

FRUHPH: Aplicació de les Ultra Altes Pressions d'Homogeneïtzació en suc de fruita i vins per a la millora de la qualitat i la conservació sense additius

Resum

La Ultra Alta Pressió d'Homogeneïtzació (UHPH) és una tecnologia física emergent amb potencials aplicacions en la indústria alimentària. La UHPH és una tècnica no tèrmica, ràpida i eficient que pot esterilitzar líquids a baixes temperatures degut a la seva alta capacitat d'inactivació de microorganismes per disrupció cel·lular, així com la inactivació d'enzims oxidatius que podrien malmetre la qualitat del producte. El tractament per UHPH permet obtenir aliments fluids amb una vida útil millorada i amb una molt bona estabilitat fisicoquímica i sensorial, alineant-se amb una tendència de mercat actualment creixent.

El present projecte permet explorar les aplicacions de la tecnologia de la UHPH en dos àmbits alimentaris: (1) en el camp dels suc de fruita per obtenir suc i concentrats menys processats, evitant la filtració esterilitzant o tractaments tèrmics agressius i, (2) en el sector vinícola, aplicant aquesta tecnologia emergent en diferents etapes del procés de vinificació: en el most abans de la fermentació, en vi tranquil i vi base per escumós, en vi negre destinat a criança o en vins dolços, permetent la reducció de l'adició de sulfits i reduint o eliminant la població microbiana indígena o contaminant. En general, es volen obtenir suc, mostos i vins amb menys additius (sulfits) i menys processats però amb una òptima i millorada qualitat sensorial i nutricional.

Objectius

L'objectiu principal del projecte és l'avaluació de la tecnologia UHPH com a tecnologia física no tèrmica per a l'estabilització de begudes d'origen vegetal com és el vi, els suc i concentrats per tal de reduir l'ús de conservants i millorar les seves característiques organolèptiques.

Els sistemes actuals UHPH encara no s'han provat en totes les etapes possibles on aquesta tecnologia podria aplicar-se per solucionar diferents requeriments de les indústries vitivinícola i dels suc i, per tant, és necessari realitzar proves en entorns reals.

Els objectius específics del projecte global són:

1. Validar la tecnologia UHPH en la indústria de les begudes d'origen vegetal (suc, concentrats i vi) i estudiar la vida útil de productes pasteuritzats i estèrils emmagatzemables a temperatura de refrigeració i ambient, respectivament.
2. Avaluar i quantificar la millora en les característiques nutricionals i funcionals de les begudes obtingudes.
3. Avaluar la millora en el perfil sensorial dels productes respecte a les tècniques de conservació actuals.
4. Eliminar o reduir l'ús de conservants d'origen químic en l'elaboració de begudes d'origen vegetal, concretament els suc/mostos, concentrats i vins.
5. Creació de nous productes com vins joves disponibles tot l'any, incrementant el mercat dels mateixos.
6. Millora de l'eficiència energètica de la indústria alimentària de begudes vegetals.
7. Sensibilitzar les agències de normalització i regulació i els consumidors de vi sobre els beneficis de la UHPH com a mètode alternatiu per obtenir productes amb menys conservants.
8. Generar sinèrgies entre diferents actors rellevants del sector de les begudes d'origen vegetal mitjançant un projecte col·laboratiu compartint els resultats, millorant la competitivitat de totes les empreses i fent que l'impacte d'aquest projecte sigui per tot el sector.

Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte

S'han realitzat una sèrie d'actuacions que contemplen un gran nombre de processos i que generen nous productes al mercat:

En el **sector vínic**:

1. En el *most*, per reduir o eliminar la càrrega microbiana i poder conservar el most tractat per UHPH durant més temps després de la seva obtenció per diferents finalitats: com a font de sucre per segona fermentació, medi de creixement de cultius de llevats o elaboració de vi fora del període estacional, sense perill de fermentació espontània avançada i evitant l'ús d'altres concentracions de sulfits per a la seva preservació.
2. En *vi tranquil*, previ a l'embotellat, aconseguint amb el tractament UHPH una estabilització microbiològica, evitant dosificacions de sulfurós o filtracions amicrobiques.
3. En *vi base destinat a l'elaboració de vi escumós* per evitar un problema actual en el que es troben alguns productors com és la realització de la fermentació malolàctica en ampolla que empobreix la qualitat sensorial de l'escumós. Estudiar l'efectivitat del tractament per UHPH per eliminar les bacteries làctiques.
4. En *vi negre destinat a criança en barrica* que sigui susceptible d'estar contaminat per *Brettanomyces*, un llevat el metabolisme del qual pot produir fenols volàtils que poden malmetre la qualitat sensorial del vi final. La tecnologia de la UHPH pot ser capaç d'eliminar o inactivar aquest llevat contaminant.
5. En *vins dolços*, per estabilitzar-los microbiològicament abans de l'embotellament, evitant l'ús de grans dosis de sulfurós per evitar refermentacions dins de l'ampolla.
6. Tractament de les *lies de llevat*. La criança sobre lies és un procés que es realitza en alguns tipus de vins, sobretot en vins blancs. Durant aquesta operació es produeix la ruptura de les cèl·lules de llevat (autòlisi), fet que fa que el vi s'enriqueixi en substàncies que es troben a les parets de les cèl·lules, principalment manoproteïnes, que aporten en general al vi una millora del seu perfil sensorial. L'autòlisi és un procés relativament lent. L'aplicació de la UHPH a les lies pot produir una autòlisi o ruptura dels llevats accelerada, podent escurçar el període de criança.

En el sector dels **sucs i sucs concentrats**:

1. En el *sucs clarificats o no de poma i taronja conservats a temperatures de refrigeració i a temperatura ambient*, per estabilitzar-los a nivell fisicoquímic i microbiològic utilitzant diversos tractaments UHPH, evitant el seu deteriorament per causes enzimàtiques i microbiològiques, minimitzant les pèrdues de les seves característiques nutricionals i sensorials, degut al baix efecte tèrmic d'aquesta tecnologia. En el cas dels sucs conservats a temperatura ambient, s'ha d'eliminar el microorganisme esporulat més resistent, *Alicyclobacillus* spp, que es desenvolupa en condicions àcides, per la qual cosa el tractament UHPH és més intens en pressió i amb major temperatura d'entrada de producte, però respectant les seves característiques de qualitat.
2. *Sucs concentrats de poma i préssec conservats a temperatura ambient*. Les característiques químiques d'aquests productes, amb una concentració més elevada de sucres, condiciona la seva qualitat organolèptica i nutricional, ja que l'aplicació tradicional dels tractaments tèrmics, especialment per l'eliminació d'*Alicyclobacillus*, afecta de forma notòria a la producció de components derivats del pardejament no enzimàtic (reaccions de Maillard), amb conseqüències sobre la qualitat sensorial i en la seguretat, per la major producció de furans. Per tant, com en el cas anterior, l'aplicació de temperatures i sobretot temps de contacte inferiors en fer tractaments UHPH, permet obtenir sucs concentrats de millor qualitat, respecte als obtinguts per tractaments convencionals tèrmics.

Resultats finals i recomanacions pràctiques

1. Tecnologia UHPH

Els tractaments aplicats a les diverses matrius es van realitzar amb un equip UHPH Ypsicon Model A-60 (60 L/h) de Ypsicon Advance Technologies. L'equip consta d'un dipòsit amb un filtre de 500 µm, una bomba pneumàtica de membranes, un intercanviador tèrmic, una bomba de pistons d'alta pressió (fins a 350 MPa), vàlvules anti-abrasió, un sistema de refredament del producte i la possibilitat de prendre mostres de manera asèptica amb vàlvules Keofitt® i bosses de polietilè preirradiades. Les mostres es van recollir en una cabina de flux laminar en ampolles PET esterilitzades.

Després dels tractaments inicials en suc i mosts, la causa del desgast primerenc dels components de la vàlvula d'alta pressió, es van utilitzar nous dissenys canviant el material original de carbur de tungstè per material ceràmic especial antiabrasió, alhora per evitar la formació d'aglomerats i la possible colmatació del filtre d'entrada al sistema UHPH, els suc i mosts es van filtrar a 200 µm Ø previ als tractaments.

Així mateix, per al tractament de suc concentrats es deu substituir la bomba pneumàtica de membranes per una bomba helicoidal per assegurar el bombament i l'alimentació a suficient pressió de la bomba de pistons d'alta pressió.

