

**REVISIÓ SISTEMÀTICA DE L'ÚS
D'EXTRACTES VEGETALS PER
PERLLONGAR LA VIDA MITJANA
D'ALIMENTS DAVANT L'ALTERACIÓ PER
FLORIDURES**

TREBALL DE FI DE GRAU

Dirigit per Alberto Miguel Stchigel Glikman
Departament CMB

Grau Nutrició Humana i Dietètica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

REUS 2016

MÒNICA ROVIRA FERRE

ÍNDEX

1. Resum	3-4
2. Introducció	5
a. Justificació	
b. Objectius	
3. Mètodes	6-7
a. Criteris d'elegibilitat	6
b. Fonts d'informació	6
c. Cerca bibliogràfica.....	6
d. Selecció d'estudis.....	7
4. Resultats.....	7-8
a. Selecció d'estudis.....	7
b. Característiques dels estudis.....	8
5. Discussió	9-14
a. Resum d'evidències	
i. Marc històric.....	9
ii. Espècies vegetals més utilitzades i principis actius	9-12
iii. Conservació d'aliments mitjançant l'ús de plantes aromàtiques ...	12
iv. Fongs més abundants en els aliments	12-13
v. Combinació d'extractes vegetals amb altres compostos per tal d'avaluar l'increment de la seva efectivitat (sinergisme) antifúngica.....	13-14
6. Bibliografia	15-18

1.RESUM

El deteriorament de les propietats nutricionals i organolèptiques dels aliments degut a l'activitat metabòlica dels microorganismes produeix pèrdues econòmiques de milions d'euros a l'any, a més de presentar un potencial risc per la salut dels consumidors. La vida mitjana dels aliments està determinada per una gran varietat de factors intrínsecs (la natura de la matèria primera i el seu origen) com d'extrínsecs. Aquests últims poden ser de natura abiòtica (factors físics i químics) com biòtica (presència d'organismes, tal com virus, bacteris, paràsits, etc., a l'aliment i el seu entorn). Molt freqüentment, el deteriorament de les propietats organolèptiques i nutricionals de molts aliments està causat per la activitat metabòlica dels fongs filamentosos (comunament denominats floridures), disminuint ràpidament la vida mitjana, degut a el seu ràpid creixement i la producció d'una gran diversitat i quantitat d'exoenzims hidrolítics. Els darrers anys la indústria alimentària ha apostat per innovar els diferents mètodes destinats a perllongar la vida mitjana dels aliments, i així trobar una alternativa "natural" per tal d'evitar la proliferació de les floridures. Actualment, moltes de les espècies vegetals que s'utilitzaven històricament com additius saboritzants o condiments, ara són investigats pels seus efectes d'allargar la vida mitjana d'aquests degut a la seva activitat antifúngica. És prou conegut que certs vegetals tenen un efecte inhibitori sobre el creixement de molts fongs filamentosos que deterioren els aliments, tal com l'all i la farigola. Així doncs, la indústria ve estudiant l'ús dels extractes de l'all, la farigola, la canyella, el clau, l'orenga, la curcumina, l'alfàbrega i el comí com antioxidants i antifúngics, a més de la seva capacitat de millorar les propietats organolèptiques de diferents aliments. Aquest últim és el punt de partida a partir del qual s'ha desenvolupat la recerca bibliogràfica. Els recursos utilitzats van ser, en primer lloc, la cerca de bibliografia mitjançant Internet - cercadors com el de "Google"- i en bases de dades (com "Science Direct" o "Pubmed") utilitzant paraules claus (*keywords*). Es va cerca tota la literatura (articles científics i llibres) dels darrers 5 anys (2011-2015). Com a resultat, es van seleccionar 17 articles científics i el capítol d'un llibre, d'acord amb els criteris inicialment establerts.

Des de punt de vista científic podem dir, que no només hi ha una sola espècie que actua com a antioxidant i antifúngic en els recents estudis. Segons el tipus d'aliment i la seva composició nutricional en tenen més eficàcia uns que els altres. D'altre banda, s'ha de tenir en compte que la composició d'aquestes espècies (tal com l'all, la farigola, el clau, l'orenga, la cúrcuma, l'alfàbrega de clau i el comí), potencien les propietats organolèptiques de l'aliment, per tant és un factor molt important a tenir en compte, tot i que els consumidors poden arribar a no tolerar-ho.

