

Druemodning vurderet ved kemiske analyser

Carl-Henrik Brogren

Vinmarken Grandhøjgaard, Birkerød, Topas vineriet, Herlev
og Vinosigns, Hellerup.

FDV Forårsseminar 2025, Fredericia

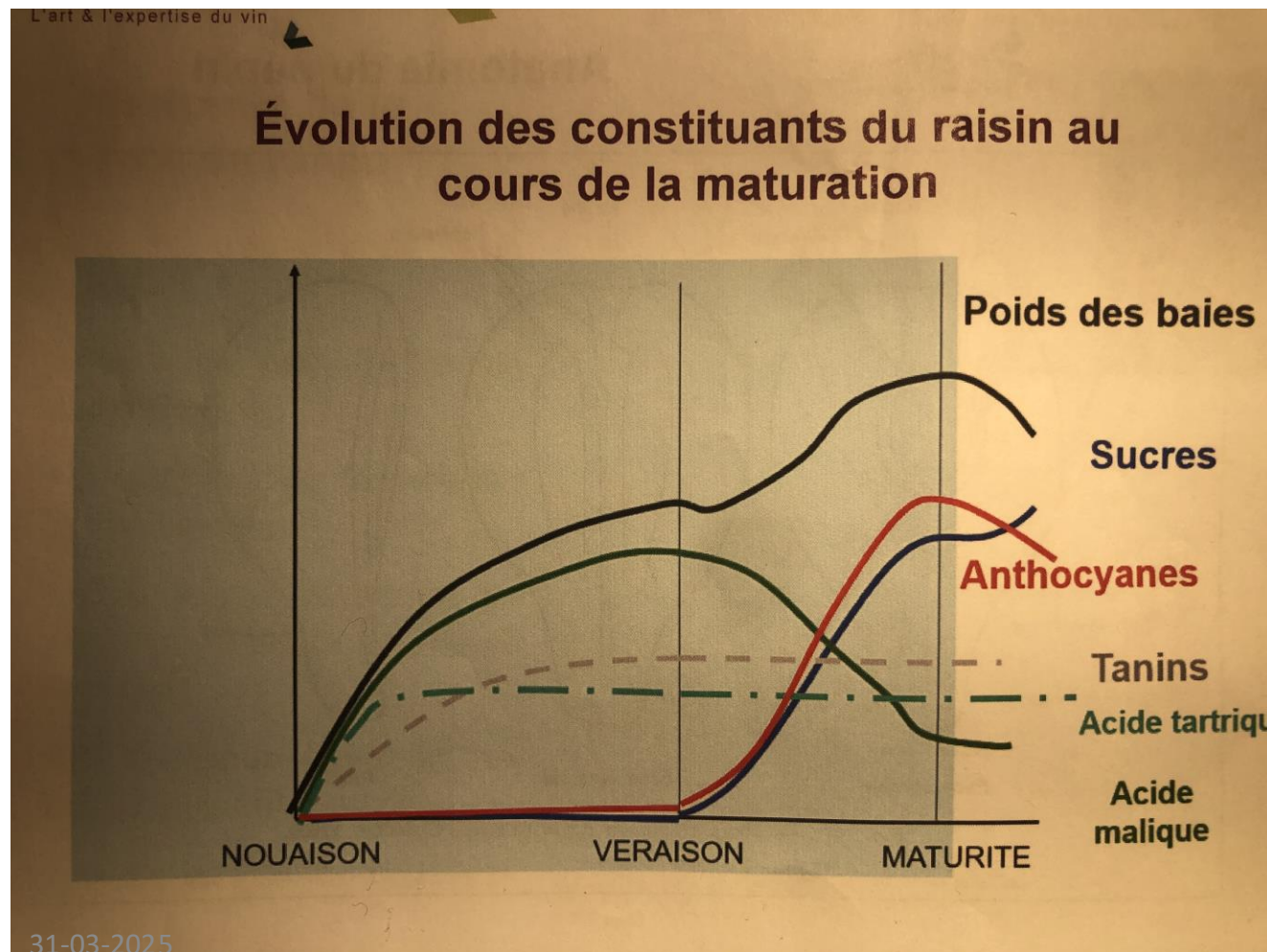
den 29. marts

Del 2

Referencer: ICV Hérault-Beziers, d. 1.8.2024: "Formation dégustation des baies",
Plumpton college - intensive course, 10.4-14.4.2023: "Principles in sparkling wine production",
Københavns Universitet - Master diplom , 1.1-30.6.2017: "Cold Climate Viticulture and Enology"

Druemodning vurderet ved kemisk analyse

Udviklingen over tid af udvalgte analytiske parametre



Parametre for analyse af druemodning over tid (8-10 uger) fra farveskifte til fuld modning ved måling på druemost:

1. Sukkerindhold (Brix, Oechsle eller densitet)
2. Syreindhold i g/L eller %w/v (TA)
3. Æblesyreindhold i g/L eller %w/v (MA)
4. pH-måling
5. Vinsyreindhold i g/L eller %w/v (Tart A)
6. Anthocyanin (polyphenoler) (Folin C index)
7. Beregninger af diverse former for modningsindeks (Brix/TA, Brix/MA, $\text{Brix} \cdot \text{pH} \cdot \text{pH}$, TartA/MA)

Hvad kan vi se ud af tidsforløb-kurverne for druemodning

- **Druemodning varierer efter lokalisering og vinmarkens placering**
- Druemodning afhænger af lokale klimaforhold, jordbundsforhold, samt pasning af vinplanterne med gødning og beskæring.
- Druemodning varierer fra sort til sort. Nogle sorter modner med højt sukkerindhold, andre med lavt. Derfor er sukkerindhold alene ikke en modningsparameter.
- **Prøveudtagnings-variationer er uundgåelige, da kemisk målte parametre vil variere fra plante til plante, fra klase til klase og fra drue til drue i en klase udtaget til analyse.**
- Det er utroligt svært at vurdere druemodning på aromastofprofiler alene, især hos druer med højt sukkerindhold, da sukkersmagen maskerer aromastofferne
- **Man kan ikke vurdere druemodning alene ved måling af sukkerindholdet.**
- En brugbar måleparameter for druemodning, kræver en måleparameter, der signifikant ændre sig lige op til modningstidspunktet eller en beregning af et modningsindeks, der udviser en ønsket grænseværdi for modenhed.
- **I figuren på forrige slide er det kun æblesyreens fald, der umiddelbart før fuld modning udviser et sådant ændring (kræk). Med æblesyreens fald og *stabilisering* i modningsperiode, er enten denne værdi alene eller medregnet i et modningsindeks så som Brix/MA eller TartA/MA, et værdifuldt værktøj til vurdering af druemodning.**
- Den røde kurve for "anthocyaniner" er maksimal lige netop ved optimal modning, men er vanskelig at måle kvantitativt
- Sukkerindholdets stigning i modningsperioden flader ud umiddelbart før fuld modning, for evt. at stige yderligere i fuldt modne druer grundet vandfordampning/udtørring af druerne efter fuld modning er nået (kaldet overmodning).
- **Sensorisk bedømmelse af smags- og aromastoffer samt tannin-udviklingen er en vigtig del af druemodningsvurderingen.**

Analyseudstyr til druemodningsmåling

- Flydevægt (Hydrometer)
- Refraktometer (visuelt eller digitalt, ATAGO Pal-1, **ATAGO Brix/Acid2**)
- Syremålere (ledningsevne **ATAGO Brix/Acid2** eller ATAGO Acid2, Sentia Wine Analyzer/TA, amperimetrisk titrering (Vinometrica) eller kolorimetrisk titrering (VinoFerm Acidometer), Accuvin Quick-test/TA)
- Surhedsgradmåling (Dr. Meter & diverse pH-metre, **ATAGO Pal-pH**, pH-teststrimler fra VinoFerm, Bartovation, Precision Labs)
- Enzymatisk æblesyremåling (**Rida Cube Scan MA**, Accuvin Quick-test/MA)
- Enzymatisk vinsyremåling (**OenoFoss-2 TartA, MA, HAc m.fl.**)
- Spektrofotometrisk Folin C – index måling – (anthocyanin, polyphenoler)
- Optiske FTIR - Fourier transformeret infrarød optisk måling (**Winescan-SO2, Oenofoss-2**, Anton Paars Wine Analyzer, ect)
- Optiske NIR - Nær infrarød optisk måling (**ATAGO Brix/HIKARI**)

Brix% g/100 g = angiver primært sukkerindholdet (International måleenhed),
Oechsle = densitet/vægtfylde g/L minus 1000 = angiver primært sukkerindholdet (tysk-østrigsk måleenhed)

TA g/L (angivet som vinsyre) = totalt titrerbar syre svarende til den samlede indhold af både vinsyre, æblesyre samt eventuelle mindre **mængder af andre** syrer som ravsyre, mælkesyre og eddikesyre.

MA g/L = indholdet af æblesyre (Malic Acid) – oftest målt enzymatisk

Tart A g/L = indholdet af vinsyre (Tartaric Acid)

pH = surhedsgrad, et udtryk for H^+ ion koncentrationen, oftest målt med et pH-meter eller ved farveindikator (pH- strimler)

Druemodningsmåling ved kemisk analyse

Vi spørger AI Chat-GPT

- Kan man måle druemodning ved simple densitets- og refraktometrisk sukkerbestemmelser? **NEJ - da forskellige druetype har vidt forskelligt sukkerindhold ved fuld modenhed**
- Kan man måle druemodning ved totaslsyre bestemmelse? **JA - delvis**
- Kan man måle druemodning ved æblesyre bestemmelse? **JA- nok den bedste metode.**
- Kan man beregne druemodning ved modningsindeks? **JA- Brix/MA vil være bedst**
- Kan man beregne druemodning ved modningsindeks baseret på pH-måling og Brix-måling? **JA – men pH målingerne skal være meget præcise og man skal kende sine druesorter godt**
- Kan man måle druemodning alene baseret på pH-måling? **JA- hvis man kender sine druesorter godt**
- **Hvad er bedst til vurdering af druemodenhed? En kombination af kemisk analyser og visuel-sensorisk analyse**

Druemodningsstudier på Granhøjgaard 2021-2025

- Op til 25-30 sorter af især hvide druesorter er fulgt uge for uge i 8-10 uger fra slut august til slut oktober
- 2021: Atago Brix/Acid2- målinger og beregning af modningsindeks Brix/TA
- 2022: Atago Brix/Acid2-målinger og Merck Reflektometer MA målinger
- **2023: Atago Brix/Acid2-målinger og R-Biopharm Rida-Cube Scan enzymatisk MA målinger, samt FTIR Oenofoss-2 målinger (låneudstyr fra Foss). pH-måling med 3 forskellige metoder inkl. det nye ATAGO PAL-pH meter er sammenlignet. Eksamensprojekt for procesteknolog Saranya Messersmith (se reference hertil senere)**
- 2024: Atago Brix/Acid2-målinger, ATAGO Pal-pH målinger, og R-Biopharm Rida-Cube Scan MA-målinger og evt Oenofoss-2 måling (leje af Torben Toldam)
- 2025: Atago Brix/Acid2-målinger, ATAGO Pal-pH målinger og R-Biopharm Rida-Cube Scan MA-målinger (**inklusiv 4 nye ResDur-1 og 2 nye ResDur-2 sorter**)