1. SECTOR VÍNIC

A. Experiències amb MOST

A1. Estudi de conservació o vida útil de mostos de varietats blanques

Amb la finalitat de poder fer un estudi de conservació al llarg del temps de mostos tractats per UHPH i analitzar la influència en les seves característiques microbiològiques i diferents aspectes enològics, durant les veremes del 2022 i 2023 es van recollir i processar 8 lots de most blanc (3 Xarel·los, 1 Moscatell d'Alexandria, 2 Garnatxes blanques, 1 Parellada i 1 Macabeu. Cadascun dels mostos va ser obtingut i desfangat en els cellers col·laboradors seguint les pautes de rutina pròpies. L'únic requeriment que es demanava era que no s'afegís SO₂ a la sortida de premsa.

Cada lot de most es va dividir en 4 condicions:

- **CONTROL (C).** Most sense SO₂ i sense tractar per UHPH.
- **UHPH (UHPH).** Most sense SO₂ i tractat per UHPH.
- **UHPH + 2 g/HI SO₂ (UHPH + SO₂).** Most on se li afegeix una dosi baixa de SO₂ (2 g/HI de SO₂ total) i posteriorment es tracta per UHPH.
- **+ 6 g/HI SO₂ (SO₂).** Most on se li afegeix una dosi elevada de SO₂ total (6 g/HI) i no es tracta per UHPH.

El tractament UHPH de les condicions UHPH i UHPH+SO₂ per tots els 8 lots de most es va realitzar a una pressió de 300 MPa (3.000 atmosferes) i T_a d'entrada de producte en l'equip UHPH a 4°C. Els mostos C i amb 6 g/HI de SO₂ de tots els lots van fermentar espontàniament als pocs dies. Els tractats per UHPH (UHPH i UHPH + 2 g/HI SO₂) es van envasar asèpticament en bag-in-box per ser conservats a la càmera de 4°C i es va fer un seguiment microbiològic i enològic de la seva evolució al llarg d'un any.

Tots els mostos UHPH es van mantenir estables microbiològicament durant 12 mesos i no van fermentar. Els paràmetres enològics principals: grau alcohòlic probable (GAP), acidesa total (AT), pH no es van alterar.

Les diferents anàlisis dutes a terme en aquests mostos també van permetre establir que la UHPH pot considerar-se una tècnica protectora front l'increment de color i preservació del contingut polifenòlic, amb acció similar a l'adició de SO₂, a més de protegir la fracció fenòlica front l'oxidació. A nivell sensorial, els mostos tractats amb UHPH són acceptables per poder-los utilitzar per ser vinificats o per altres necessitats del celler.

Els resultats proven que les forces de cisalla, impacte, cavitació i fricció que la UHPH exerceix en la vàlvula quan s'aplica una pressió de 300 MPa és efectiva per eliminar completament els microorganismes presents en els mostos i inactivar enzims oxidatius.

A2. Estudi de fermentabilitat i producció de vi sense SO₂

Per a comprovar la influència del tractament per UHPH en les característiques fermentatives i qualitat del vi final, es va utilitzar un most de Xarel·lo tractat per UHPH. Es van realitzar fermentacions experimentals, estudiant les 4 condicions esmentades en l'apartat anterior, cadascuna per triplicat: C, UHPH, UHPH + SO₂ i SO₂. Es va dur a terme el seguiment de l'evolució de la cinètica fermentativa, el control de la implantació de la soca de llevat inoculada i anàlisis físico-químiques i sensorials dels vins a fi de la fermentació alcohòlica (FA) i als 4 mesos d'haver-se embotellat.

Els resultats generals mostren que, en quant a la cinètica fermentativa, els mostos tractats per UHPH presenten una velocitat de fermentació igual que els sulfitats i millor que la condició control. Aquest fet va lligat a què es va comprovar que els mostos tractats per UHPH faciliten la implantació de la soca de *S. cerevisiae* inoculada ja que prèviament s'han inactivat tots els llevats autòctons presents de forma natural en la matriu.

La caracterització enològica dels vins elaborats no va mostrar diferències significatives en els principals paràmetres fisicoquímics entre les diferents condicions avaluades. En quant a l'anàlisi organolèptica dels vins a l'acabar la FA i passats 4 mesos en ampolla, els descriptors generals (intensitat i qualitat de color, aroma, gust i post-gust) no es van observar diferències significatives entre els vins en cap dels dos tastos realitzats. Pel que fa als descriptors aromàtics, just acabada la FA, els tastadors van valorar el vi UHPH + SO₂ com el més complex, amb majors notes a fruita blanca, tropical, planta fresca, seca i fruit cuit, mentre que el vi SO₂ va destacar per notes florals. En canvi, en el tast als 4 mesos d'embotellat el perfil organolèptic dels vins va ser similar, i únicament el vi UHPH + SO₂ va destacar per més notes cítriques mentre que els vins UHPH van destacar per més aromes a planta fresca (fonoll, menta...).

