

Caracterització i control de la podridura àcida causada per *Geotrichum* spp. en presseguer a la zona del Baix Segre

Acrònim: GEOPEACH

Resum

Durant l'última dècada, s'han dedicat molts recursos a conèixer l'epidemiologia i el control de la podridura causada per *Monilinia* spp., principal patògen en fruita de pinyol, però la irrupció en els darrers 5-6 anys de *Geotrichum* spp., causant de la podridura àcida, amb incidències en alguns casos fins i tot superiors a *Monilia* spp., fa imprescindible el seu estudi tant a nivell més bàsic de conèixer l'epidemiologia i el procés infectiu del fong, com les mesures de control a camp i/o a postcollita que permetin reduir-ne al màxim la seva incidència. De fet, en aquests moments, no es fa cap tractament específic contra aquest fong, i tot i que s'ha reportat l'eficàcia d'algunes matèries actives en altres països, a Espanya o bé no estan autoritzades per al cultiu o bé s'utilitzen i no són realment efectives. Per tant, l'aparició d'aquest nou escenari en què *Geotrichum* va prenent força cada vegada més suposarà un repte important per a les empreses del sector, que hauran de fer front a un nou enemic del qual no es coneix la seva epidemiologia ni les eines de control que caldrà utilitzar. És cert que la font d'inòcul és el camp, però és a postcollita on la seva agressivitat causa la major part de les pèrdues i reclamacions, per tant la repercussió econòmica d'una partida afectada per podridura àcida que arriba al mercat de destí, per exemple, contenidors que s'exporten al Brasil, als Emirats Àrabs, etc., no només té una implicació econòmica molt important, sinó també de confiança per part del client, i també mediambiental.

Objectius

L'objectiu general és conèixer millor el procés infectiu de *Geotrichum* spp. en presseguer, els factors que afecten la propagació de la malaltia i les possibles formes de control. Els objectius específics són:

1. Determinar la presència i distribució d'inòcul en finques de fruita de pinyol i efecte dels factors que intervenen en el seu procés infectiu
2. Determinar la presència i distribució d'inòcul a diferents zones de la central
3. Determinar quins productes són efectius per al control de *Geotrichum* spp. per establir una estratègia de control
4. Determinar quines pràctiques en postcollita són efectives per disminuir l'inòcul de central i frenar el desenvolupament de la malaltia

Descripció de les actuacions dutes a terme en el projecte

S'han dut a terme les següents actuacions:

- **Acció 1:** determinar la presència de *Geotrichum* spp. en finques amb històric de malaltia mostrejant terra, fulles i fruits (fonts d'inòcul a camp) i relacionar-ho amb factors agrometeorològics i nutricionals de cada finca, per tal de correlacionar-los amb la incidència de podridura àcida a la collita. Estudi de diferents factors, a nivell de patògen i de l'hoste, que intervenen en el procés infectiu: concentració d'inòcul, producció d'enzims pectinolítics, estat de maduresa de la fruita, etc.
- **Acció 2:** determinar la presència de *Geotrichum* spp. en diferents zones de la central (fonts d'inòcul a central) i comprovar el risc real d'infecció que suposa la central fent un seguiment de la podridura àcida a les entrades vs en producte confeccionat. Fer una col·lecció d'aïllats de *Geotrichum* spp aïllats de camp i de central. Avaluar la influència de les condicions de conservació (T i HR) sobre la supervivència de *Geotrichum* spp. a postcollita.

- **Acció 3:** determinar l'eficàcia de productes fungicides de síntesi i de productes alternatius vers aïllats de *Geotrichum* sp. *in vitro* i *in vivo*.
- **Acció 4:** estudiar l'efecte de les condicions de conservació (Fred Normal, Atmosfera Controlada o envasat de producte confeccionat en bossa d'Atmosfera Modificada) en el desenvolupament de la malaltia i avaluar l'eficàcia de diferents sabons i desinfectants per reduir l'inòcul de central.