Modning af druesorter på Granhøjgaard 2023

Brix-måling

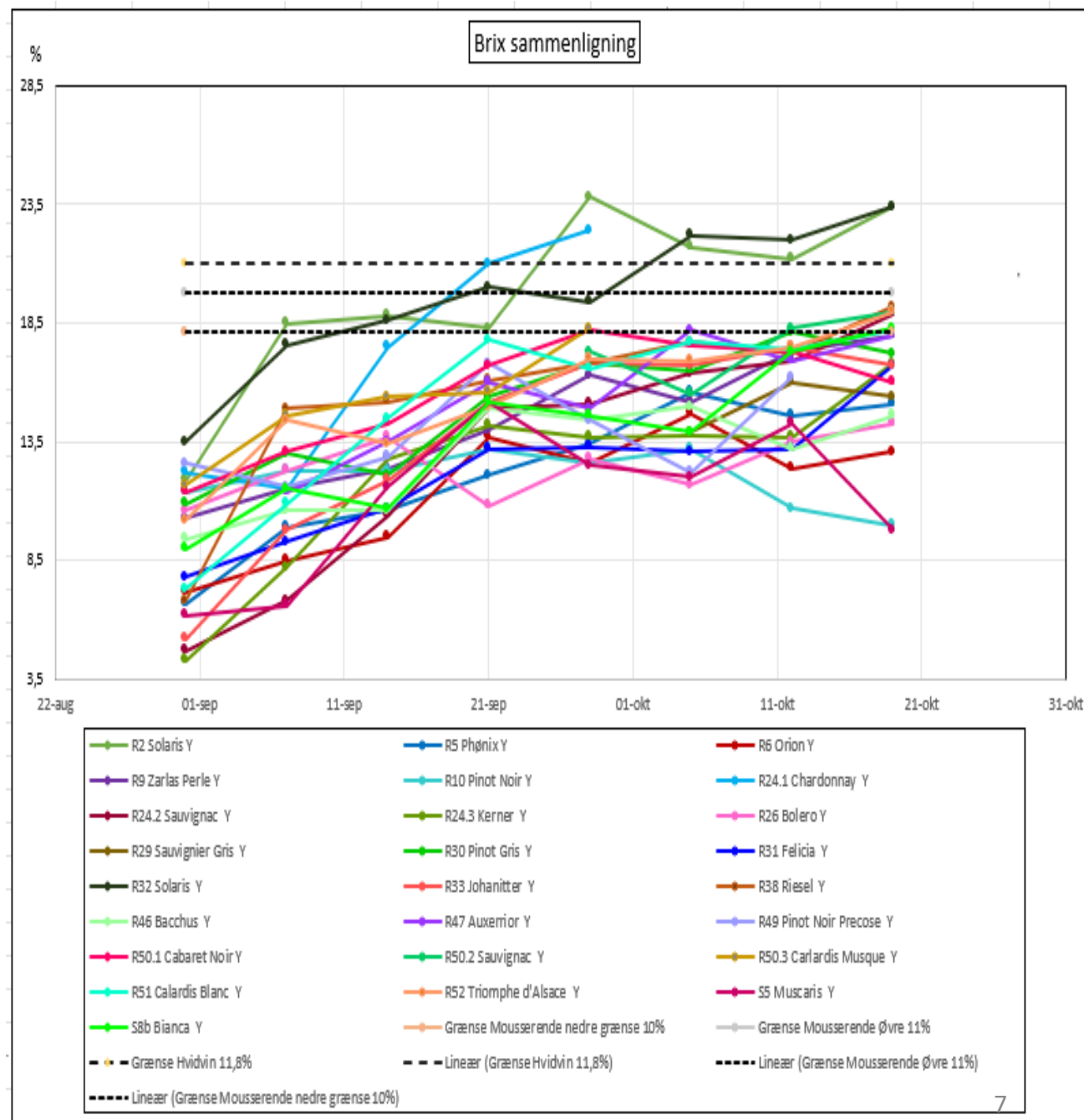
September høst (Brix>18)

- Solaris, Chardonnay tidligst
højest i sukkerindhold

Oktober høst (Brix>18)

- Blandt resterende sorter
undersøgt er der et betydeligt
antal der ikke nåede til fuldt
modning i 2023, heriblandt
Jahanetter og Muscaris

31-03-2025



Modning af druesorter på Granhøjgaard 2023

pH-måling

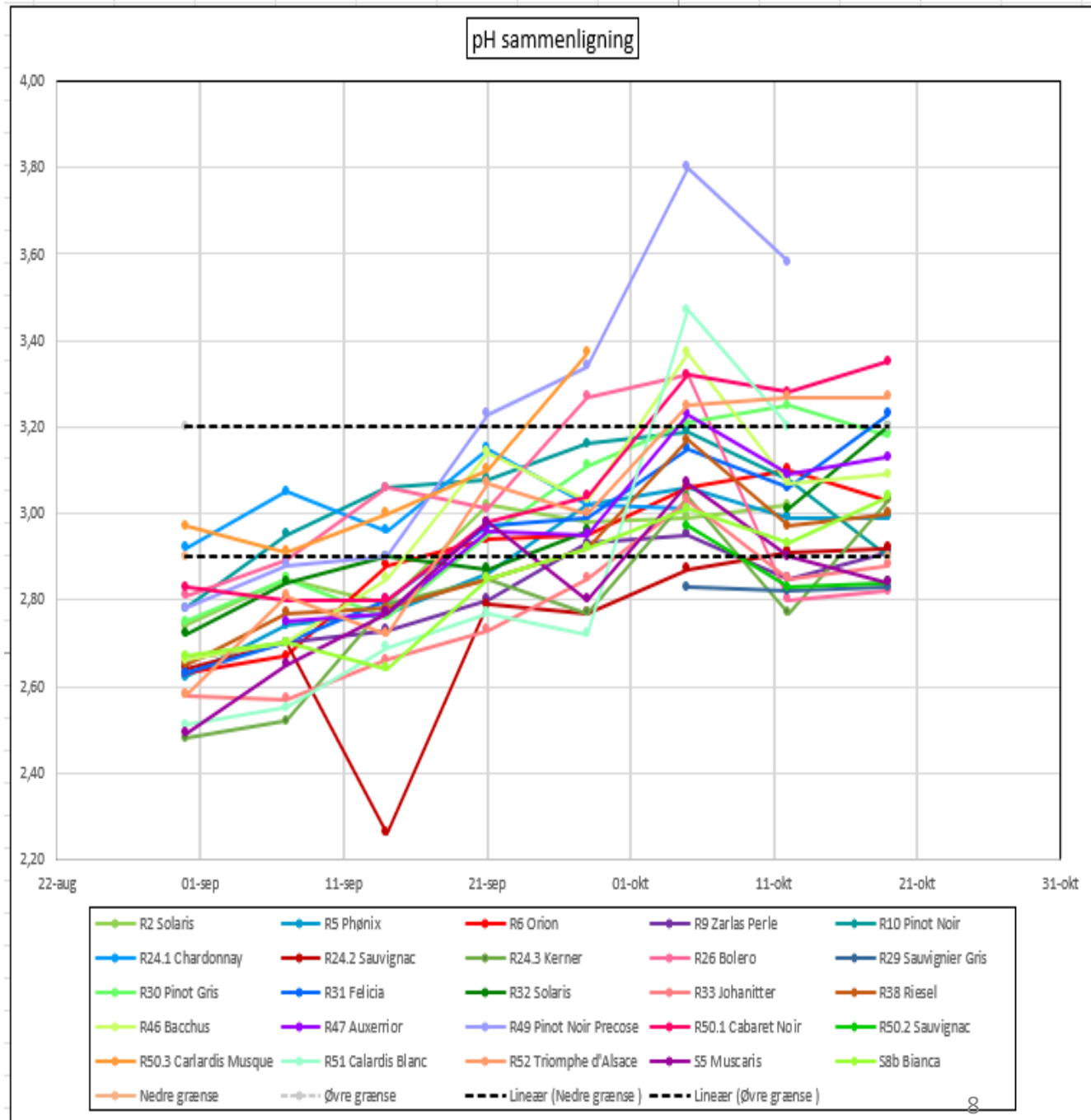
September høst (pH>3,2) eller (pH<3,2)

- Visse sorter mister hurtigt så meget syre i modningsprocessen at de bliver uegnet til fremstilling af både mousserende vin og hvidvin, hvis de ikke høstes umodne meget tidligt i september. Dette gælder bl.a. for Solaris

Oktober høst (pH>3,2) eller (pH<3,2)

- Mange sorter dyrket i Danmark vedbliver med hen igennem oktober måned at have et meget højt indhold af æblesyre, højere end vinsyreindholdet, hvilket tyder på at modningen ikke afsluttes eller gå i stå. Æblesyre kræver varme for at blive metaboliseret, så en varm oktober måned er ret afgørende for druemodning generelt i Danmark.

31-03-2025



Fire forskellige typer modningsindeks kan beregnes, der inkludere syreniveauet fald.