D'aquests resultats es pot concloure que l'aplicació de la tecnologia UHPH, ja sigui de forma individual o combinada amb l'aplicació d'una dosi baixa de SO₂, pot ser una alternativa a l'ús de sulfit sense alterar els paràmetres fisicoquímics ni organolèptics dels vins resultants, i d'aquesta manera poder minimitzar l'ús d'aquest al·lergen.

B. Experiències amb VI TRANQUIL

B1. Proves en la fase de pre-embotellat en vins rosats i blancs

La finalitat d'aquesta fase del projecte era obtenir vins microbiològicament estables abans de sortir al mercat, evitant l'ús de SO₂ i evitant la filtració amicròbica prèvia a l'embotellat. Les proves es van efectuar en dos lots de vi rosat i en dos lots de vi blanc de la verema del 2022 i 2023, respectivament. Es van estudiar 3 condicions:

- **CONTROL (C):** vi sense corregir SO₂ previ a l'embotellat i sense passar per filtre esterilitzant.
- **UHPH:** vi sense correcció de SO₂ ni filtrat i tractat per UHPH a 300 MPa.
- **EMBOTELLAT:** vi embotellat comercial amb el tractament rutinari efectuat en el propi celler.

De l'estudi microbiològic, els resultats mostren una inactivació de les poblacions microbianes en les condicions UHPH i embotellat en comparació amb la condició control, la qual encara presentava contaminació per llevats transcorreguts 4 mesos en ampolla.

No es van detectar canvis en els paràmetres enològics analitzats en les 3 condicions just realitzat el tractament per UHPH. No obstant, en el cas d'un dels vins rosats, als 4 mesos en ampolla es va observar que s'havia produït la fermentació malolàctica (FML) en la condició control, afectant en conseqüència a l'acidesa total d'aquest vi.

En l'anàlisi sensorial, just després dels tractaments i transcorreguts uns mesos en ampolla, els 4 vins amb els que es va fer l'assaig i les 3 condicions en cadascun, pel que fa als descriptors generals, no es van observar masses diferències entre elles. No obstant, quan es van valorar els descriptors aromàtics, sí que es van observar perfils clarament diferenciats entre les diferents condicions avaluades, però en cap cas els vins resultants van ser descartats pels tastadors.

Els resultats generals d'aquest apartat permeten concloure que l'aplicació de la tecnologia UHPH en la fase pre-embotellat pot ser una alternativa a la correcció amb sulfits i la filtració esterilitzant que porten a terme en l'actualitat els cellers.

B2. Proves amb vi base per escumós contaminat per bacteris làctics

L'objectiu d'aquesta prova era evitar la FML en ampolla durant la 2ª FA o presa d'escuma, fet que darrerament s'està donant molt entre els elaboradors de vins escumosos, i que comporta problemes d'aclarit en el desgorjat, a part de la pèrdua d'acidesa i sensació organolèptica no desitjada en els escumosos elaborats.

Es va tractar per UHPH (300 MPa i Tª entrada de producte a 30°C) un vi base per escumós on se li havia induït la FML. Immediatament després es van realitzar els següents tiratges:

- **CONTROL -**: amb vi base sense fer la FML + 22g/L sucre + 1.5 milions cèl/ml llevat P29 + 60 mg/HI bentonita.
- **CONTROL +**: amb vi base fent la FML + 22 g/L sucre + 1.5 milions cèl/mL llevat P29 + 60 mg/HI bentonita.
- **UHPH**: amb vi base fent FML tractat per UHPH (amb un màlic de 0.5 g/L i un làctic de 0.3 g/L) i amb les mateixes condicions anteriors.

Les ampolles dels 3 lots es van mantenir a 14°C per la presa d'escuma (2ª FA), controlant l'evolució de la pressió en l'interior d'una ampolla de cada lot i considerant acabada la segona fermentació als 32 dies de l'inici dels tiratges de les 3 condicions.

