet, og det vil en malolaktisk gæring bidrage til. Det er derfor muligt at "Muscaris" vine kan opnå væsentligt forbedrede skumegenskaber ved at malolaktisk gære dem, og det kan derfor være alt for tidligt at dømme sorten uegnet til mousserende vin. Det kan jo også være, at det optimale er som i Champagne at lave et blend af flere sorter, og i et sådant blend kunne "Muscaris" have en rolle med primært fokus på aroma, mens "Villaris" måske er den komponent, som skal sikre en bedre skumstruktur. Mens en tredje måske bidrager med mere mundfyldte f.eks. "Souvignier gris" eller "Solaris"? Der er mange ting, der stadig er behov for at undersøge.

#### Proteiners betydning

Med hensyn til effekt på skumegenskaber er proteiner nogle af de mest studerede stoffer. Dette selvom der kun er mellem 4 til 16 mg/L i vin, og således i en helt anden målestok end de nævnte organiske syrer (1000 gange mindre). Den lave mængde samt det faktum, at der findes mange forskellige proteiner (protein er ikke bare protein), gør måske også at det stadig er uklart, om deres effekt skyldes de enkelte stoffers hydrofobe egenskaber eller molekylestørrelse eller noget helt tredje. Stoffernes effekt kan meget vel også være pH afhængige og dermed

ydermere vanskelig at forudsige. Det generelle billede er, at protein indholdet er positivt korreleret med øget skumhøjde, men negativt med stabilitet, men der er også tilfælde, hvor det modsatte er fundet! Som regel forsøges dette forklaret med forskelle i proteintype og disses forskellige hydrofobiske egenskaber. Jo mere hydrofobe proteinerne er, jo mere øger de stabiliteten (styrker den tidligere nævnte overfladespænding). En måde at gruppere proteinerne på er baseret på deres oprindelse. Her kan man skelne mellem frugt-proteiner og gær-proteiner. Hvor de proteiner, der stammer fra frugten, oftest er koblet med glukoseholdige suktermolekyler. De kaldes derfor glyco-proteiner, mens gærens proteiner er koblet til suktermolekyler baseret på mannose. Disse kaldes således manno-proteiner. Sukkerdelen i disse sukker-protein komplekser er ofte bestående af en længere kæde af suktermolekyler – såkaldte polysakkarider – og det betyder, at der er mange mulige kombinationer af protein-sukker komplekser med forskellig størrelse og dermed også forskellige effekter på boblernes overflade/væskefilm. Nogle vil øge stabiliteten, andre ikke. Endelig reagerer proteiner og sukkerstoffer også med vinens indhold af fenoler og bidrager til, at det hele bliver meget komplekst. Generelt vurderes proteiner dog som meget vigtige, og derfor frarådes det f.eks. også at gennemføre klaring af mosten med bentonit, som vil fjerne protein og dermed reducere skumstabiliteten. Imidlertid ser det ud til, at det især er de protein-polysakkarid komplekser, der stammer fra gæren, som har de mest positive effekter på skumegenskaberne. Det er derfor, at den tid som vinen bliver lagret på gæren i flasken (sur lie) er af stor betydning for boblernes egenskaber. Den mest negative effekt ved en bentonit klaring vil derfor nok ofte være, at vinen bliver for lav i sit indhold af gærtilgængeligt kvælstof og vitaminer, da helklasepres i forvejen er en procesmetode, som ekstraherer lavt indhold af indholdsstof-

fer fra drueskindet. Jeg vil derfor anbefale, at man efter helklasepres nøjes med en simpel klaring med bundfældning/sedimentering ved lav temperatur uden brug af bentonit (eller andre klaringsmidler).

### Gærens autolyse

Når gæringen senere i processen er afsluttet i flasken dør gæren, og efter 2-3 måneder begynder den at nedbrydes og gå i opløsning. Som tidligere nævnt kaldes dette for gærens autolyse. Undervejs i denne proces nedbrydes først gærcellernes cellevæg, og cellens indre membraner opløses, hvorved de stoffer, som cellen er opbygget af og indeholder i cellevæsken, frigøres og siver ud og går i opløsning i vinen. Efter ca. 3 måneder begynder indholdet af disse gærstoffer langsomt at kunne måles i vinen, og det topper efter ca. 18 måneder, og undervejs frigøres forskellige stoftyper gradvist, alt efter hvilken del af gæren der bliver nedbrudt. I starten er det således mest de stoffer, som cellevæggen er opbygget af, og der vil primært være tale om ret store molekyler, som så efterfølgende nedbrydes yderligere, således at f.eks. manno-proteinernes proteindel adskilles fra sukkerdelen (Alexandre & Guilloux-Benatier, 2006). Cellevæggen er udover manno-proteiner også opbygget af glucan, der også har en positiv effekt på skumkvalitet. De stoffer, som efterhånden frigives fra cellens indhold, er mere sammensatte, men det er især aminosyrer, proteiner og lipider (fedtstoffer), som alle forbindes med positive skum egenskaber. Som noget af det allersidste frigives nukleinsyrerne, som opbygger cellekernes DNA. Disse menes primært at have indflydelse på smagen. Derudover påvirker proteiner smagen (sødme og bitterhed), og aminosyrer er vigtige forstadier til aromastoffer. Udover at autolyseprocessen påvirker skumegenskaberne frigøres således også smags- og aromastoffer, som giver sur lie lagret mousserende vin de karakteristiske "brød aromaer" (Alexandre & Guilloux-Benatier, 2006).

### Skumegenskaber i frugtvin af forskellige æblesorter

De omtalte eksempler i figur 1 med druevine har efterfølgende inspireret til, at vi også har testet skumegenskaberne i en stribe æblesorter. Her var skumstabiliteten generelt lavere, men viste også betydelige sortsforskelle. "Gråsten" og "Cox's Pomona" nåede kun skumstabilitetsmålinger på 50-80 sekunder, mens "Filippa" og "Ildrød Pigeon" holdt skum indtil 90-120 sekunder og de 3 sorter med størst skumstabilitet var "Dronning Louise", "Nørregårdsæble" og "Bramley" med skumtider på 120-140 sekunder. Vinene havde ligget ca. 14 måneder "sur lie". De kortere skumstabilitetstider er formentlig koblet til æblers næsten totalt dominerende æblesyre indhold, og gennemførelse af malolaktisk gæring kan således være et middel til at forøge skumstabiliteten; men vil jo også ændre vinens smags og duft egenskaber. I sidste ende er det et spørgsmål om, hvilken vinstil man søger at opnå. 

### Litteratur:

Alexandre & Guilloux-Benatier (2006): Yeast autolysis in sparkling wine – a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 12, 119–127, 2006

Desuden er 2 reviews af Belinda Kemp & al. centrale baggrundskilder og anbefalelsesværdig læsning, hvis man vil dykke dybere ned i emnet: Belinda Kemp, Hervé Alexandre, Bertrand Robillard & Richard Marchal (2015). *Effect of Production Phase on Bottle-Fermented Sparkling Wine Quality*. Journal of Agricultural and Food chemistry. Vol 63 side 19–38.

Belinda Kemp, Bruna Condé, Sandrine Jégou, Kate Howell, Yann Vasserot & Richard Marchal (2018): *Chemical compounds and mechanisms involved in the formation and stabilization of foam in sparkling wines*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 24 sider.