- Modningsindeks 1 = Brix/TA (internationalt anerkendt modningsindeks)

Sukkerindholdet stiger i modningsperioden fra farveskifte til fuld modning. Omvendt vil syreindholdet falde i modningsperioden *grundet æblesyrens metaboliske nedbrydning*. *Ved Brix/TA > 25 regnes druerne for fuldt modne*

- Modningsindeks 2 = Brix*pH*pH (internationalt anerkendt modningsindeks)

Sukkerindholdet stiger i modningsperioden fra farveskifte til fuld modning. Omvendt vil syreindholdet falde i modningsperioden hvilket vil få pH-værdien i druemosten til at stige, *Ved Brix*pH*pH > 200 regnes druerne for fuldt modne*

- Modningsindeks 3 = Brix/MA (ny type modningsindeks)

Sukkerindholdet stiger i modningsperioden fra farveskifte til fuld modning. Omvendt vil syreindholdet falde i modningsperioden *dog stort set alene grundet æblesyrens metaboliske nedbrydning*. *Vinsyrekoncentration er derimod næsten uforandret i modningsperioden. Derfor vil modningsindekset Brix/MA være et mere præcist og pålideligt end det traditioneller Brix/TA*

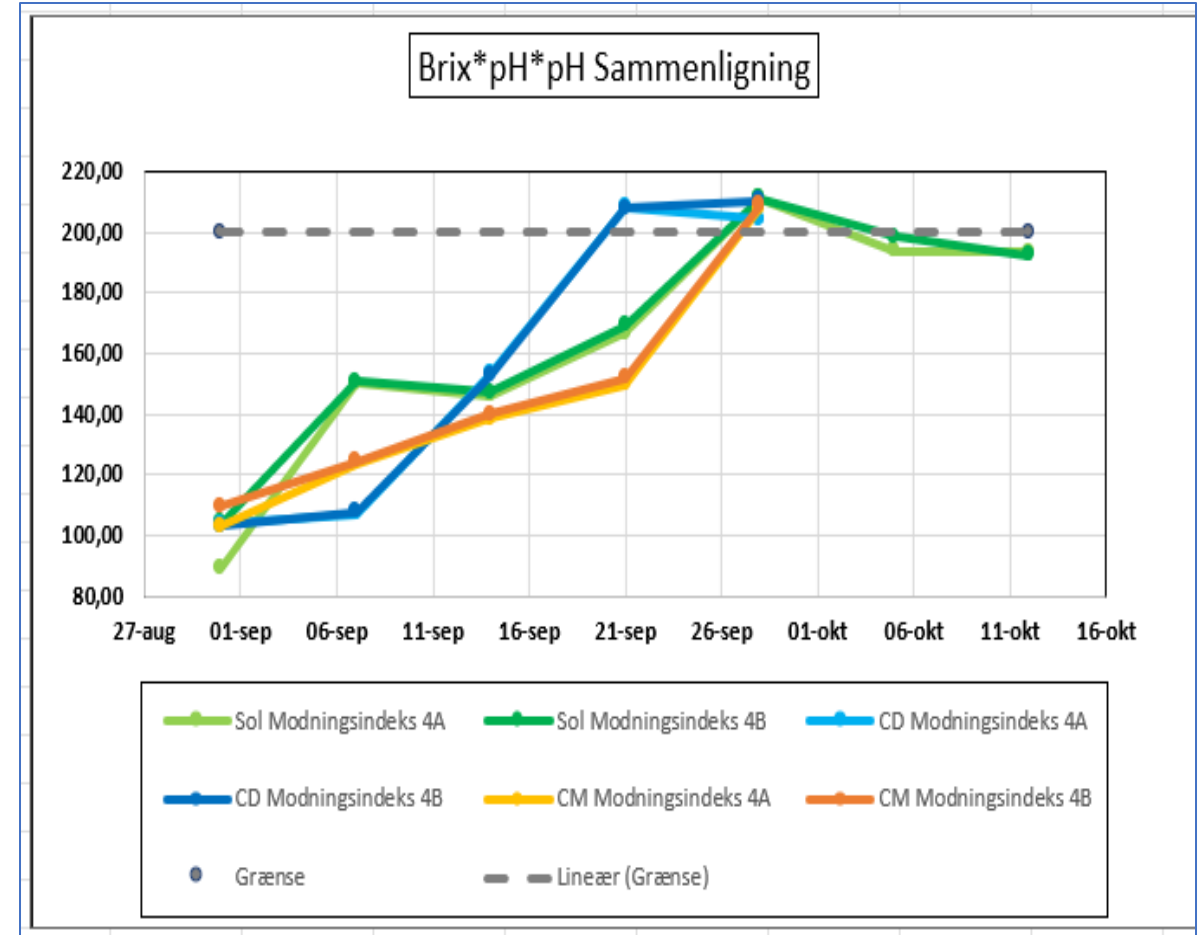
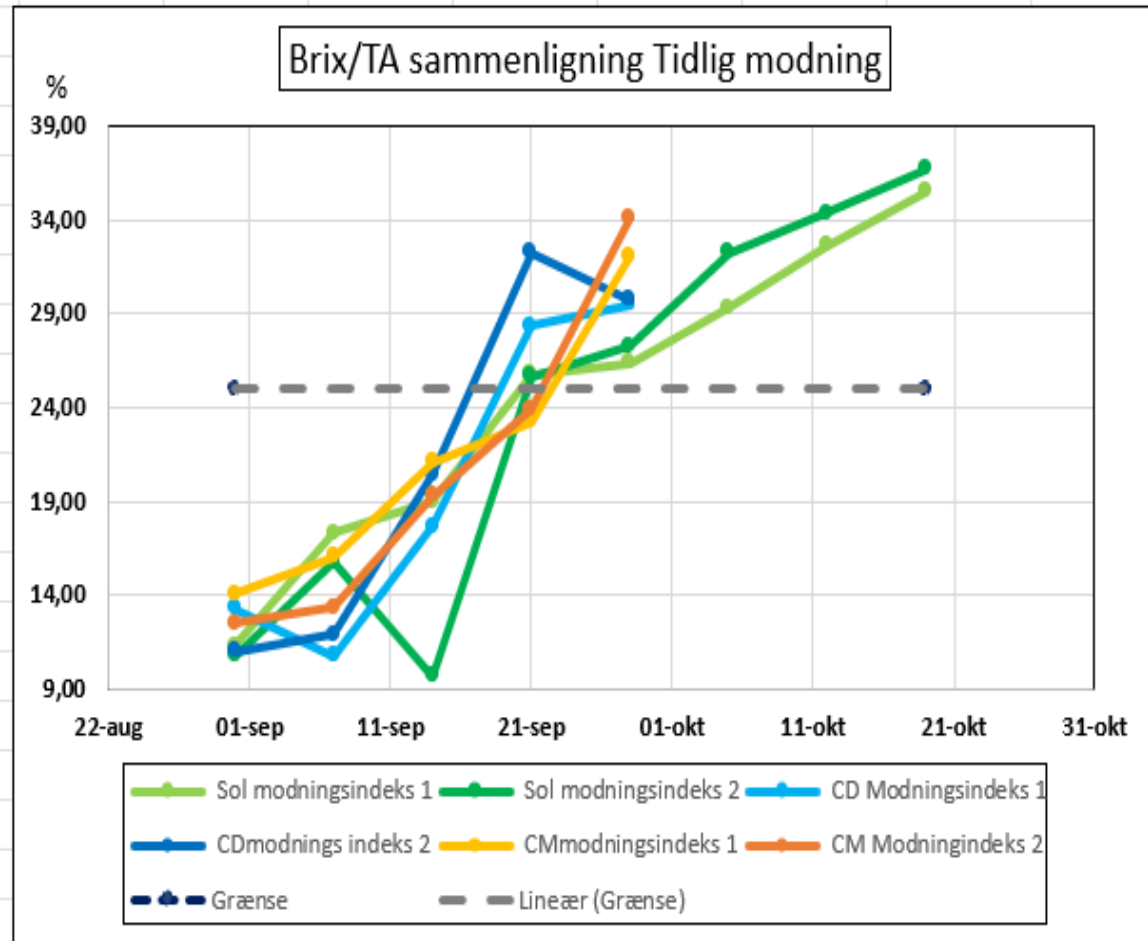
- Modningsindeks 4 = Tart A/MA (mit personlige modningsindeks)

Det er bemærkelsesværdigt at druemost ved høst i midt og Sydeuropa altid vil udvise et vinsyreindhold der højere end æblesyreindholdet, men det er lige omvendt i den druemost vi høster her i de nordiske lande. Dette skyldes en utilstrække metabolisk nedbrydning af æblesyre grundet lavere efterårstemperaturer i modningsperioden sept-okt. Den metaboliske nedbrydning af æblesyre når ikke at ske fuldstændig på vores breddegrader, heller ikke hos de tidligst modnende sorter som f.eks. Solaris, som derfor oftest vil forsætte med at indeholde mere æblesyre end vinsyre, hvilket selvfølgelig påvirker den vinstil vi er i stand til at lave.

Prøv at følge druekernernes farveskifte f.eks. hos Solaris hen over september og oktober måned, samt mål æblesyrens fald. Du vil blive overrasket over hvad du ser - så hvornår er Solaris egentligt fuldt sensorisk moden, og hvad med kerne-tanninernes modenhed?