El control de la població de bacteris làctics (BL) dels vins base es va fer just fet el tractament per UHPH (t=0) i dels vins escumosos transcorreguts 42 dies en ampolla. A temps 0, en les condicions C- sense induir FML i en el vi base tractat per UHPH (prèviament induïda la FML) no es van detectar bacteris làctics en 100 mL de mostra, fet que indica que el tractament per UHPH havia inactivat als BL, si es comparen aquests resultats amb el recompte de la condició control amb FML (C+) on es van detectar $5 \cdot 10^7$ ufc/100mL. Als 42 dies de tiratge es va seguir detectant absència de BL en la condició UHPH mentre que en el C+ es van detectar poblacions del rang de 10^3 ufc/100mL.

En realitzar l'anàlisi físico-química dels vins escumosos als 42 dies del tiratge, una vegada acabada la 2ª FA en ampolla, la FML s'havia dut a terme completament en la condició C+, mentre en la condició UHPH la FML s'havia aturat en el moment de realitzar el tractament d'ultra altes pressions a 0,5 g/L d'àcid màlic, resultats que concorden amb els obtinguts en el control microbiològic. A més, es va observar una disminució lògica de l'acidesa total (expressada en àcid tartàric) en aquelles condicions on s'havia realitzat la FML total o parcialment en comparació amb la condició C-.

Es pot concloure que l'aplicació de la tecnologia UHPH pot ser una bona estratègia per tractar vins base per escumós i poder evitar la FML en ampolla durant la 2ª FA, frenant els problemes que pot comportar l'aparició de bacteris làctics en aquest punt.

C. Assajos amb vins negres de cria contaminats naturalment per *Brettanomyces*

En els últims anys, l'increment del pH en els vins està sent una de les conseqüències més evidents del canvi climàtic en els cellers. Aquest augment del pH comporta que el vi sigui més susceptible a que s'hi puguin desenvolupar microorganismes contaminants com és el cas de *Brettanomyces*. Molts elaboradors estan

buscant sistemes o noves tecnologies que impedeixin la contaminació i el creixement d'aquest microorganisme en els vins ja que el seu metabolisme comporta, entre altres, la formació de fenols volàtils i un increment de l'àcid acètic, amb les conseqüents repercussions sensorials negatives.

Es van avaluar dos lots diferents de vins negres de criança en bóta on s'havia detectat contaminació per *Brettanomyces*.

Es van estudiar 3 condicions:

- **CONTROL (C):** vi negre contaminat naturalment amb *Brettanomyces*.
- **UHPH:** vi negre contaminat naturalment amb *Brettanomyces* i tractat per UHPH a 300 MPa.
- **QUITOSÀ:** vi negre contaminat naturalment amb *Brettanomyces* amb el tractament rutinari efectuat en el propi celler, usant l'antimicrobià Quitosà per eliminar el llevat contaminant.

Just després de realitzar el tractament per UHPH i després de diferents mesos de criança en ampolla, es va fer el seguiment de la població de *Brettanomyces* (ufc/mL), dels fenols volàtils (4-etilfenol i 4-etilguaiaicol) i dels principals paràmetres fisicoquímics dels vins.

Els resultats globals indiquen que la UHPH té un efecte antimicrobià igual o superior que l'acció del Quitosà en l'eliminació de *Brettanomyces* transcorreguts 3 mesos des del tractament. En cap de les dues condicions es va detectar la presència de *Brettanomyces*, i en canvi en la condició control es va detectar $4 \cdot 10^3$ ufc/mL. Pel que fa a l'evolució dels fenols volàtils, la concentració als 3 mesos es mantenen molt semblants als del temps 0 en les condicions UHPH i Quitosà, mentre que en la condició control augmenten al llarg del temps, com era d'esperar. La condició amb un menor contingut d'àcid acètic va ser la condició UHPH.

Com a recomanació pràctica d'aquest bloc, l'aplicació de la tecnologia UHPH pot ser una bona estratègia per a poder evitar o eliminar la contaminació per *Brettanomyces* en vins.

2. SECTOR DELS SUCS I SUCS CONCENTRATS

A. Suc de poma no clarificat i taronja conservats a temperatures de refrigeració 4 i a 8 °C

S'ha avaluat l'efecte dels tractaments UHPH a pressions de 200 i 300 MPa a una temperatura d'entrada de 8-10 °C en la qualitat microbiològica, fisicoquímica i en l'estabilitat física en suc de taronja i de poma sense clarificar durant la seva conservació a 4 i 8 °C, fent la seva comparació amb el producte pasteuritzat. Un aspecte a comentar, és que els suc tractats per UHPH han de ser filtrats prèviament amb un tamís de 200 µm el que afecta considerablement a l'aparença del suc, apreciand-se una disminució del contingut en polpa, sobretot en el cas del suc de taronja, que va afectar al color que era més groguenc.