No obstant, s'han de realitzar diferents dissolucions d'aquestes espècies per inhibir els microorganismes filamentosos que es produeixen en els diferents aliments. Ja que pot afectar a les diferents propietats d'aquest.

Cal destacar, que el fong filamentós més estudiat en els aliments és *l'Aspergillus flavus*, present a llegums i cereals. Per això, majoritàriament en la present revisió, hi predomina.

2.INTRODUCCIÓ

JUSTIFICACIÓ

Actualment, a la indústria alimentària trobem molts mètodes per allargar “artificialment” la vida mitjana d'un aliment, utilitzant productes químics (sal, àcids cítric, ascòrbic i sòrbic, nisina i pediococcina, atmosferes modificades, etc.) com d'agents físics (majoritàriament l'ús del fred). Però, des de fa poc més de 10 anys els científics han començat a innovar aquestes metodologies de preservació d'aliments introduint productes “naturals” per tal d'evitar la proliferació de les floridures. Per aquest motiu, es va començar a investigar l'ús d'espècies vegetals, medis “naturals” que permeten aconseguir un producte molt més acceptable pel consumidor, a més de que millora (moltes vegades) les propietats organolèptiques, com el sabor, l'olor i el color dels aliments o les seves matèries primeres.

És molt interessant, poder trobar una alternativa de selecció d'espècies “naturals” per potenciar la vida mitjana dels aliments i millorar les seves propietats organolèptiques, ja que com s'ha evidenciat científicament, molts dels fongs filamentosos que trobem en els aliments, pel seu deteriorament, només estan controlats per productes químics i agents físics. Una de les estratègies per aconseguir aquest fi, és la investigació davant els aliments més fàcilment deteriorats pels fongs filamentosos, mitjançant la utilització d'espècies vegetals.

OBJECTIUS

- Comprovar la hipòtesis inicial: l'ús efectiu d'espècies vegetals per tal de perllongar la vida mitjana dels aliments mitjançant el control de les floridures.
- Determinar quines són les espècies vegetals més efectius per assolir el primer objectiu.
- Determinar quins són els fongs filamentosos que més freqüentment estan implicats en el deteriorament dels aliments.
- Els aliments més adients en que es pot dur a terme aquest control.
- Determinar si la combinació de diferents espècies tindria més efectivitat en el control de les floridures als aliments que els espècies monotípics.
- Determinar l'eficàcia de cost-benefici amb aquests estudis.
- Avaluar els resultats de l'estudi per tal de conèixer si hi continua havent investigació en aquest camp de la indústria alimentària.

3.MÈTODES

CRITERIS DE ELEGIBILITAT

La cerca bibliogràfica es va realitzar a partir d'articles científics, tesis doctorals i el capítol d'un llibre publicats durant els darrers 5 anys (2011-2015). Les llengües amb els que estigueren escrits van ser anglès, castellà i el català. Totes les publicacions havien de tenir un factor d'impacte ponderat. Es fan fixar uns criteris d'inclusió i exclusió, per a arribar a resultats amb precisió. Tots aquells articles, on les seves revistes estiguessin de "Q1" (primer quartil) estaven inclosos a la recerca. La resta dels altres articles quedaven exclosos.

FONT INFORMACIÓ

Les fonts d'informació han estat articles científics que complien els criteris anteriors, i que van estar editats en format "pdf" ("Portable Document Format), els quals es van cercar a partir de cercadors científics d'Internet.

CERCA BIBLIOGRÀFICA

L'estratègia de recerca completa ha estat la següent: segons els criteris d'elegibilitat es van fer cerques específiques i afines, es van utilitzar bases de dades d'articles científics com va ser el "ScienceDirect" (<http://www.sciencedirect.com/>) i "Pubmed" (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>). Aquestes bases de dades electròniques realitzen una cerca a partir de la introducció d'unes paraules claus (*keywords*). Les paraules clau introduïdes van ser "antifungal", "spices", "food", "essential oils", "antifungal activity" i "garlic", i els límits temporals van estar establerts als darrers 5 anys. Finalment es van seleccionar a partir del factor d'impacte de les revistes, i es van escollir tots aquells que tinguessin un factor d'impacte dins del Q1 (primer quartil). Amb els esmentats criteris de inclusió i exclusió també es va utilitzar el cercador de Google (<http://www.google.com>).