Modningsindeks anvendt ved den kemisk analyse af druemodning

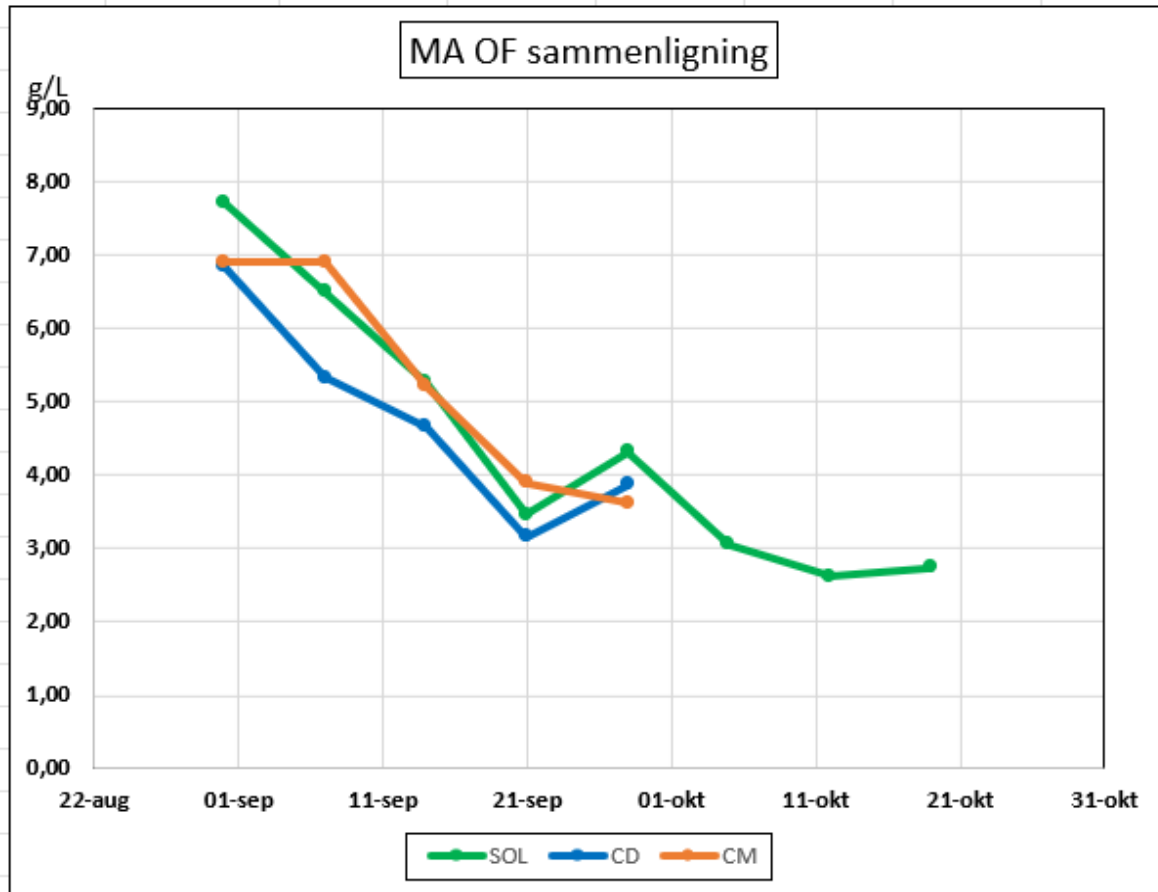
Tidlig modnende druesorter



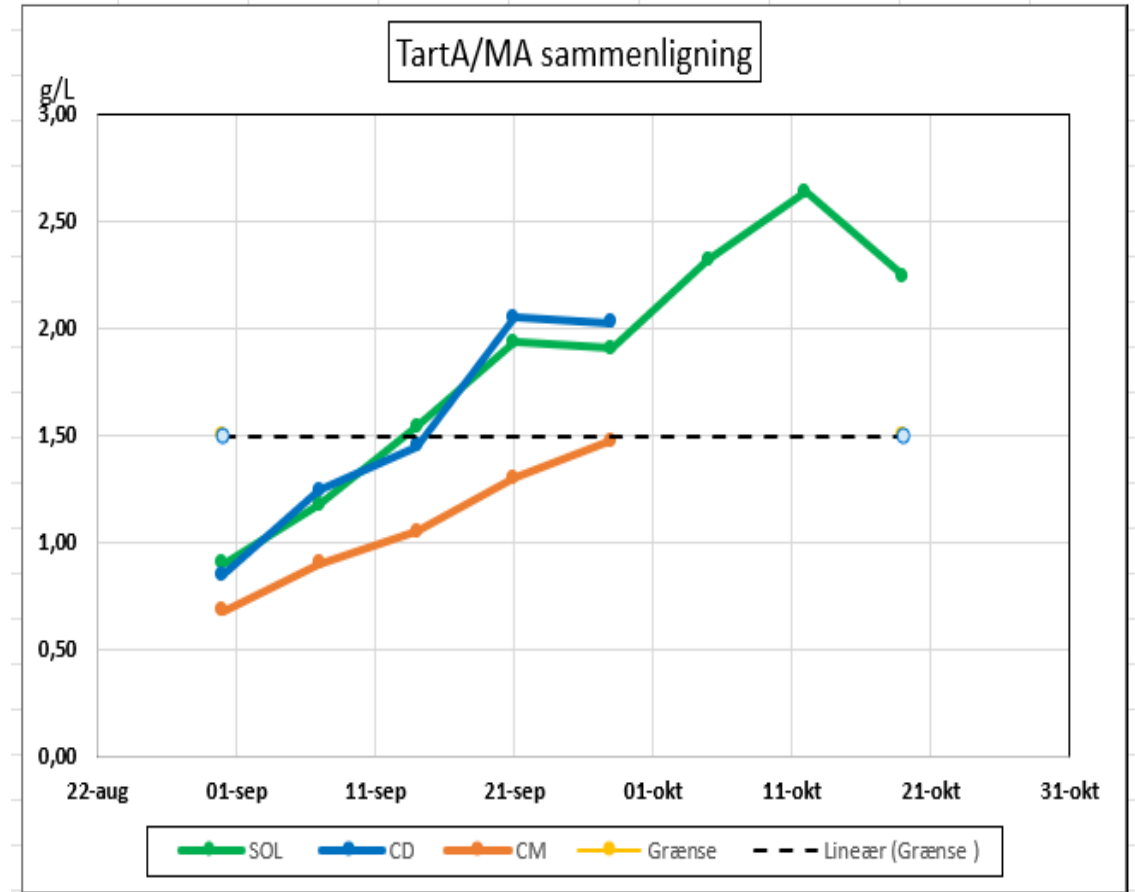
Begge typer modningsindeks (Brix/TA og Brix*pH*pH) udviser fuld modning for disse tre typer af tidligt modnende sorter (*Solaris*, *Chardonnay* og *Calardis Musque*)

MA æblesyre målinger og forholdet vinsyre/æblesyre ved den kemisk analyse af druemodning

Tidlig modnende druesorter



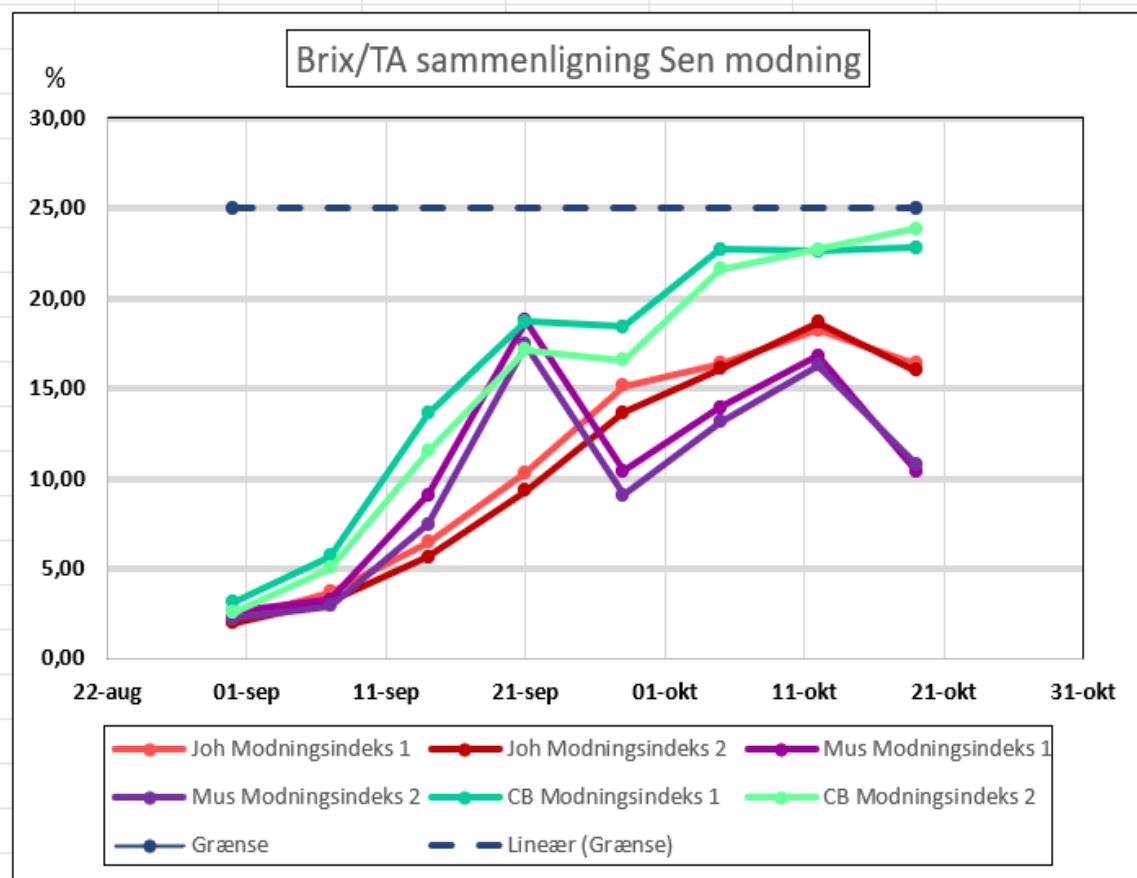
MA æblesyrens fald hos tidligst modnende druesorter. Bemærk MA kurven for Solaris først flader helt ud i slut oktober som tegn på sen fuld modning



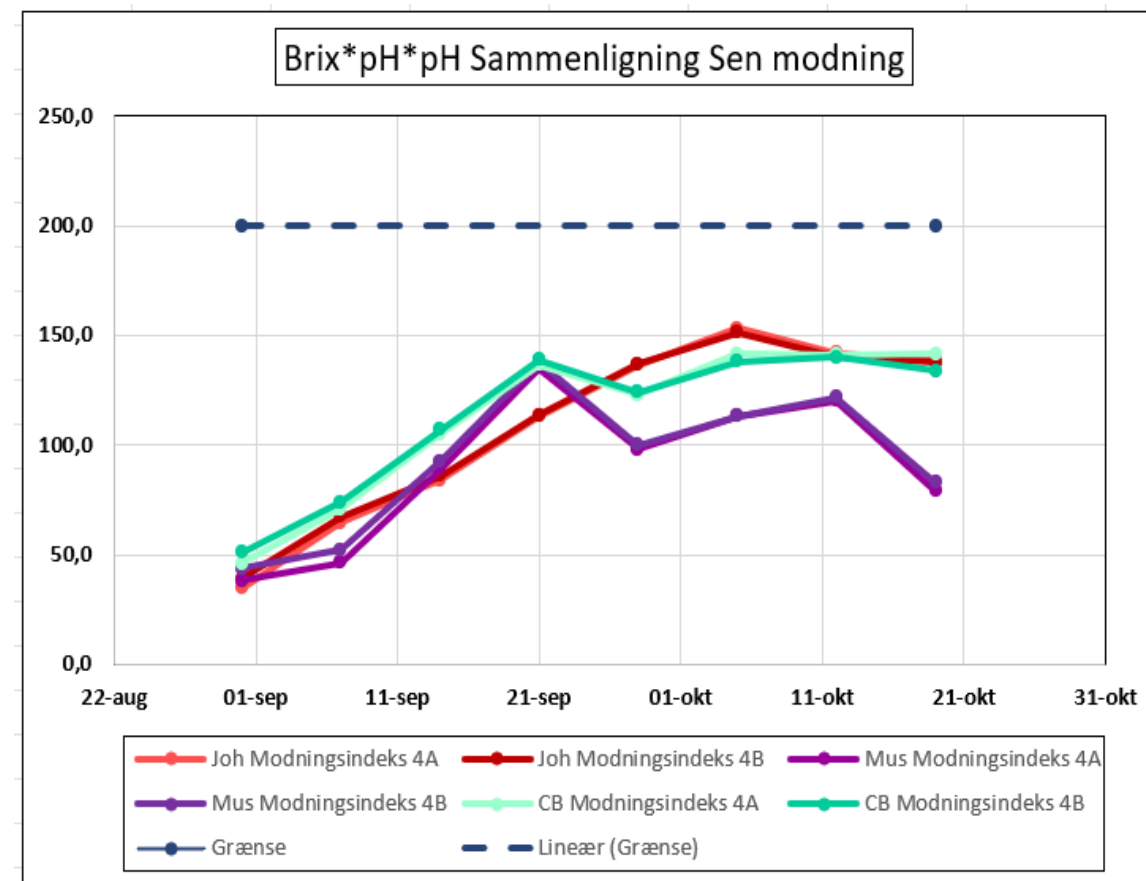
Modningsindekset TartA/MA for tidligt modnende druesorter, viser for Solaris et fortsat modning langt ind i oktober måned, grundet fortsat fald i MA

Modningsindeks for udvalgte sent modnende druesorter ved den kemisk analyse af druemodning