Des del punt de vista microbiològic, el tractament a 300 MPa (amb una temperatura a la vàlvula de 101 °C durant < 0,5 s) ha estat efectiu en ambdós suc, amb una vida útil d'almenys 90 dies. En el cas del tractament a 200 MPa la vida útil va oscil·lar entre 30 a 90 dies a 8 °C, depenent de la temperatura assolida a la vàlvula (entre 62 i de 72 °C durant < 0,5 s) i va ser de 90 dies a 4 °C. En el cas del suc pasteuritzat a 8°C la vida útil va ser de màxim 30 dies en suc de poma i de 90 dies en el de taronja. Entre els paràmetres fisicoquímics es va observar un enfosquiment en les mostres de suc de poma tractats a 200 MPa tant a 4 com a 8 °C, especialment quan la temperatura de la vàlvula era de 64 °C, degut a la reactivació de la polifenoloxidasas i una pèrdua del color en el de taronja. Un fet a destacar és la degradació de la vitamina C i l'activitat antioxidant amb una disminució del seu contingut important als 45 dies, encara que en els suc de taronja de 300 MPa van mantenir una concentració residual als 90 dies. L'estabilitat física, per acció del procés de homogeneïtzació va ser més elevat als suc tractats a 300 MPa durant els 90 dies de conservació a 8 °C. El tractament a 300 MPa amb una temperatura d'entrada d'entre 8-10 °C seria el d'elecció amb objectiu pasteurització en l'elaboració del suc de poma i de taronja en aquest cas amb un contingut reduït de polpa, ja que mantenen una bona estabilitat microbiològica, física i fisicoquímica amb una vida útil que podria ser de com a mínim de 90 dies, sempre i quan es pugui aplicar un sistema d'envasat que permeti una reducció del contingut en oxigen i opac per

mantenir la concentració de vitamina C i activitat antioxidant dels suc, que addicionalment podria millorar les seves propietats organolèptiques.

B. Suc de poma no clarificat i taronja conservats a temperatures de refrigeració i a temperatura ambient

L'objectiu inicial va ser determinar quina temperatura d'entrada era l'òptima per eliminar *Alycyclobacillus* inoculat a concentracions entre 3-4 log espores/mL. Es van fer diferents tractaments a 300 MPa amb temperatures d'entrada entre 55 i 85 °C, aconseguint l'eliminació d'*Alycyclobacillus* a una temperatura d'entrada de 55 °C (temperatura a la vàlvula entre 140-146 °C durant < 0,5 s). Amb la temperatura seleccionada, el segon objectiu va ser avaluar l'efecte dels tractaments UHPH a pressions de 300 MPa a una temperatura d'entrada de 55°C en la qualitat microbiològica, fisicoquímica i en l'estabilitat física en suc de taronja i de poma sense clarificar durant la seva conservació a temperatura ambient (22-25°C).

Durant el 4 mesos d'estudi els suc tractats per UHPH van mostrar una elevada estabilitat microbiològica i física. En el cas del color, en el suc de taronja es va observar una alteració del color i en el de poma un cert enfosquiment, possiblement associat a un increment del pardejament no enzimàtic. Com en el cas dels suc en refrigeració, es va produir una disminució de la vitamina C, especialment en el suc de taronja als 120 dies, però la capacitat antioxidant es va mantenir més constant durant els 120 dies. Per tant, el tractament UHPH a 300 MPa podria ser una possible alternativa a la tecnologia UHT en suc de poma i de taronja amb un contingut reduït de polpa, ja que mantenen una bona estabilitat microbiològica, física i fisicoquímica, però com el cas anterior, sempre i quan es pugui aplicar un sistema d'envasat que permeti una reducció del contingut en oxigen i opac, que permeti mantenir la concentració de vitamina C, que podria millorar les seves propietats organolèptiques.