SELECCIÓ D'ESTUDIS

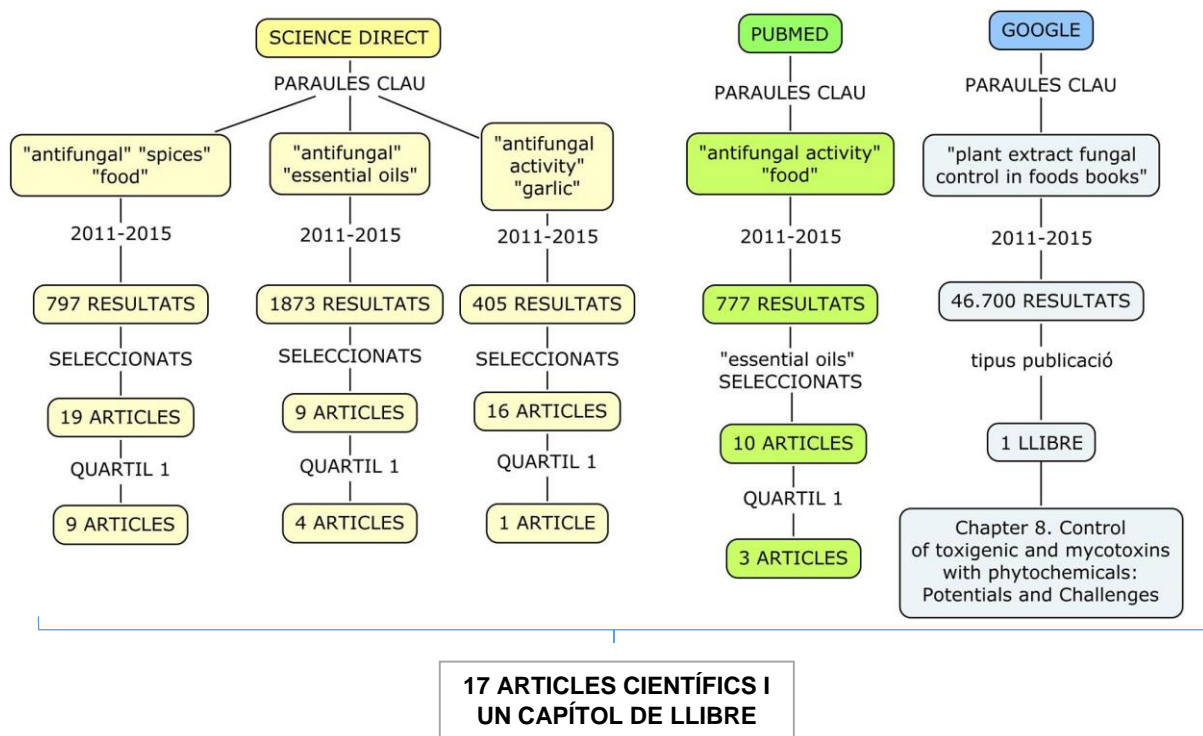
Els articles científics utilitzats en aquest treball s'han centrat a diferents apartats: l'apartat de les espècies vegetals i la seva capacitat antifúngica als aliments (amb 9 articles seleccionats); l'apartat dels olis essencials, tal com a compostos antifúngics (compost per 4 articles més); un article que va formar part de l'apartat de l'activitat antifúngica de l'all; i finalment, els apartats de l'activitat antifúngica als aliments, format per 3 articles més. També s'ha consultat el capítol 8 ("Control of toxigenic and mycotoxins with phytochemicals: Potentials and challenges") del llibre "Mycotoxin and Food Safety in Developing Countries", una altre font molt útil d'informació per la realització d'aquest treball.

4.RESULTATS

SELECCIÓ DELS ESTUDIS

Com a resultat de la recerca bibliogràfica, es van trobar 17 articles i un capítol de llibre, els quals es recullen al capítol de BIBLIOGRAFIA.

Els criteris d'exclusió d'aquesta recerca han estat tots els articles anteriors al 2011, l'ús de les paraules clau ("antifungal", "spices", "food", "essential oils", "antifungal activity", "garlic"), la llengua (anglesa, espanyola i catalana), articles publicats en revistes indexades, i tenir un factor d'impacte dins del primer quartil.