Sent modnende druesorter



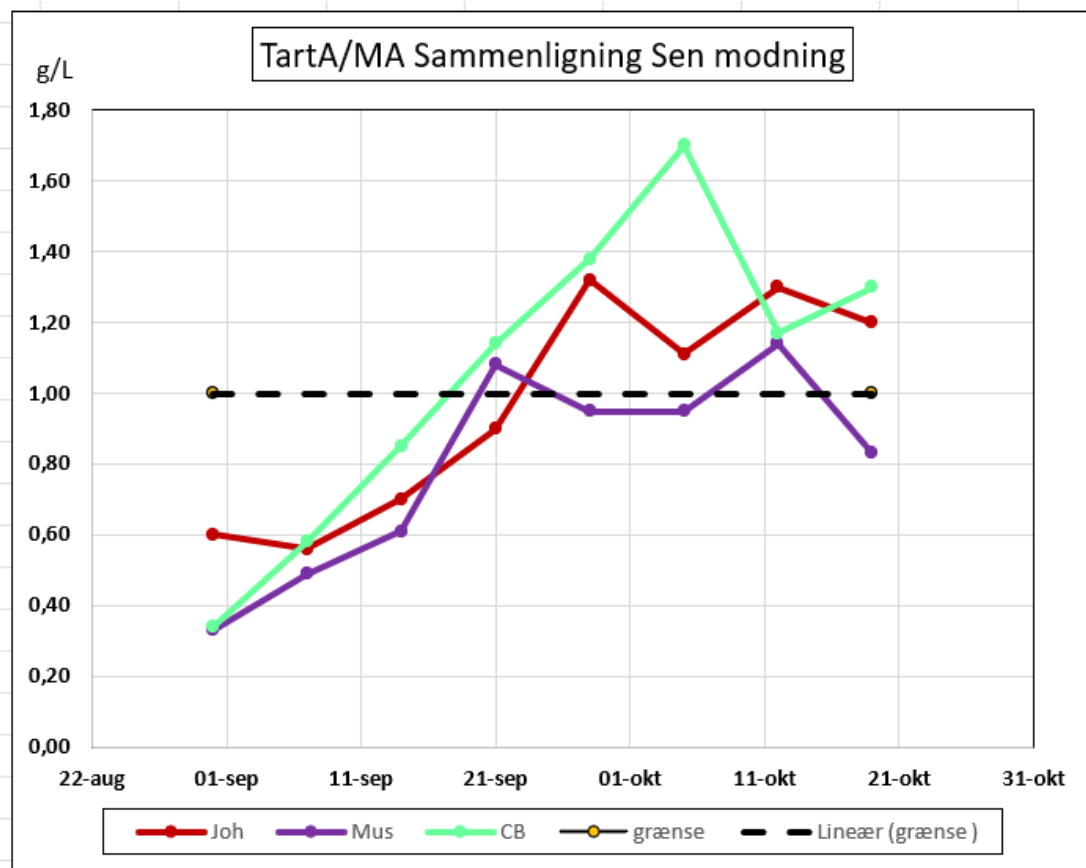
Kurverne viser 3 sorter (*Johanitter*, *Muscaris* og *Calardis Blanc*), der ikke nåede at modne på Granhøjgaard i 2023



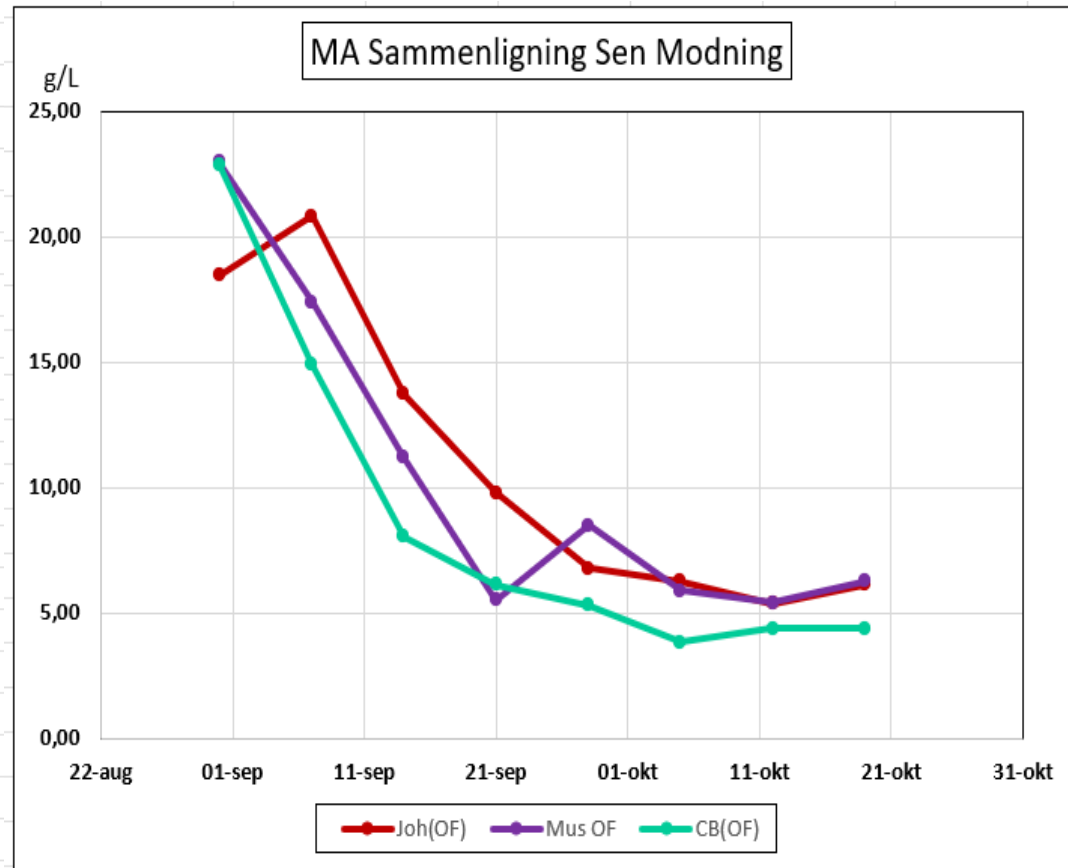
Kurverne viser de 3 samme sorter (*Johanneter*, *Muscaris* og *Calardis Blanc*), der ikke nåede at modne på Granhøjgaard i 1923

Modningsindeks for udvalgte sent modnende druesorter ved den kemisk analyse af druemodning

Sent modnende druesorter



Iblandt de sendt modnende sorter ses det at *Calardis Blanc* fortsætter sin modning til starten af oktober, mens *Muscaris* stopper sin modningsproces allerede i slutningen af september

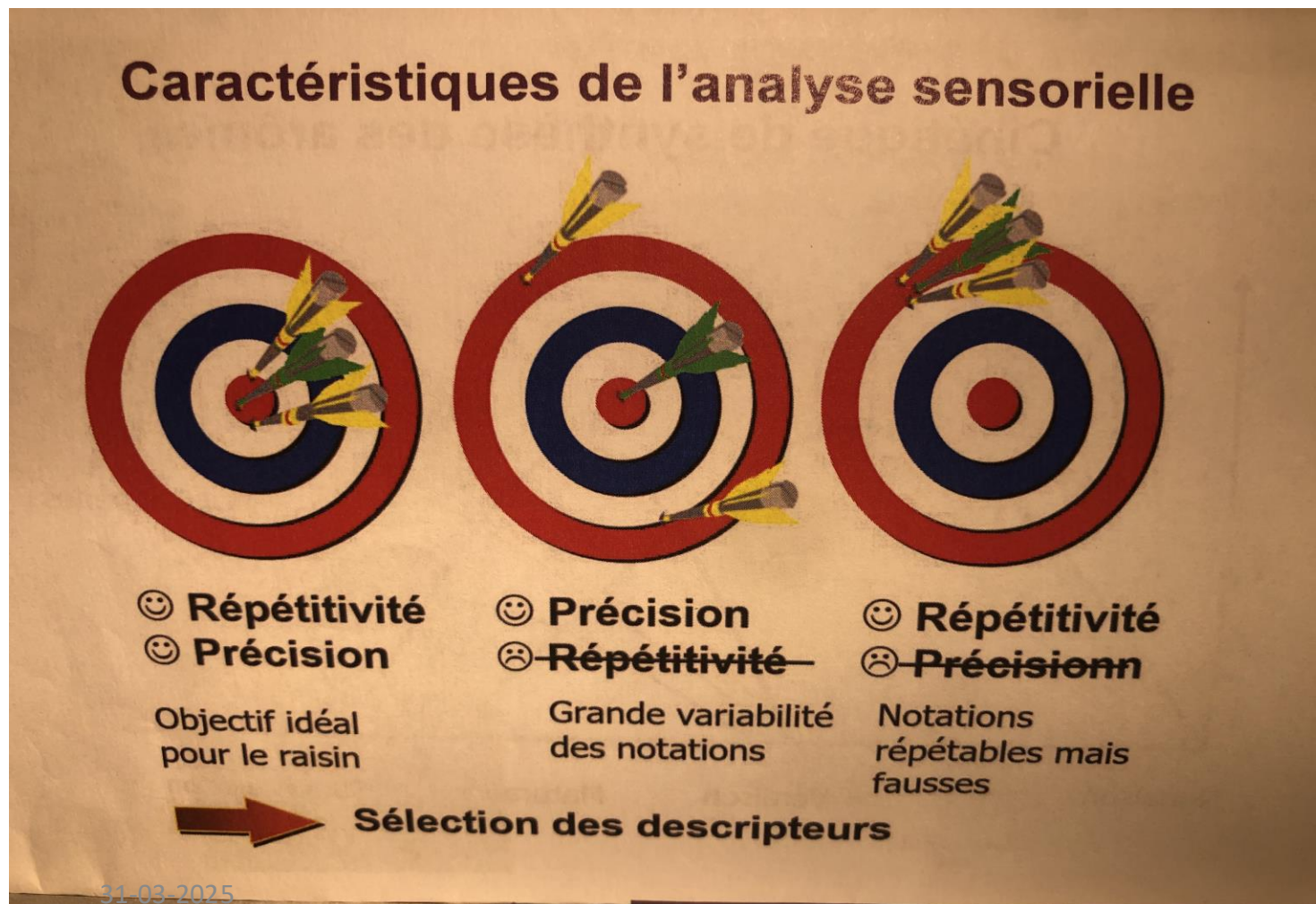


Den samme modningsprofil ses på MA kurvernes falds direkte. *Calardis blancs* MA falder til ind i starten af oktober, mens *Muscaris* stopper sin modning allerede slut september. Kun *Calardis blanc* kommer under den høje værdi på 5 g/L.

Observationer på tidligt og sent modnende druer på Granghøjgaard i 2023 i 2024

- De tidligst modnende sorter er dem der først angribes af hvepse, og dermed er i risiko for at blive angrebet af acidobacter (eddikesyrebakterier), som hvepse spredte fra drue til drue. Det øger risikoen for dårlig vinkvalitet og høje VA-værdier.
- De lidt senere modnende druesorter ses ofte at være sundere ved høst medførende en betydelig bedre hygiejne i høsten med mindre sorteringsarbejde ved høsten, og deraf oftest også en bedre vinkvalitet
- De seneste modnende druesorter opnår i de fleste år på vores breddegrader ikke fuld modning, men må høstes umodne, med en deraf dårligere vinkvalitet til følge.
- Min konklusion er derfor at de tidligst modnende sorter byder på så mange udfordringer med hvepseangreb, tidlige meldug, vinskimmel og Botrytis angreb, at fordelene ved tidligt modning ikke modsvarer et ønske om høj sundhed og høj vinkvalitet.
- Selv høst til mousserende vin, der traditionelt foretages lidt før fuld modning for at sikre et tilstrækkelig syreniveau, vil sandsynligvis blive kvalitetsmæssig bedre ved fuld eller næsten fuld modning med mindre aromaprofilen er uønsket til den ønskede vinstil
- Alt andet lige vil modne druer kunne lave en bedre vinkvalitet grundet et højere indhold af de attraktive aromastoffer, der først dannes umiddelbart før fuld modning.
- Den mest ideel druetype til dyrkning i Danmark, er derfor ikke den tidligst modnende, men derimod den sort, der er sundest ved høst og så moden at druearomaprofil træder tydeligt frem i vinen. Her har jeg det personlig ikke godt med muscat (alias rosin) smagende druesorter så som *Solaris*, *Muscaris*, *Johanitter*, *Calardis Musque*, *Zarlas Perle* m.fl..
- Det er endvidere vigtigt at druesorter har et naturlig højt indhold af vinsyre, hvad flere tyske Piwi-sorter ikke har, thi efter kuldestabilisering kan der være så lidt eller ingen vinsyre tilbage, hvilket så betyder at det ofte høje indhold af æblesyre karakteristisk ved høst af danske druer, altovervejende vil dominere syreprofilen, hvilke vil give en vintype der smager mere af æble end af drue. Hvis al æblesyres fjernes vil mælkesyre blive for dominerende.

Analyseusikkerhed – Præcision versus nøjagtighed



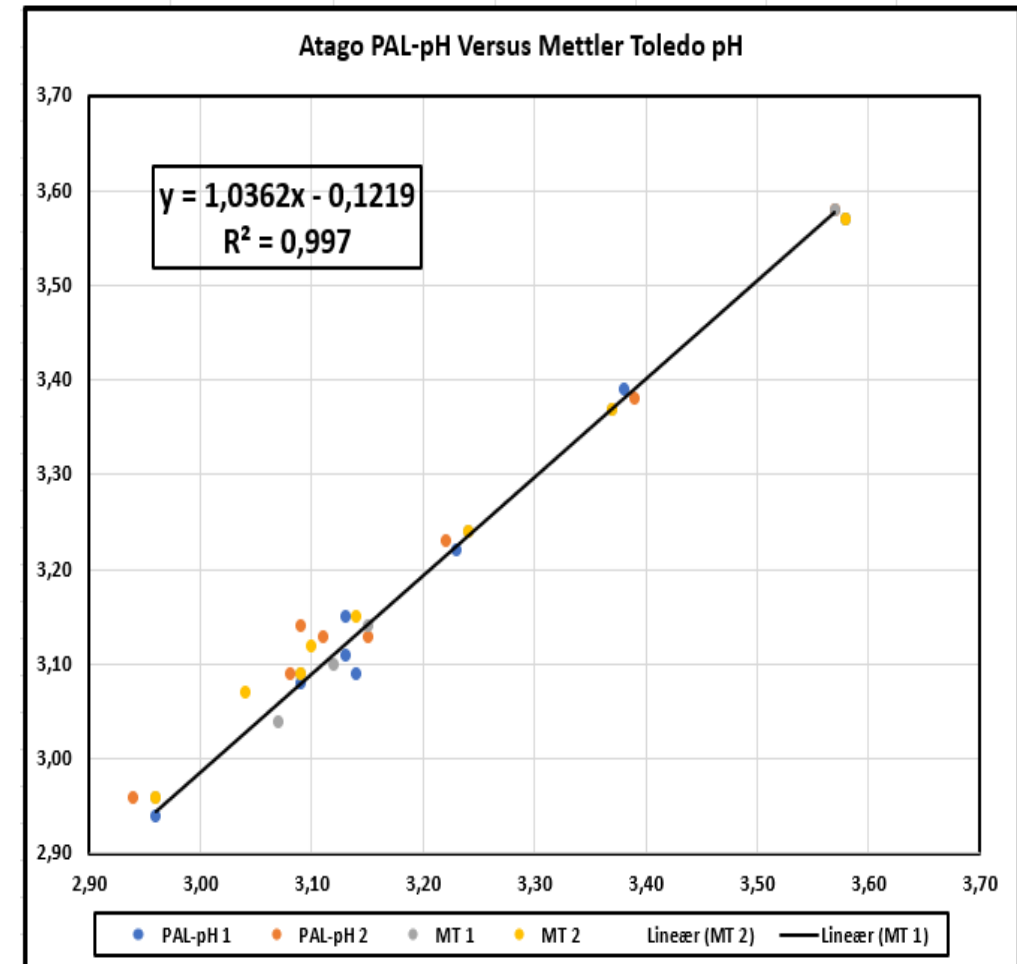
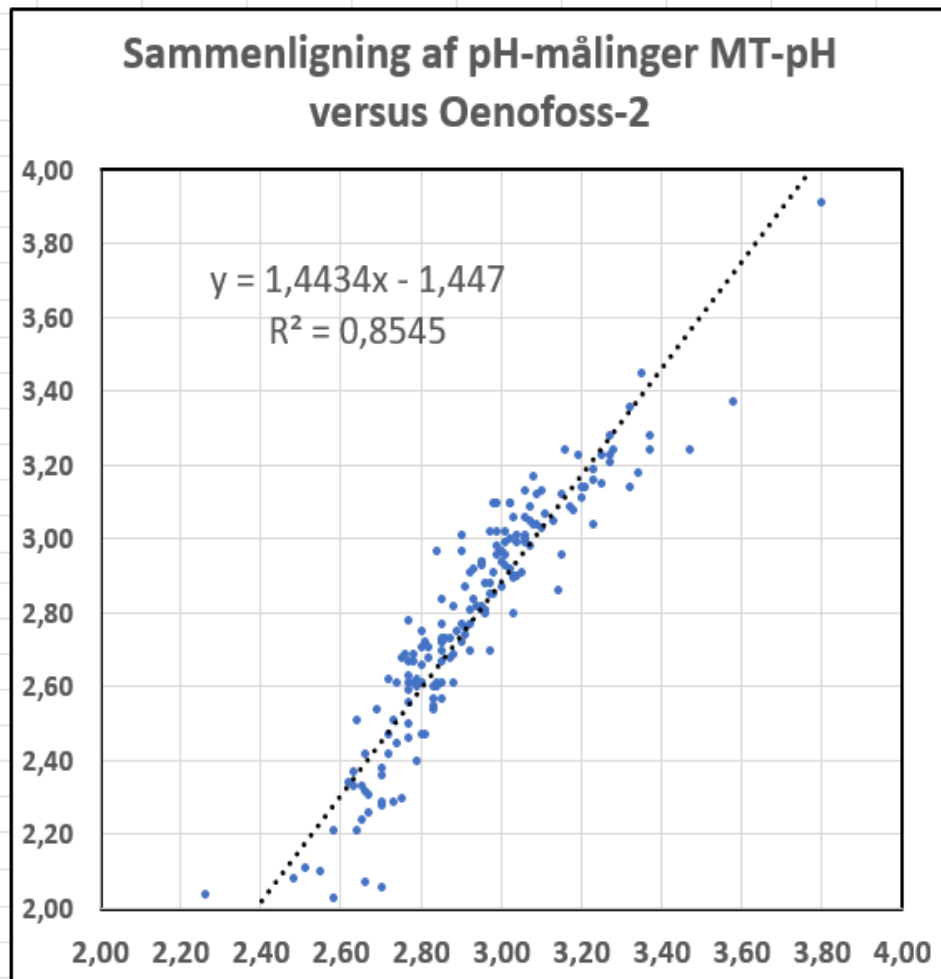
Hvad er forskellen på præcision og nøjagtighed i analysearbejde?

Præcision udtrykker hvor ens målinger bliver ved gentagelser

Nøjagtighed også kaldet akuratesse
Udtrykker i hor højgrad en nåling udtrykker den sande værdi

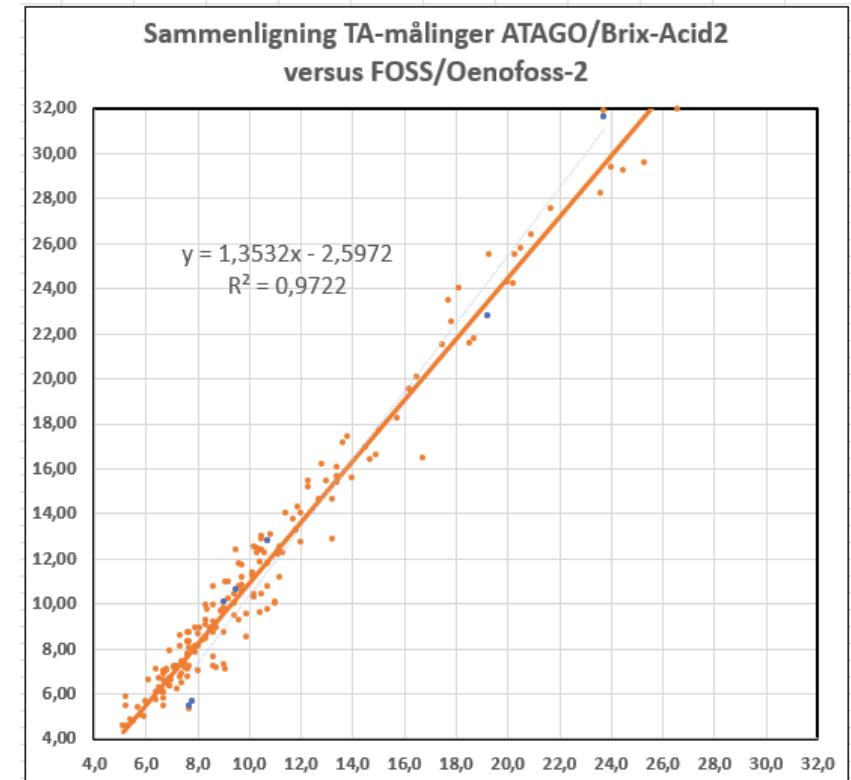
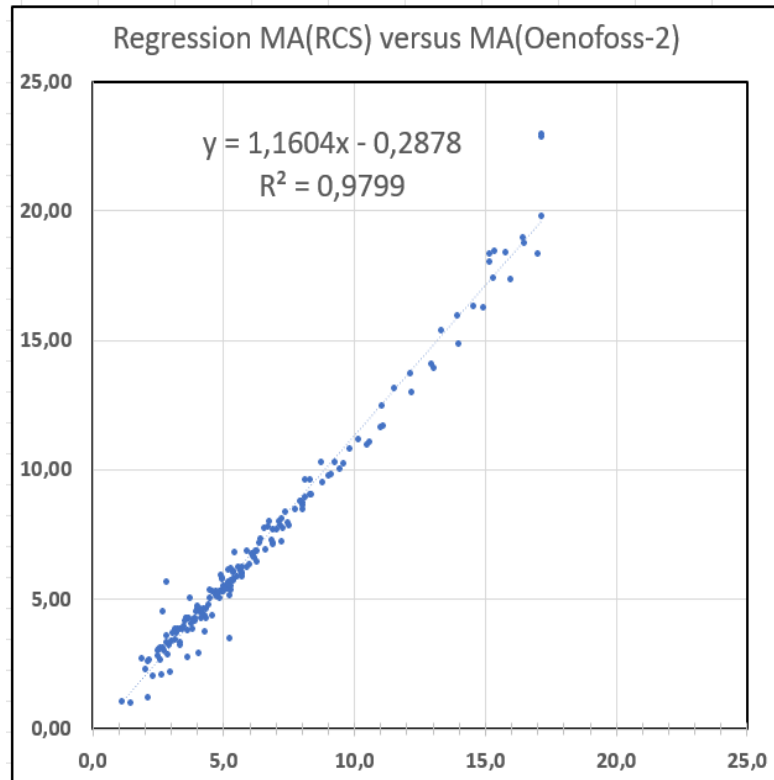
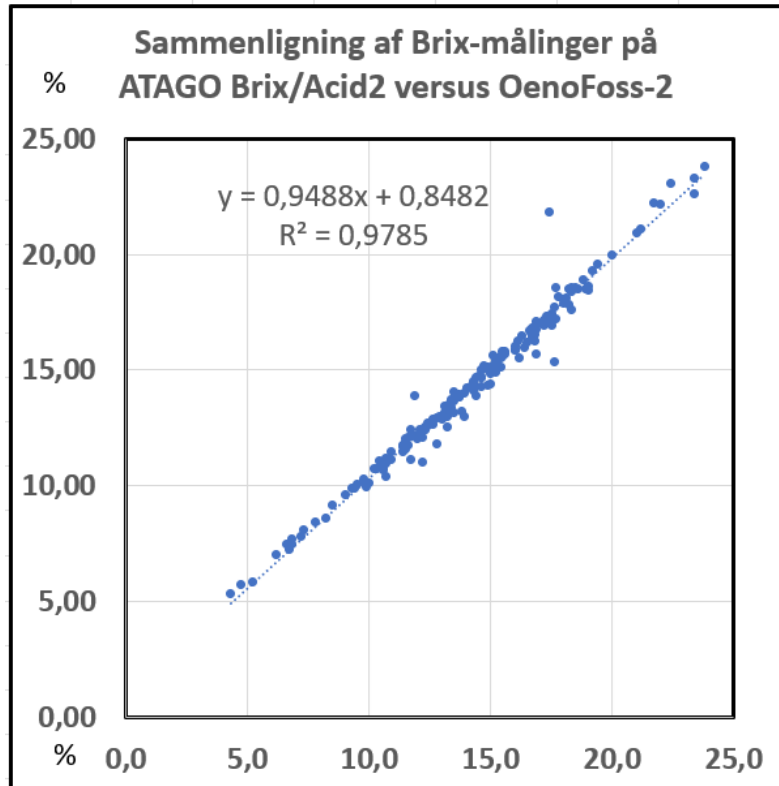
Analyser præcision og Nøjagtighed undersøger ved såkaldte regressionsanalyser, som der efterfølgende vises eksempler på fra disse druemodhedhedsanalyser.

Analyseusikkerhed – Præcision versus nøjagtighed



Regressionsanalyser, som vist her, er det redskab man ofte bruger til at validere kvaliteten af en analysemetode ved at sammenligne to analysemetoder med hinanden, eller vil om to laboratorier, der anvender samme metode får troværdige enslydende værdier

Analyseusikkerhed – Præcision versus nøjagtighed – hvad er forskellen?



I yderligere regressions vist her har vi fokuseret på at undersøge pålideligheden af målinger foretaget af FOOD relativt nyudvikling Oenofoss-2 udstyr. Undersøgelserne viser at Oenofoss-2 målingerne er pålidelige og troværdige til måling af æblesyre i forhold til den enzymatiske RCS metode, og til Brix måling i forhold til ATAGO refraktometret, men at Oenofoss-2 TA-målinger i forhold til ATAGO acidometret **ikke stemmer overens** ved høje TA værdier. Hvilken metode, der har bedst akkuratess, vides dog endnu ikke.

Klimaforandring og druemodning 2025-75

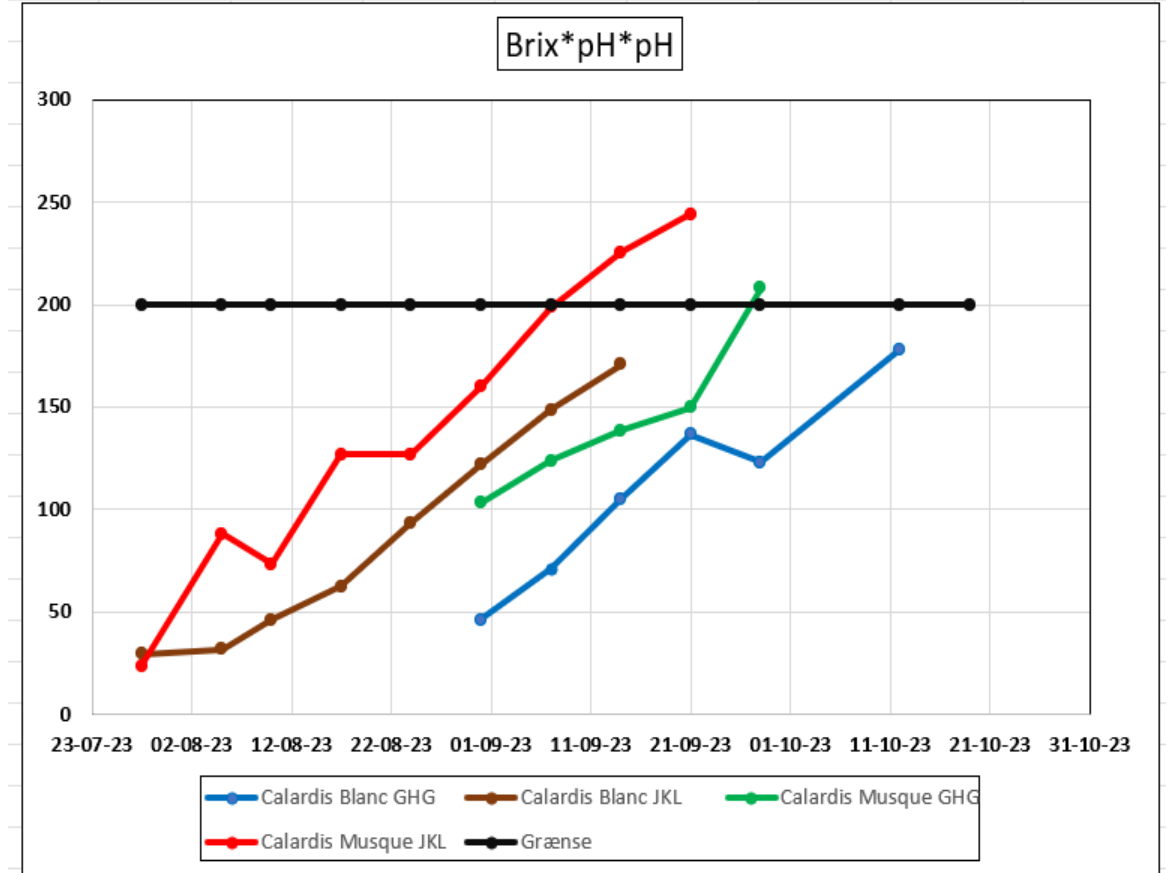
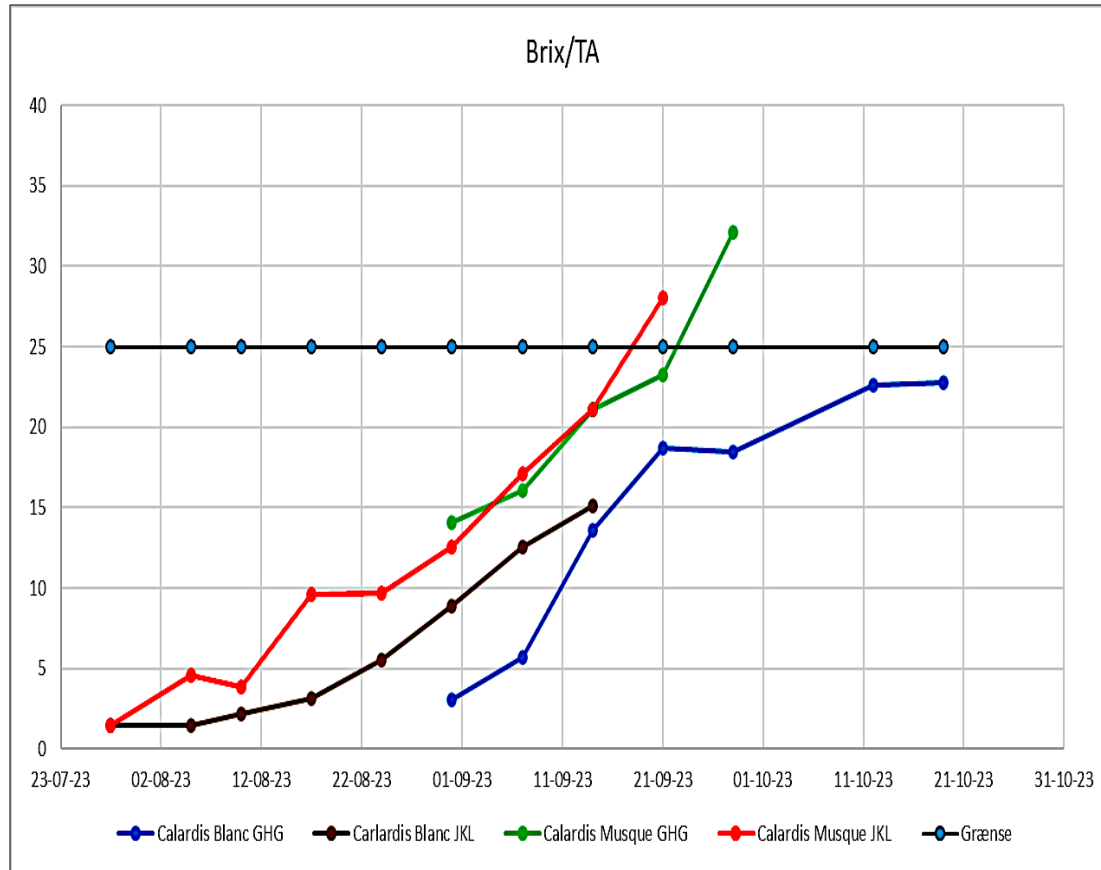
Der foregår en omfattende debat både i Europa og på internationalt plan og hvordan klimaforandringer vil ændre vilkårene for vinfremstilling og vindyrkning i forskellige klimazoner

Nogle mener, at vi i Danmark om 50-60 år vil have klimaforhold som de nu har i Sydfrankrig, og dermed skulle Danmark på denne måde blive et attraktivt vindyrkningsområde inden for 1-2 generations tidsramme.

Andre mener klimaforandringerne er overdrevne og har en meget længere tidshorisont.

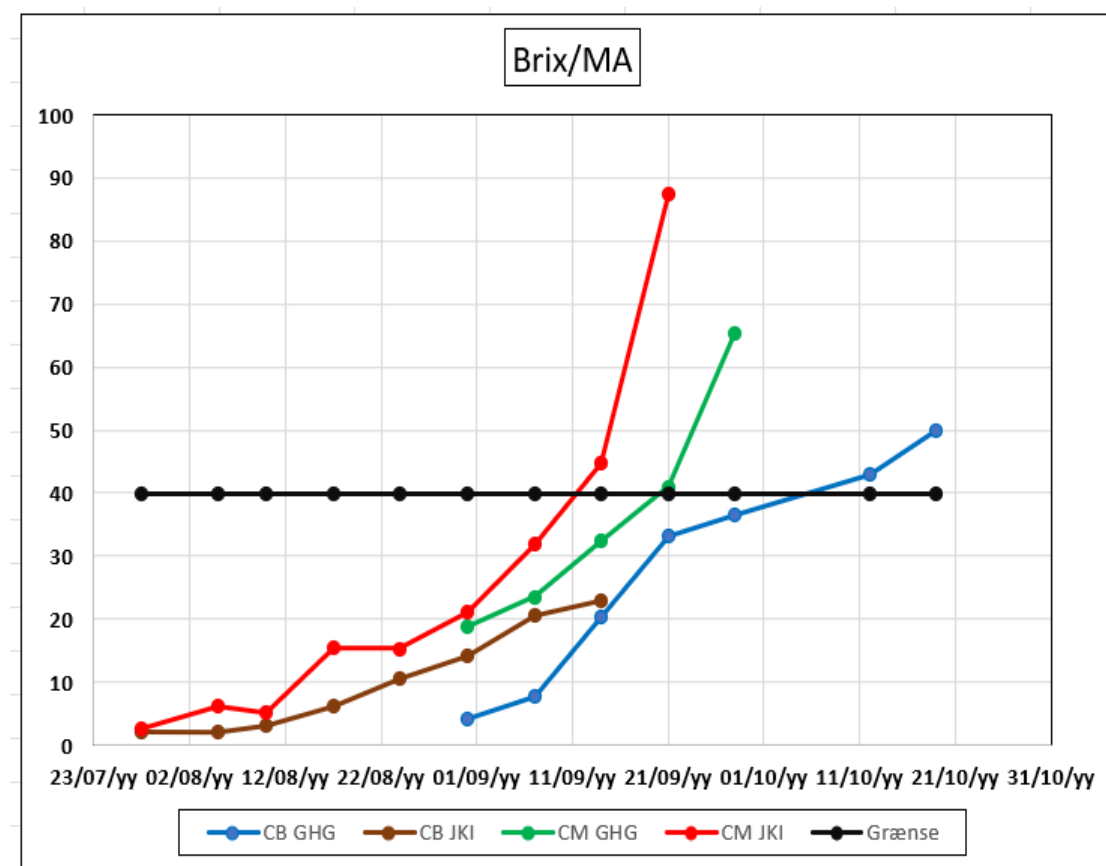
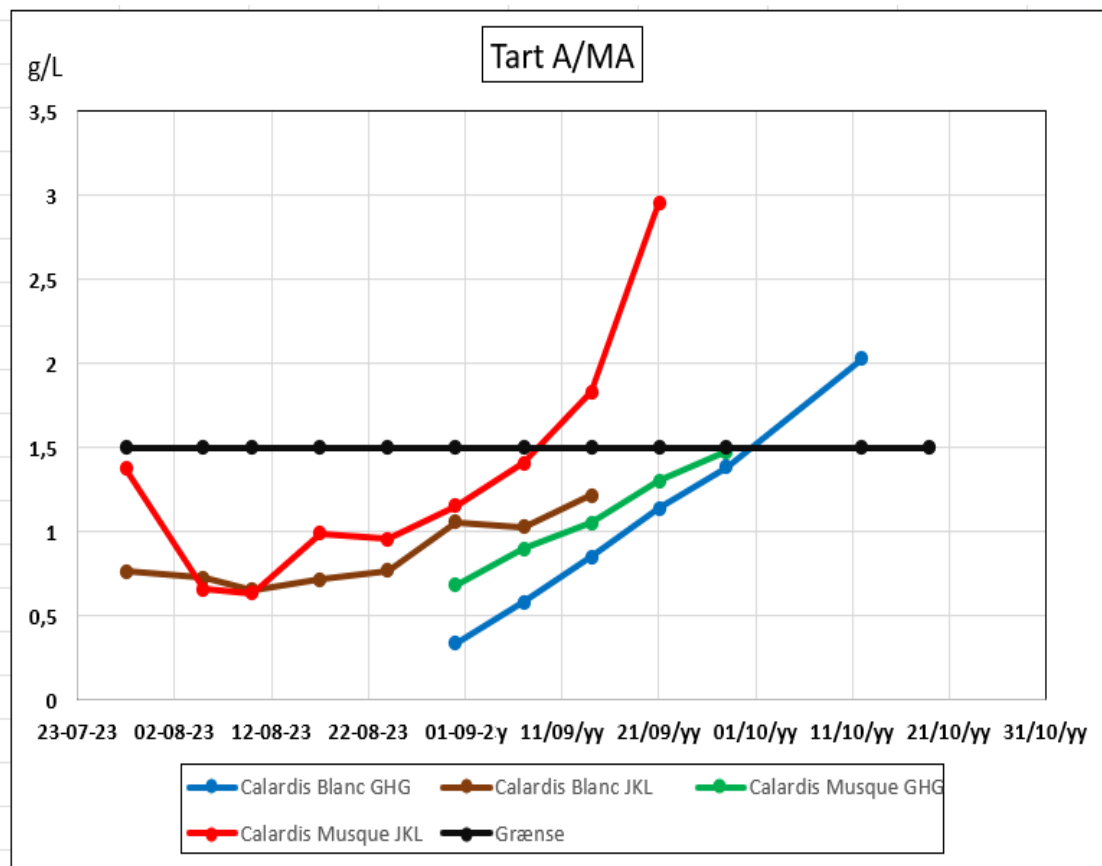
I begge tilfælde i relation til druemodning, og druesort 'valg her i Skandinavien, er det under alle omstændigheder nok vigtigt at gøre sig klart at druemodningsprofiler at de sorter vi dyrker nu som f.eks. Solaris og evt kommende FastGrape sorter formodentlig inden for et overskuelig tidsramme, vil være et dårligt valg, og give de samme problemer i vinfremstillingen som den nu almindelig kendte sorter som *Chardonnay*, *Gamay*, *Carbernet Sauvignon*, *Merlot* , etc, nu er konfronteret med i Sydeuropa.

Druemodning i forskellige Klimazoner – Sydtyskland versus Danmark



Med analysedata hjemtaget fra både Julius Kuhn Instituttet i Sydtyskland og fra Champagneområdet i Nordfrankrig og forhåbentlig også fremadrettet med bl.a. Resdur sorter dyrket i Sydfrankrig, Norfrankrig og i Danmark

Druemodning i forskellige Klimazoner – Sydtyskland versus Danmark



Disse undersøgelser på 2 tyske JKI sorters modning (*Calardis Musque* og *Calardis Blanc*) i henholdsvis Sydtyskland og i Danmark viser en forskydning i druemodningen på ca. 1-2 uger, men det ses også at hvis fuld druemodning ikke nås inden starten af oktober, vil den pågældende sort næppe nå tilstrækkelig modenhed og dermed ikke på nuværende tidspunkt været egnet til vinproduktion i Danmark. Desuden skal de herskende klimaforandringer, der gradvis gør druemodningen tidligere og tidligere tages i betragtning ved valg af nye druesorter med udplantning i Danmark.

- Druemodning sker tidligere og tidligere grundet klimaforandringer også i vores klimazone.
- Derfor vil traditionelle sorter dyrket i traditionelle vinlande over tid blive udskiftet med nye senere modnende sorter.
- Det sammen vil være tilfældet for tidligt modnende sorter dyrket nu i Norden
- Hvilket sorter, der vil vise sig som fremtidens bedste, handler imidlertid ikke kun om modningsprofiler, men også om ønsket vinstil og den vinkvalitet som nye sorter kan skabe.
- Et nyt 4-årigt EU-projekt, GrapeBreeding4IPM, netop igangsat, skal belyse og informere om nye druesorter for fremtiden, deres egenskaber og vinstil, bedre markedsføring ved at øget kendskabet til disse druesorters vinstil og vinkvalitet, etc.

[illegible]

Referencer til kemisk druemodning og klimaforandring

- Carl-Henrik Brogren, August E. Brogren (2024): **Fra drue til glas – Druemodning**, Season 1, Ep. 3, <https://shows.acast.com/fra-drue-til-glas/episodes/fra-drue-til-glas-druemodning>
- Saranya Mira Messersmith (2024). **Druemodningsstudie**. Zealand – Sjællands Erhvervskademi, Januar 2024 (Eksamensopgave i processteknologi) <https://vinosigns.dk/wp-content/uploads/2024/04/Druemodningsstudie-2023-Saranya-Ver-3.5-FINALPRINT.pdf>
- Sébastien Doutreloup* 1,2, Benjamin Bois1,3, Benjamin Pohl1, Sébastien Zito1 and Yves Richard1 (2022). **Climatic comparison between Belgium, Champagne, Alsace, Jura and Bourgogne for wine production using the regional model MAR**. OenoOne, 56 (3) 1- <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.3.5356>
- Reinhard Töpfer · Oliver Trapp (2022). **A cool climate perspective on grapevine breeding: climate change and sustainability are driving forces for changing varieties in a traditional market** Theoretical and Applied Genetics (2022) 135:3947–3960 <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04077-0>
- Jacob Ruby (2019): **Hvad gør klimaforandringer ved vinbruget?**. Vin under Lup. Blog af Jakob Ruby: <https://vinunderlup.dk/hvad-goer-klimaforandringer-for-vinbruget/>
- FN's regionale informationscenter (2023): **Klimaforandringer og bæredygtig vinproduktion i Norden**. <https://unric.org/da/klimaforandringer-og-baeredygtig-kvalitetsvin-i-norden/>