Resultats finals i recomanacions pràctiques

1. S'ha trobat població de *Geotrichum candidum* al terra de les finques i a les fulles dels arbres, en un nivell molt diferent entre les 4 finques, sense tenir una relació directa amb la incidència final de podridura àcida en fruita recol·lectada. Per tant, sembla clar que la incidència final de malaltia depèn d'altres factors com la presència de ferides en els fruits, estat de maduresa a collita, tractaments químics a camp, pràctiques culturals, factors agroclimàtics, etc. La finca és una font d'inòcul d'aquest patògen i aquests resultats indiquen que part de la solució per al control d'aquesta malaltia haurà d'incloure la reducció d'aquest inòcul a camp, ja sigui mitjançant tractaments o pràctiques de maneig del sòl, ús de cobertes vegetals, etc.
2. S'ha definit una metodologia d'inoculació artificial, totalment imprescindible per a dur a terme els estudis d'eficàcia, entre d'altres. Després d'estudiar diferents condicions de T i HR d'incubació, metodologies d'inoculació amb o sense ferida, concentració d'inòcul, etc, s'ha establert com a protocol d'inoculació artificial el següent: inocular 20 µL d'una suspensió d'espores ajustada a 10⁶ esp/mL en fruits amb ferida, i incubació posterior de 24h a 30°C + 6 dies a 20°C, en tot moment amb una HR elevada.
3. S'ha constatat que els enzims pectinolítics (PG) que conté el suc que genera el podrit tenen un paper clau en la capacitat infectiva, disseminant la malaltia i provocant un augment en la merma de fruits repelats (no comercials) de forma exponencial. A més, aquest suc també conté espores, pel què és una arma molt perillosa.
4. La central hortofructícola també és una font d'inòcul, especialment les superfícies de les línies de confecció i, en menor mesura, els palots. La població de *G. candidum* en aquests punts és capaç de sobreviure durant 24-48h. És imprescindible realitzar els procediments de neteja i desinfecció, que, d'altra banda, s'ha comprovat que són totalment efectius en la reducció de la contaminació si s'apliquen correctament.
5. L'aigua de les basses de bolcat de palots o del *hydrocooler*, no serien una font d'inòcul sempre i quan s'utilitzin nivells de desinfectant suficients. El ClO₂ i la formulació a base d'àcid peracètic + peròxid d'hidrogen ofereixen un control satisfactori amb només 1 minut de contacte, tant a la dosi comercial com a meitat de dosi. En canvi, en el cas d'utilitzar hipoclorit com agent desinfectant, caldrà ser molt curosos en mantenir una dosi adequada i estable per minimitzar el risc d'infecció. Els ambients de les càmares de conservació i/o expedició no es considerarien font d'inòcul.
6. En el mostreig que realitzen les empreses incubant fruita de les entrades i després de la confecció, hi ha un increment en la incidència de podridura àcida de més del 50% entre aquests dos punts. Val a dir que la problemàtica real que ocasiona aquesta malaltia no queda reflectida en aquest tipus de controls, ja que la major causa de pèrdues la provoquen els repelats que els enzims pectinolítics (PG) que genera un fruit podrit provoca en els fruits sans que té a la vora. És imprescindible informar als col·laboradors de la característica d'aquest tipus de podridura per tal que evitin posar algun podrit al palot, netejar les galledes, etc.

Conclusions

Probablement la conclusió més important obtinguda en el projecte ha estat el descobrir que 1 de cada 3 fruits que presentaven símptomes de podridura àcida, estaven causats per un patogen diferent a *G. candidum*. Es va identificar a nivell molecular diferents espècies del gènere *Pichia* (*P. kluyveri*, *P. kudriavzevii* i *P. manshurica*). Aquest resultat, va fer replantejar els estudis que quedaven pendents de fer, ja que si la podridura àcida era causada per un consorci de microorganismes, calia avaluar l'eficàcia dels tractaments químics, dels desinfectants, de l'efecte del tipus i de les condicions de conservació, etc, com a mínim, en aquests dos patògens: *G. candidum* i *Pichia kluyveri*.

Aquestes dues espècies tenen òptims de creixement entre 30-35°C i a_w o HR molt elevades, fet que ja s'intuïa, ja que després de períodes de pluja amb onades de calor la seva incidència incrementava. A 20°C, però, el seu creixement en fruita es veu molt alentit quan la HR és baixa, del 60%, que són les condicions habituals de la sala de confecció o d'un supermercat. Això ens fa pensar que potser les contaminacions a les superfícies de les línies de confecció no representarien un perill molt alt ja que, encara que s'infectés un fruit, no es donarien les condicions òptimes per al seu desenvolupament.

Ha quedat demostrat que la podridura àcida no serà una malaltia fàcil de controlar que pugui ser controlada amb tractaments químics a camp o a postcollita, ja que, del total de 13 fungicides de síntesi i 15 productes alternatius avaluats, només el tebuconazol (Konan), 2 formulats a base d'extractes d'all (Proallium i Agroallium EVO), un a base d'olis essencials (Araw) i el polisulfur de calci (Curatio) van mostrar una reducció significativa quan van ser avaluats *in vitro*. Però, quan es van realitzar els assajos en fruita inoculada artificialment, cap d'ells va donar un resultat satisfactori.

Les condicions habituals de conservació de la fruita de pinyol (Fred Normal, Atmosfera Controlada o l'envasat en bosses d'Atmosfera Modificada, MAP) no tindrien, *a priori*, cap efecte en el desenvolupament de *G. candidum* ja que durant un període de 30 dies, la incidència i la severitat en fruita inoculada artificialment no va mostrar diferències significatives entre els diferents tipus de conservació. En canvi, *P. kluyveri* sí sembla estar més adaptat a les condicions d'AC o bossa MAP essent la seva incidència i severitat substancialment superior a mesura que augmenta el nivell de CO₂.

Líder del Grup Operatiu

ENTITAT: Cooperativa Agropecuària de Soses, SCCL

Coordinador del Grup Operatiu

ENTITAT: IRTA

Altres membres del Grup Operatiu (perceptors d'ajut)

ENTITAT: Agrícola ESPAX, S.L.

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

ENTITAT: -

Àmbit/s territorial/s d'aplicació

PROVINCIA/ES	COMARCA/QUES
Lleida	Segrià

Difusió del projecte (publicacions, jornades, multimèdia...)

S'han dut a terme les accions de comunicació i divulgació de resultats mitjançant reunions anuals amb les empreses participants, i a la Jornada Postcollita de l'IRTA del 2021, que es va haver de realitzar en línia per les restriccions de la Covid-19, la Dra. Carla Casals va fer una ponència en la què es van presentar els resultats

obtinguts fins aquella data. La ponència portava per títol 'Geotrichum i Rhizopus, malalties emergents en fruita de pinyol. Què en sabem? (GEOPEACH i GOMORI)'.

S'ha publicat un article de divulgació a la revista Horticultura: Casals, C.; Plaza, P.; Vilanova, L.; Sisquella, M.; Torres, R.; Teixidó, N. 2021. *Geotrichum* spp. y *Rhizopus* spp., enfermedades emergentes en fruta de hueso. ¿Qué sabemos de ellas? Horticultura. www.interempresas.net/A354049.

Pàgina web del projecte

Altra informació del projecte

DATES DEL PROJECTE	PRESSUPOST TOTAL
Data d'inici (mes-any): juliol 2020	Pressupost total: 91.319,00 €
Data final (mes-any): setembre 2022	Finançament DACC: 37.320,18 €
Estat actual: Finalitzat	Finançament UE: 28.153,82 €
	Finançament propi: 25.845,00 €

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/133/2017, de 21 de juny, 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 ARP/1531/2019, de 28 de maig, per la qual es convoca l'esmentat ajut.