3. Suc concentrats de poma i préssec conservats a temperatura ambient

Inicialment con el cas anterior, l'objectiu inicial va ser determinar quina temperatura d'entrada era l'òptima per eliminar *Alycyclobacillus* inoculat a concentracions entre 3-4 log espores/mL. Es van fer assajar a 300 MPa temperatures d'entrada de 60 i 70 °C, aconseguint l'eliminació d'*Alycyclobacillus* a una temperatura d'entrada de 70 °C. La temperatura a la vàlvula en el concentrat de poma va ser de 150 °C i en el de préssec de 142 °C durant < 0,5 s. S'ha de comentar que en el cas del concentrat de préssec es va determinar la presència en algunes mostres de colònies de petit tamany i de morfologia no característica d'*Alycyclobacillus*, i en fer el test del guaiacol el resultat va ser negatiu. Amb la temperatura seleccionada, el segon objectiu va ser avaluar l'efecte dels tractaments UHPH a pressions de 300 MPa a una temperatura d'entrada de 70°C en la qualitat microbiològica, fisicoquímica i en l'estabilitat física de concentrats de poma i préssec durant la seva conservació a temperatures de de 4 °C durant 150 dies i temperatura ambient (22-25°C) durant 120 dies, en comparació al concentrat no tractat conservat en les mateixes condicions. Es va estudiar també la temperatura de refrigeració com a possible alternativa de conservació dels concentrats que és la congelació.

En relació a l'estabilitat microbiològica, en les mostres tractades amb UHPH es va aconseguir l'eliminació de la microbiota present en el concentrats durant tot el temps de conservació. En relació als paràmetres fisicoquímics, com el pH o acidesa a ambdues temperatures, els valors van ser molt similars entre el concentrat control i tractat a 300 MPa en ambdós concentrats. Però, en relació amb l'estabilitat física si bé en els conservats a 4°C va ser similar al control, en els conservats a temperatura ambient es va observar que si bé la terbolesa augmentava durant el temps, aquest increment va ser major en la mostra control. Tampoc es van observar diferències en el color i el pardejament no enzimàtic entre la mostra control i la tractada a 300 MPa a 4 °C en quant a la seva evolució durant el temps, encara que va produir-se un cert increment en aquest període. Però, en el cas de les mostres conservades a temperatura ambient, l'enfosquiment va ser apreciable, amb un increment notable del paràmetre de pardejament no enzimàtic ja als 90 dies. Per tant, el tractament a 300 MPa a una temperatura d'entrada de 70 °C va ser efectiu per l'eliminació d'*Alycyclobacillus* en concentrats de poma i préssec, amb un efecte mínim en les característiques fisicoquímiques i físiques,

encara que no seria adequat per mantenir el producte a temperatura ambient per la formació de compostos de Maillard.

Conclusions

Les conclusions a les que s'ha arribat en l'execució d'aquest projecte són les següents:

En mostos i vins:

1. **Durabilitat del sistema UHPH.** És necessari canviar el material de carbur de tungstè de l'agulla de la vàlvula d'alta pressió per un material ceràmic antiabradió, per evitar el desgast prematur i millorar la durabilitat del sistema durant el tractament de suc i mosts. A més, es pot optar per millorar el sistema de desfangat del most per reduir la quantitat de partícules que causen el desgast de l'agulla.
2. **Potencial antimicrobià i antioxidant.** El tractament UHPH té un gran potencial per a la producció de vins amb nivells baixos de sulfits o sense sulfits afegits, gràcies a la seva capacitat per inactivar microorganismes i protegir el producte de l'oxidació.
3. **Prolongació de la vida útil.** La UHPH permet allargar el temps de conservació dels mostos durant almenys un any, fent que sigui possible el seu ús més enllà del període de verema.
4. **Vins sense sulfits.** S'han elaborat vins sense sulfits afegits a partir de mostos tractats per UHPH, sense desviacions importants a nivell analític i plenament acceptables a nivell sensorial.
5. **Tractament de vins tranquils.** La tècnica de la UHPH es pot utilitzar per tractar vins tranquils just abans de l'embotellat i minimitzar l'ús de sulfits (SO_2) i filtracions amicrobiques.
6. **Inactivació de llevats contaminants.** El tractament UHPH es efectiu per eliminar els llevats alterants com és *Brettanomyces bruxellensis* i aturar la producció de fenols volàtils en els vins contaminats.
7. **Prevenió de la fermentació malolàctica.** La UHPH inhibeix el creixement dels bacteris làctics presents en vins base, evitant la fermentació malolàctica (FML) en ampolla en l'elaboració de vins escumosos.
8. **Divulgació de resultats.** Els resultats i el coneixement obtinguts en l'aplicació d'aquesta tècnica en mostos i vins permetrà la divulgació del ús de la UHPH entre el sector vitícola.