CARACTERÍSTIQUES DELS ESTUDIS

La discussió d'aquesta revisió bibliogràfica està distribuïda en sis parts ben diferenciades. Primerament, es parla de la trajectòria de la utilització de productes químics per allargar la vida mitjana dels aliments fins la utilització d'espècies vegetals en l'actualitat. Aquesta part s'ha dut a terme gràcies a un llibre i a un article científic. A continuació, la revisió segueix amb com actuen els extractes vegetals en diferents aliments, i com poden allargar la seva vida mitjana o canviar les seves propietats organolèptiques. La bibliografia utilitzada en aquest apartat és la mateixa que hi és a l'INTRODUCCIÓ. Les principals espècies vegetals utilitzats actualment a la indústria alimentària és la següent part del treball. En aquesta, es parla dels diferents tipus de plantes vegetals (de l'all, la farigola, la canyella, el clau, l'orenga, la cúrcuma, l'alfàbrega de clau i el comí) i com influeixen en la vida mitjana dels aliments. La bibliografia utilitzada en aquest cas ha estat un total de 17 articles científics (veure el capítol BIBLIOGRAFIA). La següent part de la revisió és determinar els fongs més abundants presents als aliments, on es parla dels fongs filamentosos (les floridures) i de la principal espècie de deteriorament dels aliments, *Aspergillus flavus*. En aquest cas, s'han utilitzat set cites. Seguidament, al treball es parla de que la combinació de d'espècies vegetals resulta més efectiu pel control de les floridures als aliments que les espècies monotípiques, on s'han utilitzat sis articles científics. Finalment, la totalitat d'articles s'ha utilitzat en la comparació de l'últim apartat del treball, tal com els aliments més adients en que es pot dur a terme aquest tipus de control utilitzant la combinació d'espècies vegetals, als quals també es parla de les millores que afecten al procés industrial, les que afecten a les propietats fisicoquímiques dels aliments i les que afecten a les propietats organolèptiques, nutricionals i la salut (veure capítol BIBLIOGRAFIA).

5.DISCUSSIÓ

RESUM EVIDÈNCIES

Marc històric

A la dècada de 1960 es va iniciar un estudi sobre les causes d'una intoxicació massiva de gall dindis, i que va provocar la mort de 100.000 pollets a Anglaterra. La investigació va concloure (Calvo et al. 2006) que les morts van ser degudes a la ingestió de pinso de farina de blat contaminat amb toxines produïdes pel fong *Aspergillus flavus*, motiu pel qual li van donar el nom de aflatoxines (“*Aspergillus flavus* toxins”). Les micotoxines, metabòlits secundaris tòxics pels animals (inclòs l'home), són produïdes principalment per tres gèneres de “floridures” (fongs filamentosos): *Aspergillus*, *Fusarium* i *Penicillium*. Aquests gèneres de fongs produeixen el deteriorament de molts aliments, i degut a la potencial producció de micotoxines representen un risc per la salut dels consumidors, motiu pel qual aquests es tracten amb agents físics i/o químics per tal de d'evitar o retardar el seu creixement. Però, als darrers anys es produeix una controvèrsia pel que fa a la utilització d'antifúngics sintètics, motiu pel qual es dóna així la oportunitat d'investigar l'ús d'extractes vegetals per tal substituir-los. L'objectiu prioritari pel que fa la utilització d'aquests extractes vegetals és aconseguir mantenir unes òptimes propietats nutricionals i organolèptiques a l'aliment minimitzant la capacitat de proliferació dels microorganismes i/o de la producció de metabòlits tòxics pel consumidor.

Com a resultat d'aquesta recerca innovadora, els darrers anys s'ha vist que algunes plantes, tal com la canyella, l'all, el clau, l'orenga, la farigola, la cúrcuma, l'alfàbrega i el comí, tenen activitat antifúngica a més de saboritzant, motiu pel qual es poden utilitzar en la preservació de determinats aliments front a l'acció alterant per fongs ambientals potencialment micotoxigènics.

Espècies vegetals més utilitzats i principis actius

Durant la cerca bibliogràfica s'ha trobat que les espècies vegetals més utilitzades per tal de controlar el creixement de les floridures a la indústria alimentària eren l'all, la farigola, la canyella, el clau, l'orenga, la cúrcuma, l'alfàbrega i el comí. Però, abans d'entrar en matèria, hem de definir què són els extractes, els olis essencials i les tintures que es preparen amb elles, ja que el seu efecte i eficàcia com antifúngics és diferent, i depèn de la espècie vegetal de la que es tracta.

Per la obtenció d'un extracte vegetal s'ha d'aconseguir la matèria primera, escollint la part de la planta amb l'activitat biològica desitjada. L'extracte correspon a la fracció no volàtil de compostos biològicament actius a la planta, els que són inestables a la temperatures elevades (termosensibles) i solubles a l'aigua. La tècnica d'extracció consisteix en tractar amb aigua de qualitat la/les part/s de la planta d'interès, a temperatura ambient o a menys de 100 °C, durant un període de temps adequat.

Els olis essencials són la fracció volàtil dels principis actius de l'espècie vegetal, i per tant més estables a la temperatures elevades. Les tècniques que s'utilitzen per l'obtenció d'aquests olis són la destil·lació al buit ó per arrossegament amb vapor d'aigua (el vapor d'aigua a 100°C "arrossega" els olis essencials continguts a la planta en pols, i seguidament es condensa amb l'aplicació del fred, i un cop recollit el líquid l'oli es separa de l'aigua per decantació), i per premsat (en el cas de les plantes molt riques en ells).

Per tal d'obtenir una tintura el primer que es fa és l'extracció dels principis actius de la planta a partir de la maceració, durant un temps adequat, amb una mescla de alcohol i aigua.

Un cop aclarit els diferents conceptes, es detallen les diferents espècies vegetals estudiades a la present revisió.

L'all (*Allium sativum* L.) és una espècie de la família de les Al·liàcies (classe Liliopsida) i mostra una potent activitat antibiòtica i d'ampli espectre, motiu pel qual és un dels vegetals més utilitzats a la indústria alimentària per tal d'allargar la vida mitjana dels aliments, a més de la olor característica que els comunica. Durant la producció de l'extracte d'all, l'enzim al·liinasa converteix l'al·liïna (un sulfòxid natural a l'all fresc) en al·licina, molècula responsable de la potent activitat antifúngica de l'extracte. La part que s'utilitza de l'all és l'arrel modificat (bulbs). També es pot utilitzar la seva tintura, ja que té efectes similars a l'extracte, tal com una activitat antioxidant, tot i així, hem de destacar que la tintura de l'all és més utilitzada per la curació d'algunes patologies.

La farigola (*Thymus vulgaris* L.) és un subarbust que pertany a la família de les Lamiaceae (classe Magnoliopsida). Aquesta espècie conté carvacrol (ó cimofenol; 2-metil-5-(1-metiletil-fenol) i timol (2-isopropil-5-metilfenol) els quals tenen una potent activitat antifúngica davant les floridures que apareixen als aliments de diferent origen. S'ha vist que aquests compostos hidrofènolics tenen activitat inhibidora sobre el creixement dels fongs perquè interaccionen amb la membrana plasmàtica destruint la seva permeabilitat selectiva, a més de tenir capacitat de inactivar enzims. La part utilitzada en la indústria alimentària és la seva fulla, de la que s'obté un extracte.

El canyeller (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) és un arbre de la família de les Lauràcies (classe Magnoliopsida), que té una reconeguda activitat antifúngica, antibacteriana i antiparasitària. Totes aquestes característiques estan vinculades als seus principis actius, tal com l'aldehid cinàmic (en major proporció que la resta), l'eugenol i l'alcohol cinàmic. La part utilitzada és l'escorça (canyella), de la qual s'obté oli essencial per a que sigui efectiu davant les floridures als aliments.

El claveller (*Syzygium aromaticum* (L.) Merrill & Perry) és un arbre de la família de les Mirtàcies (classe Magnoliopsida), i les parts utilitzades com a espècia aromàtica són els botons florals o poncelles assecades (clavells o clau d'espècia), dels quals es pot fer un extracte que perllonga la conservació dels aliments degut a la seva activitat antifúngica. Els principis actius i compostos majoritaris són l'eugenol (4-alil-2-metoxifenol), eugenil acetat, beta-cariofileno (1.4%) i 2-heptanona.

L'orenga (*Origanum vulgare* L.) és una planta herbàcia perenne de la família de les Lamiàcies (classe Magnoliopsida). En la present revisió bibliogràfica, els diferents estudis parlen del seu oli essencial per la seva eficàcia com antioxidant, antifúngic i antibacterià. L'oli essencial s'obté de les fulles de la planta, i el 90% està compost per fenols, com el timol, el terpineol i el carvacrol.

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) és una espècie vegetal de la família de les Zingiberàcies (classe Liliopsida) que s'utilitza principalment com a colorant a la indústria alimentària. Però varis estudis realitzats als darrers 5 anys demostren que la curcumina, la seva principal matèria colorant que es troba a les arrels modificades (rizomes), té també interessants propietats antifúngiques. S'utilitza en forma de tintures o d'extractes, depenent del tipus d'aliment. Els grups metil- i hidroxil- presents en a la curcumina són els responsables de la inhibició del creixement dels fongs.

L'alfàbrega (*Ocimum gratissimum* L.) és una planta herbàcia anual de la família de les Lamiàcies (classe Magnoliopsida), i en els darrers estudis ha demostrat la seva activitat antifúngica, antiaflatoxigènica i antioxidant. El component majoritari és l'eugenol. S'utilitza en forma de oli essencial, el que s'obté de les fulles fresques.

El comí (*Cuminum cyminum* L.) és una planta herbàcia anual de la família de les Apiàcies (classe Magnoliopsida), amb activitat antifúngica, antioxidant i antiaflatoxigènica. La part utilitzada per la preparació de l'extracte de comí són les seves llavors, i els compostos majoritaris dels extractes o tintures són l'aldehid cumínic (25-35%), els terpens (piné i terpineol), i els flavonoides (derivats del luteolol y apigenol).

Conservació d'aliments mitjançant l'ús de plantes aromàtiques

La conservació dels aliments mitjançant l'ús de plantes aromàtiques té la finalitat d'allargar la vida mitjana d'aquests. Per a mantenir la seva eficàcia, s'ha de tenir en compte la interacció amb diferents agents físics, tal com el fred i la calor, perquè poden disminuir o augmentar la seva activitat biològica. Així doncs, l'extracte vegetal de farigola sotmès a un procés de cocció perd la seva activitat biològica com agent conservant. Per aquest motiu, en la manipulació de la carn de conill s'ha d'afegir un suplement dietètic a base de cianobacteris del gènere *Arthrospira* (anomenat vulgarment com "Espirulina"), per tal de que l'extracte no perdi el seu poder antifúngic després de la cocció de l'aliment. (Antonella Dalle Zotte et al. , 2014)

Un altre paràmetre que pot afectar negativament l'activitat inhibidora dels extractes vegetals sobre la capacitat del fong *Aspergillus flavus* per produir aflatoxines és la humitat relativa ambient.

Fongs més abundants als aliments

Als darrers anys s'ha vist una evolució pel que fa el creixement dels fongs contaminants d'aliments.

Hi ha diferents grups d'aliments pels quals aquests microorganismes hi tenen més afinitat per créixer, tal com els cereals i els llegums, les fècules, les fruites i hortalisses, i diferents productes càrnics processats o no, en ordre d'afectació decreixent. Els cereals, els llegums i les fècules són un grup d'aliments amb una vida mitjana més perllongada, però quan són contaminats pels fongs aquesta disminueix ràpidament,

perquè els nutrients que contenen promouen el seu ràpid creixement. La carn i els seus derivats processats, en canvi, tenen una vida mitjana molt més curta que els anteriors, i s'han de mantenir estrictes condicions de conservació (per exemple, el seu emmagatzematge a baixes temperatures i a una humitat ambient d'un 70-75%), perquè sinó també s'afavoreix el creixement de floridures superficials a les carns processades i de bacteris putrefactius a l'interior en el cas de les carns fresques.

Per altre banda, els diferents fongs són més sensibles a un tipus de planta aromàtica que a una altre. Pel que fa al fong *Aspergillus flavus*, és molt sensible a l'acció dels extractes de farigola, el qual inhibeix el seu creixement segurament al produir l'alteració del contingut d'ergosterol a la seva membrana plasmàtica. (Yumie et al. 2015) El comí també inhibeix el desenvolupament d'aquest fong, a través del seu potencial de captació de radicals lliures en els aliments, això suposa una eficàcia en la indústria alimentària, i un perfil de seguretat i higiene favorable, amb la finalitat de proporcionar una protecció completa als productes alimentaris. (Kedia et al. 2014)

Un altre cas és el de les espècies del gènere *Penicillium*, en el que l'extracte d'all juntament amb el de clau és la combinació que a més va inhibir el desenvolupament d'aquests fongs a les pomes. (Chanel et al., 2015)

Combinació d'extractes vegetals amb altres compostos per tal d'avaluar l'increment de la seva efectivitat (sinergisme) antifúngica

En la present revisió veiem que, tot i que els extractes per si mateixos són efectius utilitzats de manera individual, la combinació entre ells i/o amb altres molècules és molt efectiva per prevenir el desenvolupament de les "floridures" als aliments. Així, la combinació d'extracte d'alfàbrega i "pululano" (un exopolisacàrid produït pel fong *Aureobasidium pullulans*) allarga la vida mitjana de la poma sense perjudicar les seves propietats organolèptiques, donant-li una major brillantor i un color més fosc sense afectar el seu gust (Synowiec et al., 2014). Un altre exemple de l'increment de la activitat antifúngica és la combinació d'extractes, tal com la combinació de l'extracte d'all amb un altre de clau, que va demostrar la seva potent activitat biològica al inhibir el creixement del 100% de les soques de *Penicillium* spp. a les fruites, sobretot als cítrics. (Chanel et al., 2015).

Un altre estudi demostra l'efectivitat de la combinació de la cúrcuma amb l'àcid ascòrbic, augmenta l'activitat antioxidant de cadascun dels components per separat i inhibint el creixement del llevat *Candida albicans* a partir de la disminució del pH citoplasmàtic del llevat. (Arafat et al., 2012). També la combinació d'oli essencial de la

canyella amb l'oli essencial de l'orenga va ser efectiva al inhibir el creixement de soques de *Penicillium* spp. (Avila-Sosa et al., 2012).

L'efectivitat de la combinació de l'extracte de pell de taronja amb oli essencial de farigola per allargar la vida mitjana de productes càrnics cuits, va quedar demostrada al evitar el creixement de fongs quan aquesta es va a incorporar a l'elaboració de la mortadella. (Viuda-Martos et al. 2010) Els autors d'aquest treball també van demostrar que la combinació de l'associació de extractes/olis essencials de diferents plantes aromàtiques amb l'envasat al buit és encara més efectiva per perllongar la vida mitjana d'aquest embotit. Altres exemples interessants són l'augment de la vida mitjana de cereals per la inhibició del creixement del fong *Aspergillus flavus* mitjançant la combinació de l'extracte de canyella i l'aplicació de llum infraroja (Manoso et al., 2013), i la conservació de peixos combinant la refrigeració amb l'aplicació de l'extracte de clau (Salgado et al., 2013).

6.BIBLIOGRAFIA

1. Omidbeygi M, Barzegar M, Hamidi Z, Nghdibadi H. Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oil against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. Food Control. 2007; 18:1518.1523
2. Pavel M., Miloslav Z., Roman P., Pavel N., et al. Antifungal effect of five essential oils against important pathogenic fungi of cereals. Industrial Crops and Products. 67 (2015) 208–215
3. S. Manso , F. Cacho-Nerin , R. Becerril , C. Nerín. Combined analytical and microbiological tools to study the effect on *Aspergillus flavus* of cinnamon essential oil contained in food packaging. Food control. 30 (2013) 370e378
4. Pablo R. Salgado , M. Elvira López-Caballero , M. Carmen Gómez-Guillén, Adriana N. Mauri , M. Pilar Montero. Sunflower protein films incorporated with clove essential oil have potential application for the preservation of fish patties. Food Hydrocolloids 33 (2013) 74-84
5. Avila-Sosa R., Palou E., Jiménez Munguía M. ,Nevárez-Moorillón V., Navarro Cruz A. , López-Malo A. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. International Journal of Food Microbiology 153 (2012) 66–72
6. Kedia A., Prakash B., Mishra P., Dubey N.K. Antifungal and antiaflatoxic properties of *Cuminum cyminum* (L.) seed essential oil and its efficacy as a preservative in stored commodities. International Journal of Food Microbiology 168–169 (2014) 1–7
7. Yumie C., Mayumi M., Aparecida S., Bando E., Da Silva N., Botião S., Henrique G., Grespan R., Graton M., Machinski M. Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production of *Thymus vulgaris* L. by *Aspergillus flavus*. Food Chemistry 173 (2015) 1006–1010

8. Shukla R., Singh P., Prakash B., Dubey N.K. Antifungal, aflatoxin inhibition and antioxidant activity of *Callistemon lanceolatus* (Sm.) Sweet essential oil and its major component 1,8-cineole against fungal isolates from chickpea seeds. *Food Control* 25 (2012) 27e33
9. Synowiec A., Gniewosz M., Kraśniewska K., Leon J., Bączek K., Węglarz Z. Antimicrobial and antioxidant properties of pullulan film containing sweet basil extract and an evaluation of coating effectiveness in the prolongation of the shelf life of apples stored in refrigeration conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 23 (2014) 171–181
10. Prakash B., Singh P., Kedia A., Dubey N.K. Assessment of some essential oils as food preservatives based on antifungal, antiaflatoxin, antioxidant activities and in vivo efficacy in food system. *Food Research International* 49 (2012) 201–208
11. Arafat O., Mascarenhas O.M., J.C., Urba A., Dalposso L.M., Ksiaskiewicz T., Rubiana M., Maissar N. Curcumin antifungal and antioxidant activities are increased in the presence of ascorbic acid. *Food Chemistry* 133 (2012) 1001–1005
12. Dalle A., Cullere M., Sartori A., Szendrő Z., Kovács M., Giaccone V., Dal Bosco A. Dietary *Spirulina (Arthrospira platensis)* and Thyme (*Thymus vulgaris*) supplementation to growing rabbits: Effects on raw and cooked meat quality, nutrient true retention and oxidative stability. *Meat Science* 98 (2014) 94–103
13. Prakash B., Shukla R., Singh P., Kumar P., Kishore N., Nath R. Efficacy of chemically characterized *Ocimum gratissimum* L. essential oil as an antioxidant and a safe plant based antimicrobial against fungal and aflatoxin B1 contamination of spices. *Food Research International* 44 (2011) 385–390
14. Daniela C.K., Lennox C.L., Vries F.A. In vivo application of garlic extracts in combination with clove oil to prevent postharvest decay caused by *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* and *Neofabraea alba* on apples. *Postharvest Biology and Technology* 99 (2015) 88–92

15. Da Cruz L., Fernández V., Patriarca A. Application of plant derived compounds to control fungal spoilage and mycotoxin production in foods. *International Journal of Food Microbiology* 166 (2013) 1–14
16. Sindhu S., Chempakam B., Leela V, Suseela R. Chemoprevention by essential oil of turmeric leaves (*Curcuma longa L.*) on the growth of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. *Food and Chemical Toxicology* 49 (2011) 1188–1192
17. Viuda-Martos M., Ruiz-Navajas Y., Fernandez-Lopez J., Perez-Alvarez J.A. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. *Meat Science* 85 (2010) 568–576
18. Toba Samuel Anjorin, Ezekiel Adebayo Salako and Hussaini Anthony Makun. Control of Toxigenic Fungi and Mycotoxins with Phytochemicals: Potentials and Challenges (Chapter 8). *Janeza Trdine* 9, 51000 Rijeka, Croatia. Ed. InTech. April, 2013. Available: <http://www.ngmycotoxin.com/Sci%20Papers/Makuns%20Book.pdf#page=193>
19. Uso Industrial de Plantas Aromáticas y Medicinales [Internet] Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2015 [actualitzada 9 de gener de 2016] Disponible a: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema12.pdf>
20. Bárbara Susana Gregorí Valdés . Estructura y actividad de los antifúngicos. *Rev Cubana Farm* 2005; 39(2)
21. Catarina.udlap.mx [Internet] Mèxico: Universidad de las Amèricas Puebla; 2005. Disponible a : http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lhr/becerra_l_ve/capitulo2.pdf

22. Alvaro Enrique G. [Internet] Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades físicoquímicas de los extractos fluidos, blandos y secos así como de las tinturas del rizoma y de la fronda de calahuala (*Phlebodium pseudoaureum*) a nivel de laboratorio. Juny 2005. Disponible a: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0951_Q.pdf
23. Eol.org [Internet] Canadà; Abril 2013. Disponible a: <http://www.eol.org/pages/1084926/overview>
24. Eol.org [Internet] Canadà; Gener 2015. Disponible a: http://www.eol.org/data_objects/31894017
25. Ca.wikipedia.org [Internet] [Actualitzada 31 març 2016] Disponible a: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Canyeller>
26. Ca.wikipedia.org [Internet] [Actualitzada 1 abril 2016] Disponible a: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Orenga>
27. Ca.wikipedia.org [Internet] [Actualitzada 2 maig 2016] Disponible a: <https://ca.wikipedia.org/wiki/C%C3%BArcuma>
28. Ca.wikipedia.org [Internet] [Actualitzada 18 agost 2014] Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Ocimum_gratissimum
29. Ca.wikipedia.org [Internet] [Actualitzada 17 març 2016] Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Cuminum_cyminum