En suc i suc concentrats de fruita:

1. **Eficàcia del bombeig.** Per tractar suc concentrats, és necessari utilitzar una bomba helicoidal per garantir una pressió a la bomba de pistons d'alta pressió, assegurant així l'eficiència del procés.
2. **Tractament per suc de poma i taronja amb baix contingut de polpa (pasteurització).** El tractament UHPH a 300 MPa amb una temperatura d'entrada de 8-10 °C manté l'estabilitat microbiològica, física i fisicoquímica dels suc, amb una vida útil de 90 dies.
3. **Tractament per suc de poma i taronja amb baix contingut de polpa (esterilització).** El tractament a 300 MPa amb una temperatura d'entrada de 55 °C proporciona suc esterilitzats amb una vida útil de 120 dies.
4. **Tractament de suc concentrats de poma i préssec.** El tractament de UHPH a 300 MPa i 70 °C elimina d'*Alycyclobacillus* de concentrats de poma i préssec, encara que no limita la formació de compostos de Maillard durant la seva conservació a temperatura ambient.
5. **Divulgació de resultats.** Els resultats i el coneixement obtinguts en l'aplicació de la tecnologia UHPH en suc i concentrats permetrà la divulgació entre el sector dels suc.

Aquestes conclusions mostren el potencial de la UHPH per millorar la qualitat i la seguretat de mosts, vins i suc, tot minimitzant l'ús d'additius com els sulfits.

Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: LLOPART VILARÒS PERE HJ

Coordinador del Grup Operatiu

ENTITAT: ASSOCIACIÓ AEI INNOVI

Altres membres del Grup Operatiu (perceptors d'ajut)

ENTITAT: JUVÉ Y CAMPS SA

ENTITAT: UNIÓ ORIGEN SCCL

ENTITAT: SAT N 1596 NUFRI RESP LIMIT

Altres membres del Grup Operatiu (no perceptors d'ajut)

ENTITAT: IRTA

ENTITAT: CENTRE D'INNOVACIÓ, RECERCA I TRANSFERÈNCIA EN TECNOLOGIA DELS ALIMENTS - UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVÍNCIA/ES	COMARCA/QUES
Lleida, Barcelona, Tarragona	Pla d'Urgell, Alt Penedès, Baix Camp

Difusió del projecte (publicacions, jornades, multimèdia...)[Apartat web d'INNOVI](#)[Apartat web Nufri](#)[Apartat web UNIÓ](#)[Apartat web Llopart](#)[Apartat web de Juvé i Camps](#)[Post a XXSS - Twitter](#)[Post a XXSS - Instagram](#)[Post a XXSS - Instagram](#)[Post a XXSS - Instagram](#)[Publicació a XXSS - Twitter](#)[Publicació a XXSS - Instagram](#)[Publicació a XXSS - LinkedIn](#)[Publicació a XXSS - Twitter](#)[Publicació a XXSS - Twitter](#)[Publicació a XXSS - Twitter](#)[Publicació a XXSS - Twitter](#)

Jornada de presentació tipus Hora de la Innovació – enllaç:

<https://innovi.cat/events/hora-de-la-innovacio-innovacions-tecnologiques-en-produccio-de-vins/>

Presentació del projecte el dia 8 de juny de 2023 al Congrés Mundial "International Organisation of Vine and Wine – OIV"

[Vídeo del projecte](#)**Pàgina web del projecte**<https://www.innovi.cat/fruhph>**Altra informació del projecte**

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici: Juliol 2021	Pressupost total: 203.520,00 €

Data final: Setembre 2024	Finançament DACC: 94.118,40 €
Estat actual: Finalitzat	Finançament UE: 71.001,60 €
	Finançament propi: 38.400,00 €

Amb el finançament de:

Projecte finançat a través de l'Operació 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022.

Ordre ARP/113/2021, de 20 de maig, per la qual s'aproven les bases reguladores dels ajuts a la cooperació per a la innovació a través del foment de la creació de grups operatius de l'Associació Europea per a la Innovació en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles i la realització de projectes pilot innovadors per part d'aquests grups, i Resolució ACC/1660/2021, de 27 de maig, per la qual es convoca l'esmentat ajut.



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals