

L'OLI ESSENCIAL DE MOSTASSA COM A CONSERVANT DE LES BOTIFARRES



AGRAÏMENTS

Voldria dedicar aquestes línies a totes aquelles persones que d'una manera o altra han fet possible la realització d'aquest treball:

Primer de tot, a la tutora del meu treball, perquè sempre ha estat disposada a resoldre'm tots els dubtes que tenia en qualsevol moment, m'ha ajudat des d'un bon principi a encaminar aquest treball i s'ha passat moltes hores al laboratori de l'institut mentre fèiem les pràctiques.

A molt personal de la UPC de Manresa que m'han ajudat en tot moment amb les pràctiques de laboratori. A la Xesca Sala, perquè sempre tenia tot el material preparat al laboratori de química i a tota hora estava a punt per fer qualsevol cosa sense importar-li el temps que m'havia de dedicar. A la Dolors Grau per resoldre'm dubtes sobre la hidrodestil·lació. Al Xavier de las Heras i al Josep Basas perquè a cada moment em van donar consells i ajudar amb les pràctiques realitzades a la UPC i per ensenyar-me que amb paciència i perseverança es poden aconseguir grans reptes en la investigació, a més de fer-me veure que pot ser molt divertida.

També cal agrair a la família Rovira per deixar-me accedir a les seves instal·lacions tant mentre no treballaven per poder visitar el lloc com en dos dies de treball, que em van permetre veure de primera mà com funcionava l'empresa i deixar-me col·laborar, una mica, a elaborar les botifarres. Especialment, vull agrair al Jordi Rovira per fer-me una visita a Cal Rovira, i a tota la família, per acollir-me durant dos dies com si fos un més de la casa.

També vull agrair al Xavier Carrascosa (responsable de qualitat de l'Escorxador d'Avinyó) per deixar-me accedir a les instal·lacions d'aquest escorxador i a la Laura Ricardo, per fer-me una visita guiada molt detallada per tot el procés de matança del porc.

A totes aquelles persones que m'han alegrat una mica més els meus dies d'estrès pel treball, preguntant-me com m'anava i dient-me que me'n sortiria molt bé, i sobretot als amics i amigues de la meva classe i a tota la gent

coneguda que fa el mateix curs que jo, perquè m'han fet sentir que tots estem passant pel mateix moment i que en realitat no és tan dur com sembla.

Per últim, i no menys important, agrair a la meva família per tot el que ha fet per aquest treball. Al meu pare, per interessar-me en el món de la carnisseria i especialment en el món de les botifarres, i per deixar-me realitzar qualsevol prova a Cal Valentí (la botiga en la qual treballa). A la meva mare, per facilitar-me els contactes de la gent de la UPC de Manresa i per introduir-me en el fantàstic món de la investigació. I a la meva germana, que va fer el Treball de Recerca fa dos anys i en tot moment m'ha estat donant suport explicant-me les seves experiències que m'han servit de gran utilitat.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	12
2. OBJECTIUS	14
3. LES BOTIFARRES	16
3.1. Els porcs	17
3.1.1. Alimentació	17
3.1.2. La vida del porc.....	18
3.1.2.1. Gestació	18
3.1.3. Matança	20
3.1.4. Carn que s'aprofita.....	22
3.2. Les botifarres	23
3.2.1. Què són	23
3.2.2. Elaboració.....	23
3.2.2.1. Ingredients.....	23
3.2.2.2. Procés	23
4. ELS ADDITIUS ALIMENTARIS	25
4.1. Què són	25
4.2. Tipus/classificació	25
4.2.1. Colorants	25
4.2.1.1. Naturals	26
4.2.1.2. Sintètics	27
4.2.2. Conservants.....	28
4.2.2.1. Naturals	29
4.2.2.2. Artificials	31
4.2.3. Antioxidants	33
4.2.4. Correctius de l'acidesa.....	34
4.2.5. Hidrocol·loides	34

4.2.6. Emulsionants	35
4.2.7. Edulcorants.....	35
4.2.8. Potenciadors del sabor	36
4.3. Additius utilitzats en les botifarres	36
5. LA MOSTASSA I ELS SEUS OLIS ESSENCIALS	42
5.1. Una mica d'història de la mostassa.....	42
5.2. Varietats dels grans de mostassa	44
5.3. Aplicacions de la mostassa	46
5.3.1. Fulles	46
5.3.2. Llavors	46
5.3.3. Farina de mostassa, mostassa mòlta, i preparat de mostassa	47
5.3.4. Oli de mostassa	47
5.3.5. Oli essencial de mostassa	48
6. OBTENCIÓ DELS OLIS ESSENCIALS DE LA MOSTASSA.....	52
6.1. Primer intent d'extracció de l'oli essencial de mostassa.....	52
6.1.1. Fonament teòric de la hidrodestil·lació	52
6.1.2. Material	53
6.1.3. Procediment.....	54
6.1.4. Realització de l'experiment	55
6.1.5. Resultats.....	56
6.1.6. Conclusions	57
6.2. Segona extracció de l'oli essencial de mostassa	57
6.2.1. Material	57
6.2.2. Procediment.....	58
6.2.3. Realització de l'experiment	58
6.2.4. Resultat.....	59
6.2.5. Conclusions	59

6.3. Tercera extracció d'olis essencials.....	59
6.3.1. Extracció d'olis per mètode Soxhlet.....	59
6.3.1.1. Fonament teòric del mètode Soxhlet.....	59
6.3.1.2. Fonament teòric del rotavapor.....	61
6.3.1.3. Material.....	61
6.3.1.4. Procediment.....	62
6.3.1.5. Realització de l'experiment.....	64
6.3.2. Extracció d'olis essencials per mètode Clevenger.....	65
6.3.2.1. Material.....	65
6.3.2.2. Procediment.....	66
6.3.2.3. Realització de l'experiment.....	66
6.3.3. Resultats.....	67
6.3.4. Conclusions.....	67
7. ELABORACIÓ DE BOTIFARRES UTILITZANT ELS OLIS ESSENCIALS DE MOSTASSA COM A CONSERVANT.....	69
7.1. Matèria primera.....	69
7.2. Elaboració de la fitxa del producte.....	71
7.3. Realització de les diferents anàlisis dels paràmetres.....	72
7.3.1. pH.....	72
7.3.1.1. Fonaments teòrics del pH.....	72
7.3.1.2. Material.....	73
7.3.1.3. Procediment.....	73
7.3.1.4. Resultats.....	74
7.3.1.5. Conclusions.....	75
7.3.2. Capacitat de retenció de l'aigua.....	75
7.3.2.1. Fonaments teòrics de la capacitat de retenció de l'aigua.....	75
7.3.2.2. Material.....	76

7.3.2.3. Procediment.....	76
7.3.2.4. Resultats.....	77
7.3.2.5. Conclusions	77
7.3.3. Color	78
7.3.3.1. Fonaments teòrics del color.....	78
7.3.3.2. Material.....	79
7.3.3.3. Procediment.....	80
7.3.3.4. Resultats.....	80
7.3.3.5. Conclusions	83
7.3.4. Olor.....	83
7.3.4.1. Fonaments teòrics de l'olor.....	83
7.3.4.2. Material.....	84
7.3.4.3. Procediment.....	84
7.3.4.4. Resultats.....	84
7.3.4.5. Conclusions	85
7.3.5. Sabor	85
7.3.5.1. Material.....	85
7.3.5.2. Procediment.....	85
7.3.5.3. Resultats.....	85
7.3.5.4. Conclusions	86
7.3.6. Anàlisi microbiològica	86
7.3.6.1. Fonaments teòrics	86
7.3.6.2. Materials i reactius.....	87
7.3.6.3. Procediment de preparació de l'aigua de peptona tamponada .	88
7.3.6.4. Procediment de preparació del medi de cultiu.....	88
7.3.6.5. Procediment de preparació de les mostres a analitzar	89
7.3.6.6. Procediment de sembra de les mostres	90

7.3.6.7. Procediment de recompte de les colònies	92
7.3.6.8. Realització de l'experiment del dia 0 d'emmagatzematge	93
7.3.6.9. Realització de l'experiment del dia 7 d'emmagatzematge	94
7.3.6.10. Realització de l'experiment del dia 13 d'emmagatzematge	94
7.3.6.11. Resultats.....	94
7.3.6.12. Conclusions	95
8. CONCLUSIONS.....	97
8.1. Referents a la part teòrica	97
8.2. Referents a la part pràctica	98
8.3. Treball futur.....	100
9. BIBLIOGRAFIA	101
9.1. Font de les fotos d'internet.....	107

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 3-1. Fotografia meva davant de Casa Malla.....	16
Figura 3-2. Fotografia de la visita a la zona de les sitges dels cereals.....	17
Figura 3-3. Truges gestant.	18
Figura 3-4. Garrins mamant de la seva mare.	19
Figura 3-5. Porcs acabats de desmamar.	19
Figura 3-6. Garrins.	20
Figura 3-7. Foto meva davant les instal·lacions de l'Escorxador d'Avinyó.	20
Figura 3-8. Procés de matança.	22
Figura 3-9. Arribada de les canals a Cal Rovira i desfer els porcs.	23
Figura 3-10. Procés d'elaboració de les botifarres a Cal Rovira.....	24
Figura 5-1. Camp de mostassa florit a Dijon.	42
Figura 5-2. Llavors dels diferents tipus de mostassa.	44
Figura 5-3. Brassica Alba.	45
Figura 5-4. Brassica Juncea.....	45
Figura 5-5. Brassica nigra.	46
Figura 5-6. Preparat de mostassa.....	47
Figura 5-7. Oli de mostassa.	48
Figura 5-8. Fórmula química de l'al·lil isotiocianat.....	49
Figura 5-9. Oli essencial de mostassa.	50
Figura 6-1. Esquema de l'aparell de destil·lació Clevenger.....	53
Figura 6-2. Grans de mostassa a punt de moldre en un molinet de cafè.	54
Figura 6-3. Baló de destil·lació amb la mostassa mòlta i l'aigua.	55
Figura 6-4. Primera extracció per mètode Clevenger.	56
Figura 6-5. Segona extracció per mètode Clevenger.	58
Figura 6-6. Esquema d'un sistema d'extracció Soxhlet.	60
Figura 6-7. Esquema del rotavapor.	61
Figura 6-8. Mostassa mòlta en el didal de cel·lulosa.....	64
Figura 6-9. Extracció per mètode Soxhlet.	64
Figura 6-10. Separació de la mescla en el Rotavapor.....	65
Figura 6-11. Oli de mostassa extret per mètode Soxhlet.	65
Figura 6-12. Tercera extracció per mètode Clevenger.	66
Figura 7-1. Preparació de la carn per a les botifarres.	70

Figura 7-2. Preparació de les mostres B3 i B4.....	71
Figura 7-3. Escala de pH.....	73
Figura 7-4. Preparació de la dissolució per mesurar el pH.....	74
Figura 7-5. Anàlisi de CRA.....	76
Figura 7-6. Coordenades que mostren els colors en el sistema RGB.....	78
Figura 7-7. Colors en el sistema CIE 1976 L*a*b*.....	79
Figura 7-8. Les mostres de botifarra del dia 12 d'emmagatzematge.....	82
Figura 7-9. Aigua de peptona tamponada preparada dins d'Erlenmeyers.....	88
Figura 7-10. Dissolució del medi de cultiu.....	89
Figura 7-11. Mostres preparades dins els diferents tubs d'assaig.....	90
Figura 7-12. Mostres sembrades en les diferents càpsules Petri.....	91
Figura 7-13. Càpsules Petri sembrades dins l'estufa de cultiu.....	91
Figura 7-14. Mostra B1 amb les colònies de microorganismes.....	92

ÍNDIX DE TAULES

Taula 4-1. Additius alimentaris per a la botifarra (part 1).....	38
Taula 4-2. Additius alimentaris per a la botifarra (part 2).....	39
Taula 7-1. Taula per a l'anàlisi.....	72

ÍNDIX DE GRÀFICS

Gràfic 7-1. Valors obtinguts en l'anàlisi de pH.....	74
Gràfic 7-2. Valors obtinguts en l'anàlisi de CRA.....	77
Gràfic 7-3. Resultats obtinguts de la lluminositat.....	81
Gràfic 7-4. Resultats obtinguts de la coordenada cromàtica vermell/verd.....	81
Gràfic 7-5. Resultats obtinguts de la coordenada cromàtica groc/blau.....	82
Gràfic 7-6. Valors obtinguts en l'anàlisi microbiològica.....	94

1. INTRODUCCIÓ

Segurament, molts de vosaltres, algun dia o altra heu posat salsa de mostassa a algun producte càrnic. Ara faré una afirmació que podria assegurar que és certa: "Gairebé tots algun dia us heu menjat una botifarra".

I si es poguessin barrejar els dos temes en un sol treball de recerca?

I encara una pregunta millor: "La mostassa podria servir com a conservant de les botifarres?". Aquesta és la qüestió que m'agradaria respondre al final d'aquest treball de recerca.

La botifarra, bàsicament, és carn de porc picada embotida en tripes. La carn picada és la carn que es pot alterar més fàcilment pel fet que té una gran superfície de contaminació, està triturada finament i és el tipus de carn que es manipula més. Com que és la que s'altera més fàcilment, és fonamental conèixer les seves característiques per tal de poder detectar qualsevol canvi (color, sabor, olor, consistència...) a l'hora de comprar-la, per al posterior consum.

Alguns estudis demostren que els additius sintètics poden tenir efectes negatius sobre la salut humana; això provoca que hi hagi una demanda creixent de productes naturals en la dieta humana.

Aquest treball és el recull de la motivació per trobar un bon conservant natural per a les botifarres que pugui substituir els conservants artificials utilitzats en aquestes.

El treball es divideix en una part teòrica i en una altra de pràctica:

En la part teòrica s'hi pot trobar:

- L'explicació del què són botifarres, així com tot el procés d'elaboració d'aquestes: des que neixen els porcs, els engreixen, els maten i se n'obté la carn per a realitzar-les i per últim, tot el procés d'elaboració de les botifarres.
- Una definició dels additius alimentaris i la classificació d'aquests en tots els tipus. A més d'anomenar els additius que actualment estan acceptats

per a l'elaboració de les botifarres segons el reglament de la Comissió Europea (CE).

- Un estudi de la mostassa així com de les magnífiques característiques com a conservant dels seus olis essencials.

En la part pràctica s'hi pot trobar:

- L'extracció d'olis essencials de la mostassa.
- La utilització d'olis essencials de mostassa per a l'elaboració de botifarres.
- Anàlisi d'aquestes botifarres per comprovar si els olis essencials de mostassa poden ser utilitzats com a conservant natural de les botifarres.

2. OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest treball és trobar si la mostassa podria ser utilitzada com a conservant de les botifarres.

A més a més, hi ha tota una sèrie d'objectius secundaris:

- Veure tot el cicle de la vida del porc des que neix fins que es mata.
- Conèixer el procés d'elaboració de les botifarres.
- Reconèixer els diferents tipus d'additius que s'utilitzen en alimentació.
- Inspeccionar la legislació vigent de la legalitat dels additius per a les botifarres.
- Analitzar la mostassa i les seves propietats, així com les del seu oli essencial.
- Poder comprovar si l'oli essencial de mostassa pot conservar les botifarres: valorar els efectes que té en el pH, capacitat de retenció de l'aigua, color, olor, sabor i microorganismes.

PART TEÒRICA



3. LES BOTIFARRES

Per tractar el tema de les botifarres i els porcs, es va realitzar una visita a Cal Rovira ja que és una empresa on el meu pare hi compra carn per a la seva carnisseria i es coneixen amb els amos. A més, el tipus de carn que venen és molt apreciada pels consumidors gràcies al sistema d'explotació que realitzen que s'explicarà més endavant.

Cal Rovira és una empresa situada a la Casa Malla (una casa pairal situada a Sagàs, al Berguedà) que es dedica a comercialitzar els productes del porc. Totes les informacions donades a continuació són a partir de la visita particular que vaig rebre a mans d'en Jordi Rovira (un dels propietaris de Cal Rovira).



Figura 3-1. Fotografia meva davant de Casa Malla.
Font: Pròpia

Actualment, a Cal Rovira treballen seguint el seu eslògan que és: "Tancant Cercles" que consisteix en el fet que per elaborar qualsevol producte de porc, l'empresa ha intervingut en tots els processos, excepte en la matança del porc per qüestions de salut i higiene.

3.1. Els porcs

A Cal Rovira crien porcs de la raça Duroc poc conformat, és a dir, fa poc pernil, té una bona infiltració de greixos, la carn no molleja, dura més i són més grossos.

3.1.1. Alimentació

La primera part que es visita és la que es dedica a l'explicació de l'alimentació dels porcs. L'alimentació dels porcs de Cal Rovira és a base de pinsos compostos, fabricats al seu propi molí. En una zona, hi ha diferents sitges, cada una plena d'un producte diferent (ordi, blat, civada, blat de moro, pèsol...). El fet que només hi hagi la collita d'aquests cereals un cop a l'any fa que s'hagi d'invertir molta energia en mantenir les sitges a unes molt bones condicions de temperatura i humitat, per tal que els cereals que continguin es puguin conservar durant tot un any.



Figura 3-2. Fotografia de la visita a la zona de les sitges dels cereals.
Font: Pròpia

A Cal Rovira, cada tipus de porc té la seva "fórmula" de pinso, és a dir, depenent de si són porcs en fase d'engreix, truges gestants, truges amb fills... mengen un pinso fet a partir d'una barreja de diferents quantitats de les varietats de cereals que es troben a les diverses sitges. Un programa informàtic amb l'ajuda d'una balança és l'encarregat d'anar agafant de cada sitja la quantitat necessària de cada cereal per tal de realitzar els tipus de pinso adequats segons les fórmules que prèviament han estat introduïdes a l'ordinador. D'aquesta manera, es fan uns pinsos molt equilibrats. Si convé, s'afegeixen alguns aminoàcids de manera

sintètica ja que els productes vegetals no són gaire rics en aquests tipus de molècules. La part de greixos s'afegeix amb olis vegetals (actualment, amb oli

de colza, ja que tenen una planta productora d'aquest oli, en el mateix recinte). Cal dir, que hi ha granges que donen petites dosis d'antibiòtic als porcs quan encara són petits com a mesura preventiva de malalties per infeccions microbianes, tot i que no és el més recomanable ja que els bacteris es van fent resistents als antibiòtics. A Cal Rovira el que es fa és acidificar el pinso amb àcids industrials per tal que no s'hi desenvolupin els bacteris i des de fa alguns anys ja no es dóna antibiòtic als garrins cosa que fa que de tant en tant tinguin algunes malalties infeccioses provocades pels diferents microorganismes que hi ha a l'exterior. Mentre els garrins mamen llet de la seva mare són bastant immunes als bacteris, però un cop desmamats hi ha un període d'un mes que és el més crític ja que no tenen un bon sistema immunològic, i agafen malalties com diarrees... Tot i així, Cal Rovira aposta per aquest sistema de no donar antibiòtics perquè creu que és un valor afegit al seu porc, ja que la resistència que presenten els bacteris cap als antibiòtics passa cap a les persones cosa que és un problema de salut pública general.

3.1.2. La vida del porc

3.1.2.1. Gestació

El porc criat a Cal Rovira prové d'un pare que és 100% raça Duroc i una mare que és 75% raça Duroc. La inseminació és artificial intrauterina. Normalment es fan tres inseminacions i s'indiquen a la truja posant tants punts de pintura a la seva esquena com inseminacions ha rebut. Cada mare té un temps de gestació de 3 mesos, 3 setmanes i 3 dies, i es pareixen de 10 a 12 fills.



Figura 3-3. Truges gestant.
Font: Pròpia

Un cop han nascut els garrins, es deixen en fase de mamar durant 25 dies, exceptuant algun garrí que sigui molt petit que encara es deixarà mamant uns dies més amb alguna de les mares.

Pel que fa a les truges, tres o quatre dies després de desmamar els garrins, tornen a entrar en zel i es tornen a inseminar. Acostumen a parir durant uns 4 anys; és un període de temps molt llarg ja que durant el període de gestació se les cuida molt bé, deixant-les viure en una nau d'estabulació lliure i amb un jaç de palla, cosa que els dóna molta llibertat.



Figura 3-4. Garrins mamant de la seva mare.
Font: Pròpia

Un cop els garrins són desmamats, passen a alimentar-se de pinso durant la resta de la seva vida. Tal com hem dit, aquest és el moment més crític del garrí, perquè s'ha d'alimentar d'un pinso que pugui evitar l'ús d'antibiòtics, i també se'l manté en una nau amb l'ambient controlat.

Aquest pinso, però, anirà canviant les proporcions dels diferents ingredients depenent de l'etapa de la vida del porc.



Figura 3-5. Porcs acabats de desmamar.
Font: Pròpia



Figura 3-6. Garrins.
Font: Pròpia

Als dos mesos, aquests garrins passaran a naus d'engreix, per lots de la mateixa edat. La meitat d'aquestes naus són condicionades amb jaç de palla.

Els porcs són sacrificats a l'edat de 7 o 8 mesos, amb un pes aproximat de 100 kg per canal, pes un 25-30% superior al d'una canal industrial. Aquest pes per sobre de la mitjana potencia molt més el gust del porc.

3.1.3. Matança

Per tractar el tema de la matança, es realitza una visita, a part, a l'Escorxador frigorífic Roma d'Avinyó, ja que, tal com s'ha dit abans, a Cal Rovira no intervenen en la part de la matança dels seus porcs per temes de salut i higiene. L'Escorxador d'Avinyó és una empresa dedicada especialment a matar porcs per ús propi o per a altres empreses, com per exemple Cal Rovira (ja esmentada prèviament). Cada dia es maten gairebé 3000 porcs.

El procés comença 12 hores abans, quan arriben els porcs a les quadres i es deixen en dejú aquestes 12 hores per tal que no quedin restes de menjar en els seu estómac i intestins, i així evitar

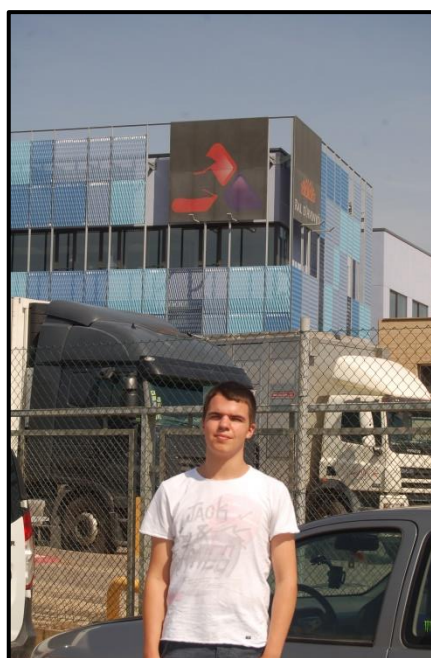


Figura 3-7. Foto meva davant les instal·lacions de l'Escorxador d'Avinyó.
Font: Pròpia

qualsevol tipus d'infecció fecal. Passades les 12 hores (a les 3 de la tarda) comença el que ells anomenen el sacrifici: els porcs són introduïts en grups de 5 a una cambra en forma de roda on hi ha CO₂ que els adorm. Llavors es penjen pels peus de cap per avall i un operari els degolla amb un ganivet introduint-lo pel coll, per tal que es tallin tots els vasos sanguinis principals i així es moren ràpidament per la gran pèrdua de sang. Tota la sang que surt en el primer moment és recollida i s'aprofitarà en l'elaboració de productes porcins (botifarres negres, per exemple). Un cop morts, els porcs passen per un procés, on se li treuen els pèls i es netegen ben nets utilitzant una cambra on se'ls tira foc a més d'introduir-los en una olla a alta temperatura. Després, ja passen al què s'anomenaria desfer els porcs; primer de tot, se li treuen les vísceres (tots els òrgans interiors com el fetge, els budells, pulmons...) i després, amb l'ajuda d'una serra es talla per la meitat. Cada meitat s'anomena canal i s'analitza una mostra per comprovar que no hi hagi cap contaminació de tipus fecal o bacteriana.



Figura 3-8. Procés de matança.

D'esquerra a dreta i de dalt a baix: recepció dels porcs, entrada a la cambra de CO₂, porcs adormits, dessagnat, penjar els porcs per tot el procés, buidar intestins, evisceració, anàlisi post-mortem.

Font: Escorxador d'Avinyó modificada

3.1.4. Carn que s'aprofita

Un cop s'han matat els porcs, toca desfer-los. A Cal Rovira desfan els porcs els dilluns a la tarda. A les 16:00 arriba un camió carregat amb 28 porcs (56 canals) i se'n van tallant les diferents parts ja sigui per enviar directament a un client, per elaborar o per fer-ne pernills.

Qui treballa a l'empresa porcina, diu que el porc és un animal perfecte, com a aliment, ja que s'aprofiten absolutament totes les parts i cadascuna té unes propietats que la fa diferent.



Figura 3-9. Arribada de les canals a Cal Rovira i desfer els porcs.
Font: Pròpia

3.2. Les botifarres

3.2.1. Què són

Embotit elaborat farcint un budell amb carn trinxada, generalment de porc, espècies i sal (Institut d'Estudis Catalans, 2007).

3.2.2. Elaboració

S'explicarà el procés d'elaboració basant-nos amb el de Cal Rovira. A cal Rovira es comencen a fer les botifarres a 2/4 de 3 de la matinada dels dimarts.

3.2.2.1. Ingredients

Carn magra de porc (espatlla i cuixa), panxeta, cansalada, tripa natural, sal i pebre

3.2.2.2. Procés

Es piquen les carns a temperatura molt freda (0-2 °C) juntament amb la panxeta i la cansalada, es barregen i s'hi afegeix la sal i el pebre en quantitats determinades, depenent de les quantitats de carn fins a obtenir una mescla bastant homogènia. S'emboteixen les tripes sense perdre el fred i es posen en

una cambra frigorífica a punt de l'expedició. A vegades, si ho demana el client, es lliguen les botifarres en trossos més curts; és més habitual per a carnisseries més petites.



Figura 3-10. Procés d'elaboració de les botifarres a Cal Rovira.
D'esquerra a dreta: picar la carn, barrejar-la, embotir-la i lligar.
Font: Pròpia

4. ELS ADDITIUS ALIMENTARIS

4.1. Què són

Els additius alimentaris són tota substància que sense constituir per ella mateixa un aliment ni posseir un valor nutritiu s'agrega intencionadament als aliments i begudes en quantitats mínimes amb l'objectiu de modificar els seus caràcters organolèptics o facilitar i millorar el seu procés d'elaboració i/o conservació (Decret 336/75-BOE 11/3/75)

Tot i així, cal remarcar que un additiu ha d'estar sotmès a la seva pròpia llei i a més, des d'un punt de vista ètic, només es pot utilitzar si es compleixen les següents condicions (Astudillo, 2014):

- No és possible donar-li a l'aliment les característiques requerides, sense l'addició de l'additiu.
- L'additiu ha de ser comprovat innoeu per a la salut del consumidor.
- L'ús del conservant no ha d'induir a cap tipus d'engany al consumidor, impartint característiques d'un aliment de més valor a un altre de menys valor nutritiu.
- Les quantitats a utilitzar de qualsevol additiu no han d'excedir de les mínimes, per a produir l'efecte desitjat, ni de les màximes permeses per la legislació vigent.
- L'ús de l'additiu no ha d'emascarar deficients pràctiques de processament.

4.2. Tipus/classificació

Els additius es poden classificar en diferents grups segons la funció que realitzin en l'aliment.

4.2.1. Colorants

Els colorants són el grup d'additius que s'encarrega de proporcionar aquell color desitjat i esperat pel consumidor, de cada aliment. La majoria d'aliments

canvien el seu color en el procés de transformació en la indústria, i molts consumidors prefereixen un color constant associat a un aliment i que no canviï en els diferents lots de fabricació, però això només es pot aconseguir modificant-lo de manera artificial (Cubero, Monferrer, & Villalta, 2002).

Els colorants no es poden afegir als aliments sense cap criteri; la quantitat que s'afegeix sols ha de corregir la pèrdua de color produïda a causa d'alguns dels següents casos:

- Tractaments tecnològics del procés, com per exemple tractaments tèrmics, pelats, dessecacions...
- Variacions fisicoquímiques com els canvis de pH, llum...
- Efectes bioquímics: microorganismes i els seus metabòlits (qualsevol molècula que intervé en el metabolisme)...

Tots aquests processos causen una pèrdua de color i per tant, el producte no és tan atractiu per al consumidor. Afegint colorants s'aconsegueix el següent:

- Reforçar els colors que ja hi ha a l'aliment encara que menys intensos dels que espera el consumidor.
- Homogeneïtzar el color de l'aliment.
- Fer els aliments més atractius per al públic.
- Impartir colors als aliment elaborats, colors de fantasia (gelats, caramels...)

Està prohibit, però, afegir als aliments un conservant que emmascari els errors produïts en un aliment o per donar una sensació de qualitat que no existeix.

Hi ha colorants naturals i sintètics, però és difícil classificar-los, ja que un colorant d'origen natural sovint pot ser fabricat per síntesi química.

4.2.1.1. Naturals

Són pigments que es troben a la natura que poden ser d'origen animal, vegetal i mineral. Les característiques són les següents:

- Tenen menys poder de tinció que els sintètics i, per tant, s'han d'utilitzar en més quantitat, augmentant el cost.

- Són més inestables a les diferències de condicions de pH, temperatura, humitat...
- No produeixen tanta uniformitat de color a l'aliment com els sintètics.
- N'hi ha que també afecten al sabor i al gust a banda del color.
- Es degraden més fàcilment en el producte i en el medi ambient
- Ofereixen una imatge de producte natural allà on s'apliquen (Cubero et al., 2002).

Per posar un exemple de colorant natural, es citarà el primer, segons la numeració que existeix, que és la Curcumina (E 100). S'obté del rizoma de la cúrcuma o safrà indi, és de color groc ataronjat (segons el pH), la nomenclatura química és Di (hidroxi-4-metoxi-3-fenil)-1,7-heptadien-1,6-diona-3,5 i la fórmula empírica és $C_{12}H_{20}O_6$. Aprofitant l'aportació d'aroma i color, s'utilitza en barreges de curri, escabetxos, sopes... i sense l'aportació de l'aroma s'utilitza en làctics, margarines, formatges, melmelades...

4.2.1.2. Sintètics

Són pigments obtinguts per síntesi química. Poden ser per síntesi de molècules noves o síntesi de molècules iguals a les que es troben en el medi natural. Tenen les següents característiques:

- Tenen tota la gamma de colors
- Són de més puresa que els naturals i per tant, s'han d'utilitzar amb menys quantitat, la qual cosa fa que siguin més barats.
- Són més estables als possibles canvis de condicions dels medis.
- Ofereixen un color més homogeni al producte.
- Tenen una innocuïtat més qüestionada i estudiada.
- Posseeixen un mercat més limitat per culpa de les diferències de legislació de cada país.

Un exemple de colorant sintètic és el groc de quinolina (E 104).

Altres colorants utilitzats com a additius alimentaris són: E 101 (riboflavina), E 102 (tartrazina), E 110 (groc ataronjat), E 120 (àcid carmínic), E 122 (azorubina), E 123 (amarant), E 124 (vermell de cotxinilla), E 127 (eritrosina), E 128 (vermell 2G), E 129 (vermell allura AC), E 131 (blau patent V), E 132

(indigotina), E 133 (blau brillant FCF), E 140/E 141 (clorofil·les i clorofil·lines), E 150 (caramel), E 153 (carbó vegetal), E 160 (carotè, bixona, capsantina, licopè), E 161 (xantofil·les), E 162 (betanina), E 163 (antocianines), E 170 (carbonat de calci), E 171 (diòxid de titani), E 172 (òxids de ferro i hidròxids de ferro), E-172 (alumini), E-174 (plata) i E-175 (or) (Cubero et al., 2002; TERMICAT, 2012).

Els consumidors cada vegada es fixen més en la composició dels aliments i reclamen més productes naturals. Actualment hi ha una tendència clara de substituir els colorants sintètics pels d'origen natural, però sense perdre les qualitats tecnològiques dels primers; així, es tendeix a estabilitzar els pigments naturals incidint en aquelles parts dels processos industrials on el pigment s'altera, i actuant sobre les causes que provoquen aquest canvi (llum, pH, temperatura...).

4.2.2. Conservants

Un conservant és una substància que, afegida als productes alimentaris en una petita proporció, n'evita l'alteració microbiana i n'elimina o hi impedeix el creixement de microorganismes, de tal manera que n'assegura la conservació (Institut d'Estudis Catalans, 2007).

Els processos de conservació aplicats avui dia en l'àmbit de la indústria alimentària tenen com a objectiu principal evitar el deteriorament de la qualitat dels aliments elaborats durant els seus períodes necessaris d'emmagatzematge (Bello, 2000).

Bàsicament s'utilitzen per evitar o retardar tot un seguit de processos en els aliments que són els següents:

- Un gran nombre d'aliments conté grasses i olis que es fan malbé si estan en contacte prolongat amb l'aire, la humitat i la calor.
- Els lípids que contenen es descomponen en àcids grassos, que posseeixen una olor desagradable.
- En altres hi existeix una descomposició bacteriana en la que hi apareixen microorganismes (*Aditivos, conservantes y colorantes. ¿Qué son, qué peligros entrañan?*, 2000)

L'activitat dels conservants es veu influenciada per factors físics i químics dels aliments on s'incorporen. Per exemple, l'activitat d'aigua de l'aliment, el coeficient de solubilitat de l'aigua/grassa, les substàncies que modifiquen el pH o la pròpia composició de l'aliment, poden alterar la funcionalitat d'un conservant; per això, en les investigacions que es fan en medis de cultiu, les substàncies conservants són actives a concentracions molt més petites a les que és necessari utilitzar en els aliments (Cubero et al., 2002).

4.2.2.1. Naturals

Des de l'inici de les poblacions, els homes es van adonar que els aliments no es conservaven en el temps i és per això que van haver de realitzar diferents mètodes de conserva (Reglero, 2006):

- Assecament: consisteix en reduir l'activitat de l'aigua i per tant, els microorganismes no poden desenvolupar-se i l'aliment es manté estable.
- Salat: el salat contribueix a la reducció de la quantitat d'aigua però, a més, conté nitrits que actuen de microbicides que ajuden a l'estabilitat de l'aliment.
- Fumat: provoca aldehyds de baix pes molecular, fenols i alguns àcids que són substàncies antimicrobianes.
- Fermentació: s'utilitzen uns microorganismes que produeixen unes substàncies que lliuren l'aliment del fet que s'hi desenvolupin altres microorganismes. Uns exemples de fermentació serien l'alcohòlica en la que es produeix etanol que per sí sol estabilitza la beguda alcohòlica, o també la fermentació làctica que produeix àcid làctic que disminueix el pH; aquest fet provoca que no s'hi puguin desenvolupar organismes alteradors.
- Espècies: tenen olis essencials com l'eugenol, el p-cimè, el timol... que actuen de microbicides en l'aliment.

Aquestes tècniques s'han utilitzat sempre i no va ser fins a principis del segle XIX que van aparèixer les tècniques de tractament tèrmic. Van començar l'any 1810 quan Nicolas Appert va marcar les pautes de les diferents tècniques de tractament tèrmic: enllaunat, tractament tèrmic i escaldat vegetal. Cal dir però,

que Appert no coneixia l'explicació científica d'aquests tractaments i no va ser fins 50 anys més tard quan Pasteur va descobrir que el tractament tèrmic impossibilitava la vida dels microorganismes i el posterior enllaunament no permetia la intoxicació d'altres microorganismes. A partir d'aquest moment, van començar tots els estudis enfocats a la microbiologia per tal de conèixer fins a quina temperatura s'havien d'escalfar els aliments per matar els microorganismes, ja que no interessava escalfar al màxim un aliment perquè es pot danyar. A partir d'uns estudis, es va "dissenyar" el mètode de la Pasteurització.

Cal dir, però, que a part d'aquestes tècniques de conservació, també es poden afegir conservants naturals. Consisteix en afegir a l'aliment substàncies naturals que substitueixin els conservants sintètics i que per tant, actuïn com a conservant i, a més, que actuïn com a ingredient del mateix aliment. Com a conseqüència, es podrien denominar com a **conservants alimentaris funcionals**. Per tal que siguin funcionals, han de seguir les següents normes:

- Tenir les característiques d'un aliment: ser un sistema fisicoquímic format per ingredients naturals.
- Aquests ingredients han de formar part de la dieta alimentària de les persones
- Han de realitzar alguna funció específica a l'organisme que pugui permetre millorar algun procés biològic concret o que eviti el risc o agreujament d'alguna malaltia.

L'ús de conservants naturals té tot un seguit de beneficis (Astudillo, 2014):

- Millora l'eficiència i l'efectivitat en la conservació dels aliments per a una bona adaptació a les necessitats del mercat.
- Minimitza l'índex d'error amb productes químics, incrementa els beneficis econòmics i redueix en gran part els costos de fabricació.
- Aconsegueix una conscienciació del manteniment del medi ambient pel fet de no utilitzar productes químics.
- Produeix un entorn de treball més segur per a tots els treballadors per l'absència de productes químics.

Per contra, podem trobar els següents aspectes negatius (Astudillo, 2014):

- Conservants naturals tan simples com la sal o el sucre poden tenir efectes perjudicials per a la salut d'algun col·lectiu de consumidors pel fet que s'han d'utilitzar en concentracions molt elevades (fins a un 20% en la sal i fins al 80% en el sucre) per tal d'actuar com a conservants.

4.2.2.2. Artificials

De conservants artificials n'hi ha una llista molt llarga que va des de l'E 200 a l'E 290 tot i que no hi ha els següents: de l'E 204 a l'E 210, l'E 229, l'E 235, de l'E 241 a l'E 248, de l'E 253 a l'E 259, de l'E 264 a l'E 279, de l'E 271 a l'E 279 i de l'E 284 a l'E 289. Aquests són tots els conservants que existeixen, però no tots estan permesos per la llei. Tots aquests conservants (tant els legals com els que no ho són) es troben citats i explicats a Aditivos, conservantes y colorantes. ¿Qué son, qué peligros entrañan? (2000). A continuació s'explicaran a partir dels diferents usos:

- Llet fermentada i iogurts: E 200 (Àcid sòrbic), E 201 (Sorbit de Sodi), E 202 (Sorbit de Potassi) i E 203 (Sorbit de Calci): Són uns conservants existents a la naturalesa però també es poden obtenir sintèticament i l'organisme els metabolitza perfectament. No són tòxics.
- Conserves de marisc i caviar: E 210 (Àcid benzoic), E 211 (Benzoat de Sodi), E 212 (Benzoat de Potassi), E 213 (Benzoat de Calci): Són unes substàncies alienes a l'organisme humà. Poden produir problemes toxicològics i al·lèrgies. L'acumulació a l'organisme pot provocar risc de càncer. Provoca urticària i asma si s'ingereix al mateix temps que colorants. En animals provoca atacs epilèptics.
E 214 (p-hidroxibenzoat d'Etil), E 215 (Derivat sòdic de l'èster etílic de l'àcid p-hidroxibenzoic), E 216 (P-hidroxibenzoat de Propil), E 217 (Derivat sòdic de l'èster propílic de l'àcid hidroxibenzoic): Poden provocar problemes toxicològics i al·lèrgies. La seva acumulació a l'organisme pot provocar risc de càncer i redueix el creixement de les rates si se'ls subministra en grans quantitats.
E 218 (P-hidroxibenzoat de metil), E 219 (P-hidroxibenzoat-metil de Sodi): Poden provocar problemes toxicològics i al·lèrgies, la seva

acumulació a l'organisme pot provocar càncer i provoca alteracions en el sentit del gust.

- Cerveses, vins i suc de fruites: E 220 (Anhídrid sulfurós), E 221 (Sulfit de Sodi), E 222 (Bisulfit de Sodi), E 223 (Metabisulfit de Sodi), E 224 (Metabisulfit de Potassi), E 225 (Sulfit de Potassi), E 226 (Sulfit de Calci), E 227 (Bisulfit de Calci): Poden provocar irritacions en l'aparell digestiu, inactiva la vitamina B1 (anomenada també tiamina) i el seu consum prolongat pot provocar avitaminosi, mal de cap i vòmits. Es considera que tenen perill en les persones asmàtiques.
- Antimicòtic per al tractament superficials en els cítrics i els plàtans: E 230 (Difenil), E 231 (O-fenilfenol), E 232 (O-fenilfenolat), E 233 (Tiabendazol): Penetren en el fruit i no poden ser eliminats en rentar-lo. Poden provocar afeccions renals i hepàtiques. Es consideren perillosos per als malalts i als nens.
- Conserves de peix, caviar i crostes de formatge provolone: E 239 (Hexametilenotetramina): Pot provocar mutacions genètiques i càncer, problemes intestinals i urinaris. Està prohibit a França des del 1972.
- Peix i caviar: E 240 (Àcid bòric), E 241 (Tetraborat de Sodi): Són uns conservants antisèptics que segons la OMS (Organització Mundial de Salut) són "inacceptables com a additius alimentaris", tot i que encara s'utilitzen. Els ions bòrics s'oposen a la síntesi de la glutamina en el cervell. Està prohibit en la C.E.E (Comunitat Econòmica Europea).
- Embotits: E 250 (Nitrit de Sodi), E 251 (Nitrat de Sodi) i E 252 (Nitrat de Potassi): Poden destruir els glòbuls vermells i són potencialment cancerígens; a més, poden provocar accidents vasculars.
- Vinagre, condiments i pa industrial: E 260 (Àcid acètic), E 261 (Acetat de Potassi), E 262 (Acetat de Sodi), E 263 (Acetat de Calci): No presenten problemes toxicològics però en varis països està prohibit si no és d'origen vínic.
- Begudes i iogurts: E 270 (Àcid làctic): Conservant d'origen natural o químic que s'utilitza com a acidulant. Pot provocar una certa toxicitat en els nens acabats de néixer, però en els adults és pràcticament nul·la.

- Pa industrial: E 280 (Àcid propiònic), E 281 (Propionat de Sodi), E 282 (Propionat de Calci): No presenten toxicitat i el cos els metabolitza com a un àcid gras. Les persones amb migranyes els haurien d'evitar.
- Begudes gasoses: E 290 (Anhídrid carbònic): Augmenta els efectes de l'alcohol i no presenta cap toxicitat.

4.2.3. Antioxidants

Els antioxidants són additius que s'utilitzen per conservar els aliments retardant el seu deteriorament per culpa de l'oxidació, que comportaria ranciessa i/o decoloració. Els components del aliments més susceptibles a alterar-se per oxidació són els àcids i greixos del grup dels triglicèrids (formats per una reacció d'esterificació entre una molècula de glicerina i diferents àcids grassos). La majoria de productes greixosos tenen els seus propis antioxidants naturals però moltes vegades es perden durant el processat industrial i se n'han d'aportar d'externs. Els antioxidants poden actuar parant la reacció en cadena d'oxidació dels greixos, eliminant l'oxigen que conté el producte i/o eliminant les traces d'alguns metalls com el coure i el ferro que faciliten l'oxidació (Cubero et al., 2002).

Un dels principals processos de deteriorament dels triglicèrids és la reacció d'autooxidació que es forma a costa d'una sèrie de reaccions en cadena mitjançant radicals lliures. Això provoca pèrdua de l'aroma i sabor característics de l'aliment, i la formació d'uns altres típics de la ranciessa, canvis en la textura, destrucció de vitamines A, D i E i d'àcids grassos essencials, i la formació de productes potencialment tòxics.

Els antioxidants més utilitzats en alimentació són: E 300 (àcid ascòrbic), E 304i (palmitat d'ascorbil), E 306/E 309 (tocoferols), E 310/E 312 (gal·lats d'alquil), E 315 (àcid eritòrbic), E 316 (eritorbat de sodi), E 320 (butilhidroxianisol), E 321 (butilhidroxitoluè) i E 221/E 228 (sulfits, que també es troben en el grup de conservants, blanquejants i inhibidors enzimàtics) (Cubero et al., 2002; TERMCAT, 2012).

4.2.4. Correctius de l'acidesa

Els correctius de l'acidesa o reguladors de pH serveixen per fer que l'acidesa del producte tingui un gust agradable per al consumidor, però a més a més, serveixen perquè el pH sigui l'adequat per a l'aplicació d'altres additius i per reduir el pH de l'aliment fins a uns nivells en els quals no hi hagi creixement de microorganismes patògens (pH<4,5).

Els reguladors de pH més utilitzats en aliments solen ser els àcids orgànics, com: E 260/E 263 (àcid acètic i acetats), E 270 (àcid làctic), E 325/E 327 (lactats), E 296 (àcid màlic), E 297 (àcid fumàric), E 330/E 332 (àcid cítric i citrats), E 334/E 337 (àcid tartàric i tartrats), E 338/E 341 (fosfats), E 450/E 452 (difosfats i pirofosfats), E 575/ E 579 (δ-gluconolactona i gluconats) i E 385 (etilendiamino tetraacetat de calci i disodi) (Cubero et al., 2002; TERMCAT, 2012).

4.2.5. Hidrocol·loides

Els hidrocol·loides són fibres solubles que actuen sobre l'aigua que es troba lliure en el medi on s'apliquen, reduint la seva mobilitat i augmentant la viscositat. Aquesta acció afectarà a la textura del producte final, fent-lo més o menys espès, o amb més o menys textura de gel.

Els hidrocol·loides més utilitzats en la indústria alimentària són: E 400 (E 400/E 405, alginats), E 406 (agar), E 407 (carragenina), E 410 (goma de garrofí), E 412 (goma de guar), E 413 (goma de tragacant), E 414 (goma aràbiga), E 415 (goma xantana), E 416 (goma karaya), E 417 (goma de tara), E 418 (goma gellan), E 425 (goma de konjac), E 440 (pectines) i E 460 (E 460/E 466, cel·luloses) (Cubero et al., 2002; TERMCAT, 2012).

La gelatina i els midons no són additius, sinó ingredients, però fan la mateixa feina que els hidrocol·loides, i per això s'acostumen a incloure en aquest grup d'additius.

4.2.6. Emulsionants

Els emulsionants són aquelles substàncies que, afegides als aliments, fan possible la formació i/o el manteniment d'una dispersió uniforme entre dues o més substàncies immiscibles.

Aquestes substàncies tenen estructura dipolar on es distingeix una part hidròfila (afina a l'aigua) formada per grups dissociables i per grups hidroxil, i una altra lipòfila (afina a olis i greixos) de cadena alquíllica (Cubero et al., 2002). Aquestes molècules se situen en la interfase oli/aigua de les emulsions contribuint a la seva barreja i impedit la separació dels seus components.

Hi ha emulsionants d'origen natural com les lecitines, sals biliars, fosfolípids, colesterol i saponines, i d'origen sintètic com les sals d'àcids grassos o els èsters.

Els emulsionants d'origen naturals més utilitzats com a additius alimentaris són l'E 222 (lecitina) i l'E 442 (fosfàtids d'amoni).

I els d'origen sintètic són: E 471 (monoglicèrids i diglicèrids d'àcids grassos), E 472 (èsters acètics, làctics, cítrics o tartàrics dels monoglicèrids i diglicèrids d'àcids grassos), E 473 (sucroèsters d'àcids grassos), E 474 (sucroglicèrids), E 475 (èsters poliglicèrids d'àcids grassos), E 476 (poliricinoleat de poligliceril), E 477 (èsters d'1,2-propandiol d'àcids grassos), E 481/E 482 (estearoïl-2-lactilat de sodi), E 491/E 495 (èsters de sorbitan) i E 432/E 436 (èsters de sorbitan polioxietilenat) (Cubero et al., 2002; TERMCAT, 2012).

4.2.7. Edulcorants

Els edulcorants són aquells compostos de sabor dolç amb un poder energètic nul o insignificant en comparació amb la sacarosa.

La sacarosa és l'edulcorant natural per excel·lència però no únicament és una font d'energia metabòlica sinó que també fa augmentar la demanda d'insulina i contribueix a la càries dental, per tant, es recomana reduir el seu consum, o utilitzar altres tipus d'edulcorants com els poliols que no s'absorbeixen totalment en l'intestí i, per tant, l'energia disponible per a l'organisme és inferior.

Els edulcorants més utilitzats com a additius alimentaris són: E 420 (sorbitol), E 421 (mannitol), E 953 (isomaltosa), E 965 (maltitol), E 966 (lactitol), E 967 (xilitol), E 1200 (polidextrosa), E 950 (acesulfam K), E 951 (aspartam), E 954 (sacarina), E 957 (taumatina) i E 959 (neohesperidina DC) (Cubero et al., 2002; TERM CAT, 2012).

4.2.8. Potenciadors del sabor

Els potenciadors del sabor són aquells compostos que potencien l'aroma i el sabor de molts aliments i li donen frescor.

Tradicionalment, s'han distingit 4 tipus de sabors: dolç, salat, àcid i amarg. Però recentment se n'ha proposat un cinquè anomenat umami que té la propietat de realçar el sabor exterioritzant el sabor intrínsec de l'aliment. Les substàncies que produeixen aquest efecte són l'E 620 (E 620/E 625, àcid glutàmic), E 626/E 635 (àcid guanílic i inosínic), E 636 (maltol) i E 637 (etilmaltol) (Cubero et al., 2002; TERM CAT, 2012).

4.3. Additius utilitzats en les botifarres

La carn crua pot estar contaminada per molts microorganismes patògens tot i que la majoria d'ells no són capaços de multiplicar-se durant el manteniment en fred. N'hi ha alguns com l'*Isteria Monocytogenis* que tenen l'habilitat de créixer a baixes temperatures; per aquesta raó, cal afegir substàncies antimicrobianes a la carn. Per altra banda, els antioxidants ajuden a retardar l'oxidació dels lípids evitant, així, l'aparició de ranciesa i colors no massa propis de la carn fresca.

Els últims anys, la Comissió Europea ha anat publicant diferents reglaments en els quals es defineixen clarament els additius que es poden afegir als aliments i a la botifarra en particular. La botifarra fresca es troba en els preparats de carn, que segons el reglament (CE) 853/2004 (Unió Europea, 2004), inclouen la carn fresca, incloent-hi la carn que ha estat trossejada, a la qual s'han afegit productes alimentaris, condiments o additius, o que ha estat sotmesa a

transformacions que no són suficients per alterar l'estructura interna de la fibra muscular ni, per tant, per eliminar les característiques de la carn fresca.

A l'última dècada hi ha hagut canvis en els additius alimentaris permesos per incloure a la botifarra. El reglament (CE) n°1333/2008 del Parlament Europeu i del Consell, de 16 de desembre de 2008 (Unión Europea, 2008), sobre additius alimentaris, en el seu annex II, part E, menciona que a la botifarra fresca es poden afegir uns additius molt semblants als que es poden afegir actualment, contenint colorants, antioxidants i correctius de l'acidesa.

Però, a l'11 de novembre de 2011 va aparèixer un nou reglament (UE) n°129/2011 de la Comissió (Unión Europea, 2011) pel qual es modificava l'annex II del reglament (CE) 133/2008 per tal d'establir una llista d'additius alimentaris de la Unió per ser utilitzats en aliments, i les condicions de la seva utilització. Aquest reglament fou molt més restrictiu que l'anterior de manera que per a les botifarres van desaparèixer els colorants que en el 2008 havien estat permesos i alguns correctius de l'acidesa.

Més recentment, al 4 de juny de 2014, es va publicar un nou reglament (UE) n° 601/2014 de la Comissió (Unión Europea, 2014) en el qual es feia una interpretació diferent de la definició de preparats de carn, afegint una frase a la definició del 2004: "Si després de la transformació, s'eliminen totalment les característiques de carn fresca, ja no serien preparats de carn sinó productes càrnics". Aquest canvi va comportar la inclusió una altra vegada dels colorants E 100, E 120, E 150a-d, E 160c, E 162 per a poder afegir en la botifarra fresca després d'estudiar-ne la seva perillositat.

Per tant, actualment, queden permesos els additius que es mostren a la taula següent per afegir a les botifarres (part D, punt 08.2 del Reglament (Unión Europea, 2014)).

Taula 4-1. Additius alimentaris per a la botifarra (part 1)
Font: Reglament (CE) n°601/2014 + Termcat + Pròpia

Número E	Tipus d'additiu	Denominació	Dosi màxima (mg/L o mg/kg)	Notes
E 100	Colorant natural	Curcumina	20	
E 120	Colorant sintètic, natural,	Vermell de cotxinilla, àcid carmínic, carmins	100	(1)
E 150a-d	Colorant natural	Caramel	<i>Quantum satis</i> ⁴	
E 160c	Colorant natural	Extracte de paprika	10	
E 162	Colorant natural	Vermell de remolatxa	<i>Quantum satis</i> ⁴	
E 220	Antioxidant, blanquejant i conservant	Diòxid de Sofre	450	(2) (3)
E 221	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Sulfit de Sodi	450	(2) (3)
E 222	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Sulfit àcid de sodi	450	(2) (3)
E 223	Agent de tractament de la farina, antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Metabisulfit de Sodi	450	(2) (3)
E 224	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Metabisulfit de Potassi	450	(2) (3)
E 225	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Sulfit de Potassi	450	(2) (3)
E 226	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Sulfit de Calci	450	(2) (3)
E 227	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Sulfit àcid de Calci	450	(2) (3)
E 228	Antioxidant, blanquejant, conservant i inhibidor enzimàtic	Sulfit àcid de Potassi	450	(2) (3)

(1): límit màxim per a l'alumini procedent de laques d'alumini d'E 120: 1,5 mg/kg. No poden utilitzar-se altres laques d'alumini. Aquest límit caldrà aplicar-lo des de l'1 de febrer del 2013.

(2): Els additius podran afegir-se sols o combinats

(3): Les dosis màximes s'expressen com a SO₂ en relació amb el total, procedent de tots els orígens; no es té en compte un contingut en SO₂ inferior o igual a 1 mg/kg o a 10 mg/L.

(4): *Quantum satis*: és un terme llatí que significa la quantitat adequada; és a dir, no s'especifica cap dosi màxima per a l'additiu en qüestió.

Taula 4-2. Additius alimentaris per a la botifarra (part 2).
Font: Reglament (CE) nº 601/2014 + Termcat + Pròpia

Número E	Tipus d'additiu	Denominació	Dosi màxima (mg/L o mg/kg)
E 260	Correctiu de l'acidesa, sinèrgic de conservants i acidulant	Àcid acètic	<i>Quantum Satis</i>
E 261	Correctiu de l'acidesa, sinèrgic de conservants	Acetat de potassi	<i>Quantum Satis</i>
E 262	Correctiu de l'acidesa	Acetat de sodi	<i>Quantum Satis</i>
E 263	Correctiu de l'acidesa, estabilitzador i sinèrgic de conservants	Acetat de calci	<i>Quantum Satis</i>
E 270	Correctiu de l'acidesa i acidulant	Àcid làctic	<i>Quantum Satis</i>
E 300	Antioxidant	Àcid ascòrbic	<i>Quantum Satis</i>
E 301	Antioxidant	Ascorbat de sodi	<i>Quantum Satis</i>
E 302	Ascorbat de calci	Antioxidant	<i>Quantum Satis</i>
E 325	Correctiu de l'acidesa, espessidor, humectant i sinèrgic d'antioxidants	Lactat de sodi	<i>Quantum Satis</i>
E 326	Correctiu de l'acidesa i sinèrgic d'antioxidants	Lactat de potassi	<i>Quantum Satis</i>
E 327	Correctiu de l'acidesa	Lactat de calci	<i>Quantum Satis</i>
E 330	Correctiu de l'acidesa, sinèrgic d'antioxidants, sinèrgic de conservants i acidulant	Àcid cítric	<i>Quantum Satis</i>
E 331	Correctiu de l'acidesa, emulsionant i estabilitzador	Citrats de sodi	<i>Quantum Satis</i>
E 332	Correctiu de l'acidesa, sal emulsionant i estabilitzador	Citrats de potassi	<i>Quantum Satis</i>
E 333	Correctiu de l'acidesa, enduridor, estabilitzador i sal	Citrats de calci	<i>Quantum Satis</i>

En les darreres dècades s'ha dedicat molt temps a la investigació per determinar la toxicitat dels additius que es poden afegir a la botifarra. La legislació reflecteix aquests estudis i considera que els additius permesos no ofereixen cap toxicitat sempre i quan no se superin les dosis màximes. Tot i així, aquests additius poden ser perillosos si la seva concentració és més alta que els límits legals i, a més, la combinació de diferents substàncies en el mateix producte pot provocar la formació de compostos no desitjats; per això, la

gent no els vol. Analitzant cadascun dels additius permesos, l'estat de l'art de la recerca en aquest tema mostra que hi ha gent que té al·lèrgies a aquests additius i que a vegades les indústries adulteren el producte i hi posen una concentració d'additiu en excés.

A continuació s'analitzaran els avantatges i els inconvenients d'utilitzar aquests additius en les botifarres:

La **curcumina (E 100)** és un colorant de color groc, d'origen natural. Generalment s'extreu de la cúrcuma, que és un rizoma procedent de l'Índia que s'assembla al gingebre i que fa la mateixa olor, amb un gust una mica amargant, però també es pot obtenir per mitjans químics. Forma part del curry.

Fins a dia d'avui no solament es considera inofensiva sinó que se sap que té molts efectes beneficiosos. La curcumina té efectes antiinflamatoris i antioxidants, de manera que és un agent protector envers malalties neurològiques, cancerígenes, cardiovasculars i pulmonars (Pulido-Moran, Moreno-Fernandez, Ramirez-Tortosa, & Ramirez-Tortosa, 2016). Per altra banda, millora les funcions hepàtiques i renals, sobretot per als diabètics.

L'**àcid carmínic (E 120)** (grana cotxinilla, carmí o vermell natural 4) és un colorant natural de color vermell produït per alguns insectes de la classe Coccoidea com pot ser, per exemple, la cotxinilla.

És probablement el colorant amb les millors característiques tecnològiques d'entre tots els naturals, però cada vegada s'utilitza menys perquè és molt car.

Alguns estudis diuen que és perillós, en especial per als nens, si es barreja amb analgèsics; en grans dosis pot provocar hiperactivitat, asma (Acero et al., 1998), èczemes (Chung, Baker, Baldwin, & Chou, 2001) i insomni. No hi ha estudis sobre els seus efectes a llarg termini en el sistema reproductiu i en el metabolisme, tot i que alguns informes indiquen que podria ser cancerigen i mutagen. En experiments en rates s'observa una disminució en el creixement i en els conills s'ha detectat una proliferació en el teixit de la melsa.

El **caramel (E 150)** és un colorant natural o sintètic de color marronós que es pot obtenir en presència d'amoníac o de sulfít amoniacal. L'administració

d'aliments i medicaments reconeix que pot ser utilitzat amb seguretat als aliments. En grans dosis, pot provocar problemes intestinals i disminuir l'absorció de vitamina B6. Existeix controvèrsia en els 150c i en els 150d, ja que en proves amb animals a laboratoris, la molècula química 4-metilimidazol va produir casos de càncer i es creu que a llarg termini podrien ser cancerígens; però hi ha estudis que demostren el contrari (Brusick, Jagannath, Galloway, & Nestmann, 1992; Houben et al., 1992; Houben & Penninks, 1994).

Els **sulfits (E 220 - E 228)** són derivats del sofre que s'utilitzen com a conservants de les botifarres. Segons l'Agència Espanyola de Consum Seguretat Alimentaria i Nutrició (AECOSAN) (AECOSAN, 2016) a partir d'un estudi de toxicitat crònica del SO₂ en rates, es pot arribar a 70 mg de SO₂/kg de pes corporal per dia sense tenir un efecte advers observat. Tot i així, en observar-se moltes incerteses i limitacions amb la base de dades utilitzada, es va arribar a la conclusió que la ingesta diària admissible seria de 0,7mg de SO₂/kg de pes corporal per dia seguiria essent adequada però es consideraria com a temporal mentre es millorés la base de dades actual. Per tant és necessari el control dels sulfits ja que se'ls atribueix efectes adversos en persones com per exemple pot provocar la pèrdua de la qualitat nutricional dels aliments per culpa dels sulfits ja que poden descompondre la Tiamina (o Vitamina B1) en els seus components (Tiazol i Pirimidina) (Ávila, 2016). En el cas de les persones asmàtiques, amb un alt grau d'hiperreactivitat a les vies respiratòries i un alt risc de reaccionar als aliments amb sulfits, es poden trobar reaccions de sensibilitat per aquests sulfits molt variables amb resposta nul·la o molt greu; d'aquestes respostes, la més comú és la broncoconstricció o en altres casos es poden trobar dermatitis, urticària, dolor abdominal o diarrea (Lester, 1995; Vally & Misso, 2012).

Tots els altres additius (de la Taula 4-2) es consideren inofensius per a la salut humana.

5. LA MOSTASSA I ELS SEUS OLIS ESSENCIALS

La mostassa és una de les espècies que des de l'antiguitat s'ha utilitzat com a font d'oli comestible en el camp de l'alimentació, i com a antídoto per a les picades d'escorpí o mossegades d'escurçó. Actualment es cultiva la mostassa per tal d'utilitzar les seves fulles i llavors per a la medicina, l'alimentació i l'agricultura (Mejía-Garibay, López-Malo, & Guerrero-Beltran, 2011). El nom de mostassa s'aplica tant a la planta, com a les seves llavors, com a la salsa feta a partir de les seves llavors.



Figura 5-1. Camp de mostassa florit a Dijon.
Font: internet

5.1. Una mica d'història de la mostassa

El nom de mostassa prové del llatí "mustum ardens", que significa most ardent, pel costum que tenien els romans d'afegir o diluir grans de mostassa en el suc del raïm; era la millor manera d'apreciar el característic gust picant d'aquest condiment.

Segons els registres en Sànskrit que daten dels voltants dels anys 3000 aC, la mostassa és una de les espècies més antigues i un dels primers cultius domesticats. En el Nou Testament se cita aquesta planta en una paràbola de Jesucrist que diu: " - Amb el Regne del cel passa com amb el gra de mostassa que un home va sembrar en el seu camp: la mostassa és la més petita de totes les llavors; però, quan ha crescut, es fa més gran que les hortalisses i arriba a ser un arbre; fins i tot vénen els ocells del cel a fer niu a les seves branques ." (Mateu, 13, 31-32).

Els grecs la utilitzaven com a planta per a condimentar els seus plats i Pitàgores a l'any 530 aC la recomanava com a remei per a les picades d'escorpí, i deia que augmentava la memòria i donava alegria a l'esperit.

Els romans l'empraven com a planta medicinal, com a digestiu o per al mal de cap, i com a condiment. La feien servir en els seus vins especiats i també confitaven en vinagre les seves fulles. Plinio ens diu que era un dels ingredients essencials en l'elaboració del famós moretum (formatge especiat). El romà gadità, Lucio Junio Moderato Colmuela, que va néixer en el segle I dC, en el seu llibre Los Doce Libros de Agricultura explica com fer un licor a base de mostassa per tal de confitar amb vinagre els naps.

L'Edat Mitjana és el període d'apogeu d'aquesta planta a Europa, ja que en aquesta època la cuina s'omple d'espècies i es condimenten molt les carns (sobretot les de vaca), per la seva dificultat de cocció i per amagar el mal gust de la carn en mal estat. Era l'època on el comerç de les espècies era molt important i anar a buscar espècies a Orient et podia fer ric; per això, van sorgir les Rutes de les espècies. Al segle XIII és quan s'intensifica molt més el cultiu de la mostassa, i apareix en tots els plats de la gastronomia europea, essent les ciutats de Cremona a Itàlia i de Dijon a França, les que van dedicar més extensions de terreny al seu cultiu. A Dijon (capital de la Borgonya) encara a dia d'avui es continua cultivant molta mostassa, produint-se en aquesta regió el 50% de la producció total mundial; Canadà és l'altre productor mundial.

En el segle XVII un tal Savalette va produir la primera mostassa fina, i posteriorment, un tal Maille va produir vint-i-quatre tipus de mostassa: a l'all, a la menta, a la trufa... I així es van anar inventant els diferents tipus de mostasses (Zamora-Ramos, 2002).

Durant la primera Guerra Mundial es va fer tristament famós l'anomenat "gas mostassa" com a arma química de guerra amb forma de bombes amb fort poder irritant de pell, ulls i vies respiratòries i entrava ràpidament en les cèl·lules del cos atacant ràpidament el sistema immunològic i la medul·la òssia. S'anomenava "gas mostassa" perquè la mostassa sulfurada (amb la fórmula química $C_4H_8Cl_2S$) o iperita (anomenada així pel fet de ser utilitzada per primera vegada a leper, a Flandes de Bèlgica) té una olor que s'assembla a la

de l'oli que deixa anar la mostassa, anomenat isotiocianat d'al·lil que és el que li aporta el gust picant.

Actualment la mostassa s'associa a la salsa que acompanya a les salsitxes de Frankfurt o a les hamburgueses de menjar ràpid, però també s'utilitza en la cuina exquisida com en el "roast-beef" de la cuina anglesa, o en la salsa "Cumberland" d'Oporto o en la salsa "Robert" de la cuina francesa (Zamora-Ramos, 2002).

5.2. Varietats dels grans de mostassa

Les mostasses són de les famílies Cruciferae o Brassicaceae. El gènere Brassica el formen 150 espècies d'herbes anuals o biennals, cultivades com a llavors oleaginoses o com a farratge.

Es cultiven tres espècies per les seves llavors: la groga o blanca (*Brassica alba*), la bruna (*Brassica juncea*) i la negra (*Brassica nigra*).



Figura 5-2. Llavors dels diferents tipus de mostassa.
Font: Internet

La mostassa groga és la que té un sabor més suau i no tant picant, i serveix com a base per a l'elaboració de la mostassa anomenada americana, de color groc. Les seves fulles són allargades, amb dents i vellositats als dos costats; les flors són petites, grogues i de quatre pètals; les llavors són globulars i groguenques, i són les més grans, de fins a 3 mm de diàmetre.



Figura 5-3. Brassica Alba.

Font: internet

La mostassa bruna es classifica en dos tipus: l'oriental, molt utilitzada en la cuina japonesa i l'índia, de color marró més fosc, que tal com diu el seu nom s'utilitza en les receptes d'aquest país. El seu sabor és més dolç, suau amb regust a nou, però olor forta. Les flors són petites i de color groc brillant; les llavors són esfèriques i una mica més petites que les de mostassa groga.



Figura 5-4. Brassica Juncea.

Font: Internet

La mostassa negra o mostassa real, és probablement endèmica del sud-est de la regió del mediterrani (sud d'Europa i oest d'Àsia), té un intens sabor picant, fort i aspre. La planta arriba a 1 m d'alçària; les fulles són de color verd fosc i peciolades; les flors són de color groc brillant i de quatre pètals; les llavors són les més petites, una mica allargades, de menys de 2 mm de diàmetre i de color vermellós a negre (Mejía-Garibay et al., 2011; Peter, 2004; Raghavan, 2007).



Figura 5-5. Brassica nigra.
Font: Internet

L'olor pungent de la mostassa és degut a la varietat de compostos d'isotiocianat que conté com a glicòsids. El que succeeix és que l'enzim mirosinasa s'activa en presència d'aigua i trenca els glicòsids (sinalbina en la mostassa groga i sinigrina en les mostasses bruna i negra), per formar el para-hidroxibenzil-isotiocianat o l'al·lil isotiocianat que dóna aquest aroma tan pungent. L'olor dura fins que l'activitat enzimàtica no s'acaba (Raghavan, 2007).

5.3. Aplicacions de la mostassa

Les mostasses són un grup versàtil de plantes, ja que les seves fulles, llavors i oli es poden utilitzar de formes molt diverses.

5.3.1. Fulles

Les fulles de mostassa tendres o les beines verdes es consumeixen com a verdures o en amanides.

5.3.2. Llavors

Les llavors de mostassa s'utilitzen per potenciar el sabor d'alguns aliments, i actuen com a conservants. Altres vegades, les llavors triturades es fan servir com a aglutinant natural en comptes del midó.

5.3.3. Farina de mostassa, mostassa mòlta, i preparat de mostassa

La farina de mostassa és una pols fina que és considerada un ingredient per a maioneses, amaniments i salses. Té propietats conservants i antioxidants, a més de donar color i sabor, i també és un bon emulgent que uneix les fases aigua-oli dels amaniments.

La mostassa mòlta provinent de la mostassa groga s'utilitza en la indústria càrnica com a emulgent, per lligar l'aigua o com a texturitzant. La mostassa desactivada és mostassa mòlta en la qual s'ha desactivat l'enzim mirosinasa perdent el sabor fort; aquesta s'utilitza en la indústria del pa i de formatges.

El preparat de mostassa és una pasta homogènia de color groguenc, que coneix la majoria de població. La mescla és un preparat de llavors (en gra sencer, picat en un morter o mòlt en forma de farina), amanit amb vinagre i altres ingredients com aigua, sal, sucre, diverses espècies, midó i altres additius autoritzats, com conservants, emulgents i colorants.



Figura 5-6. Preparat de mostassa.
Font: Internet

5.3.4. Oli de mostassa

Els olis surten de premsar les llavors en fred i el rendiment és del 24 al 40 %. Amb un procés de refinat en surt oli comestible, o també un lubricant per a superfícies de metalls o un plastificant.

L'oli de mostassa és un líquid de color groc, que conté un gran percentatge d'àcid erúctic juntament amb molta quantitat d'altres àcids grassos insaturats i poca quantitat de saturats. Per exemple, la mostassa groga conté el 40% d'àcid erúctic, el 17% d'oleic, el 15% de linolènic, el 12% de linoleic i el 9% d'icosanoic, que són àcids insaturats; i el 3,3% de palmític i el 0.8% d'esteàric, que són àcids saturats (Mejía-Garibay et al., 2011). Alguns àcids són antioxidants naturals que protegeixen a l'oli de fer-se ranci. Com és conegut, els àcids insaturats són beneficiosos per a la salut ja que redueixen els riscos de malalties cardiovasculars.

Hi ha qui diu que l'oli de mostassa en països asiàtics és com l'oli d'oliva en països mediterranis. Però en canvi, en la Unió Europea, Estats Units i Canadà està prohibit per a ús alimentari pel seu alt contingut d'àcid erúctic. Per això, en la zona mediterrània, s'utilitza l'oli de mostassa per a massatges corporals, tractaments facials barrejant-lo amb olis de coco i per nodrir el cabell accelerant el seu creixement (Thomas, n.d.).



Figura 5-7. Oli de mostassa.
Font: Internet

5.3.5. Oli essencial de mostassa

L'oli essencial de mostassa s'obté trinxant les llavors de mostassa i després per destil·lació amb arrossegament de vapor o amb algun dissolvent que ajudi a l'extracció. És un líquid quasi transparent amb un lleuger color groc.

D'oli essencial n'hi ha molt poc en les llavors de mostassa. En les llavors de mostassa groga hi ha 2.5% de sinalbina i menys del 0.2% d'oli volàtil. Quan la

sinalbina s'hidrolitza per l'enzim mirosinasa es produeix el para-hidroxibenzil-isotiocianat. Les llavors de mostassa bruna i negra contenen 1% de sinigrina i entre 0.5 i 1.2% d'oli volàtil, que conté més d'un 95% d'al·lil isotiocianat (Raghavan, 2007).

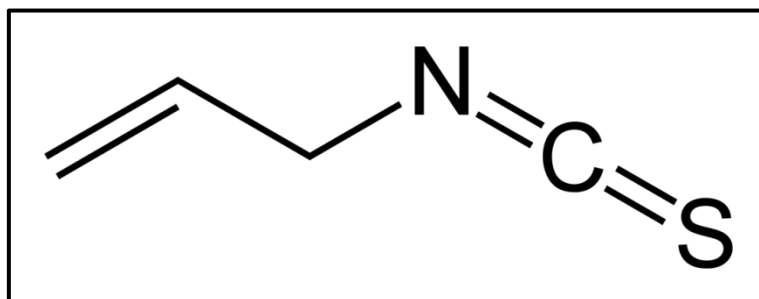


Figura 5-8. Fórmula química de l'al·lil isotiocianat.
Font: Internet

L'oli essencial de mostassa, gràcies a l'al·lil isotiocianat té propietats antimicrobianes, contra una gran varietat de bacteries.

En un estudi realitzat per investigadors dels Estats Units, es va comprovar que l'oli essencial de mostassa blanca es capaç de reduir la *Salmonella* inoculada en una salsa congelada de 0,8 a 2,7 log (CFU/g) (David, Ekanayake, Singh, Farina, & Meyer, 2013).

Investigadors de Canadà, Corea i Xina van observar que l'oli essencial de mostassa pot ser utilitzat com a agent antimicrobià, ja que actua contra l'*E.coli* O157:H7 i la *Salmonella typhi* ja que afecta en la integritat de la membrana d'aquestes bacteries provocant una pèrdua d'homeòstasi cel·lular (Graumann & Holley, 2008; Nadarajah, Han, & Holley, 2005; M Turgis, Borsa, Millette, Salmieri, & Lacroix, 2008; Mélanie Turgis, Han, Caillet, & Lacroix, 2009).

Un estudi realitzat a Estats Units, va demostrar que l'al·lil isotiocianat, en una concentració molt baixa (inferior a 200 ppm), és un inhibidor de bacteris com l'*E.coli* 33625 i NC101, pseudomones MD13, aeromones i *hydrophilia* 7966, *staphylococcus aureus* 4220, *bacillus subtilis* IS75 i, per sota de 4 ppm, és inhibidor de llevats com: *Saccharomyces cerevisiae* MD7, *Pichia membranefaciens* Y1617, *Torulopsis etchellsii* Y6651, *Hansenula mrakii* Y1617 i *Torulasporea delbruekii* Y866 (Shofran, Purrington, Breidt, & Fleming, 1998).

Per altra banda, investigadors danesos van veure que l'oli essencial de mostassa té una molt bones propietats antifúngiques sobre els fongs més comuns que es troben al pa (Nielsen & Rios, 2000).

Tots aquests i d'altres estudis fan pensar en la utilització de l'oli essencial de mostassa com a possible conservant.

A més, es citen altres beneficis de l'oli essencial de mostassa: és molt bo per als cabells (és un remei per a la seva caiguda, per als primers cabells blancs i com a revitalitzador); és un bon mucolític i útil per a altres problemes respiratoris com tos, sinusitis, bronquitis i asma; dues gotes d'aquest oli barrejat amb qualsevol altre oli per a massatges incrementen la circulació sanguínia i ajuden a eliminar toxines; és també antireumàtic i antiartrític; és un bon repel·lent d'insectes (Ayurvedic Oils, n.d.; Organic Facts, n.d.).

Cal però també tenir al cap, que és un oli molt concentrat i s'ha d'utilitzar en dosis molt baixes, ja que sinó pot esdevenir tòxic.

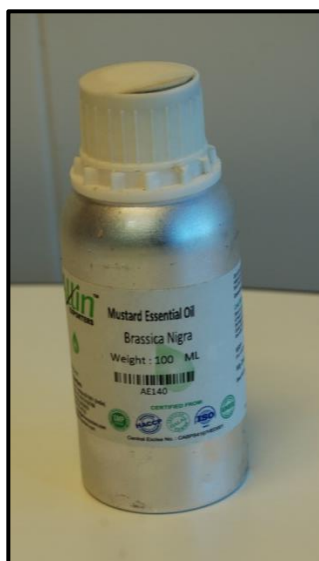


Figura 5-9. Oli essencial de mostassa.
Font: pròpia

PART PRÀCTICA



6. OBTENCIÓ DELS OLIS ESSENCIALS DE LA MOSTASSA

Per realitzar la pràctica d'obtenció d'olis essencials, s'ha anat al laboratori de química de l'UPC de Manresa i s'ha realitzat la pràctica amb l'ajuda de na Xesca Sala Farré (Tècnica Especialista).

Fent recerca bibliogràfica, no és molt corrent trobar com s'extreu l'oli essencial de les llavors de mostassa, però sí que és fàcil veure com s'obté d'altres plantes aromàtiques.

A continuació s'expliquen els tres intents que s'han realitzat per a l'extracció d'olis essencials:

- En el primer intent s'ha utilitzat un aparell d'hidrodestil·lació Clevenger ja que sembla que és el més adequat per a les condicions en les quals es troba la mostassa.
- El segon intent ha estat una modificació de les quantitats del primer a causa d'uns resultats gens satisfactoris en el primer intent.
- El tercer i últim intent s'ha realitzat d'una manera completament diferent ja que no ha sortit bé per hidrodestil·lació i s'ha cregut que extraient primer els olis de la mostassa amb l'ajut d'un dissolvent orgànic, es podran obtenir d'aquests l'oli essencial de mostassa. Tot i que és un mètode una mica més agressiu, sembla que pot sortir bé.

6.1. Primer intent d'extracció de l'oli essencial de mostassa

6.1.1. Fonament teòric de la hidrodestil·lació

La hidrodestil·lació és un procés molt conegut i que s'utilitza des de temps antics per a l'obtenció d'oli essencial de plantes aromàtiques, ja que és una tècnica poc agressiva.

La mostra vegetal que prèviament es prepara, es col·loca en un baló de destil·lació que conté aigua. En escalfar-se aquesta mescla, quan s'assoleix el punt d'ebullició, es genera un corrent de vapor saturat que arrossega substàncies o principis aromàtics volàtils que són els olis essencials. Els vapors es condueixen per tubs comunicants de vidre i arriben a un sistema de condensació que utilitza aigua com a refrigerant. Quan aquest vapor es condensa, es formen dues fases líquides ben separades i diferenciades, una fase aquosa i una fase orgànica, que per la seva densitat més baixa quedarà per sobre de la primera.

L'esquema de l'aparell de destil·lació Clevenger és el que es veu en la següent imatge.

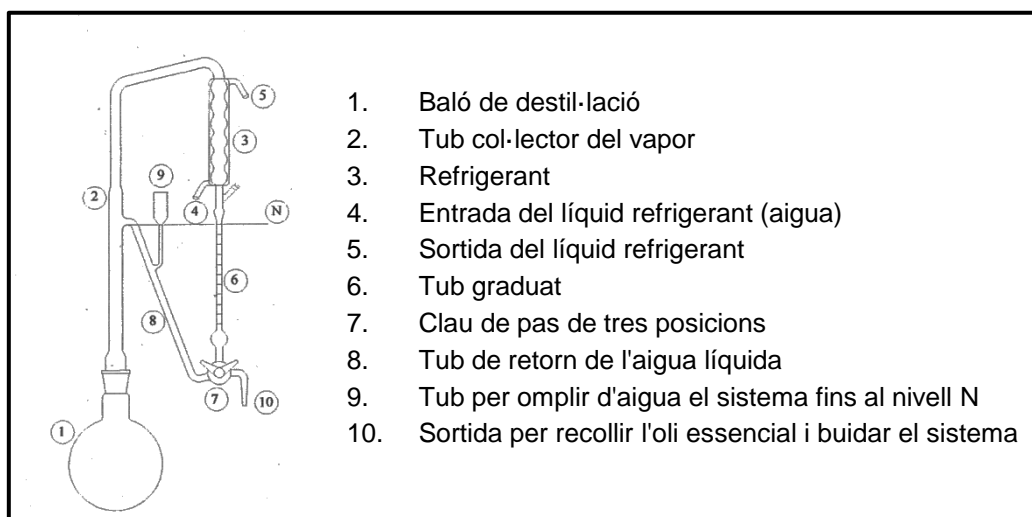


Figura 6-1. Esquema de l'aparell de destil·lació Clevenger.
 Font: UPC Manresa

6.1.2. Material

- Mostassa en gra
- Molinet de cafè
- Baló de destil·lació d'uns 8 L de capacitat
- Hidrodestil·lador Clevenger
- 2 mànegues
- Manta calefactora
- Paper d'alumini

- Balança de precisió
- Aigua destil·lada
- Suport
- Pinces
- Vials

6.1.3. Procediment

Per tal d'extreure els olis essencials de la mostassa, es necessita mostassa mòlta per ampliar la superfície de contacte i augmentar el rendiment en l'obtenció de l'oli essencial, ja que diferents estudis diuen que el rendiment en l'extracció d'olis essencials és molt baix en el cas de la mostassa. Per tal d'assegurar-se que la mostassa no perd cap mena d'essència, es moldrà utilitzant un molinet de cafè ja que si es fes industrialment es podria perdre part de l'essència.



Figura 6-2. Grans de mostassa a punt de moldre en un molinet de cafè.
Font: Pròpia

Un cop triturats els grans de mostassa, ja es podran utilitzar per extreure'ls els olis essencials.

- La mostassa que prèviament s'ha triturat i de la qual se n'ha mesurat la massa, es col·loca en el baló de destil·lació.
- S'afegeix aigua destil·lada com a mínim fins a quatre vegades el volum de la mostassa, anotant-ne el volum.
- Es deixa reposar la mescla uns 20 minuts.

- Es connecten les dues mànegues al refrigerant (una d'entrada d'aigua que està connectada a una aixeta i una de sortida de l'aigua del refrigerador) i s'obre l'aixeta.
- S'engega la manta calefactors i es comença a escalfar la mostra fins a l'ebullició. Abans, però, s'ha cobert el baló amb paper d'alumini per tal que no es perdi calor i així es pugui accelerar el procés. És important evitar que la fase líquida arribi a bullir excessivament ja que es pot contaminar l'aigua d'extracció.
- Es genera vapor d'aigua que arrossega els components volàtils de la mostassa, condensant-se en el refrigerador i passant a un tub col·lector graduat on es va separant l'oli de l'aigua per diferència de densitats.
- Es para el procés quan s'observa que la quantitat d'oli essencial destil·lat no augmenta en un període de 30 minuts.
- Un cop refredat el sistema, l'oli essencial es recull en un vial. Cada vial s'identifica amb la data, la massa de mostassa, el volum d'aigua, el temps utilitzat en la hidrodestil·lació i el volum de l'oli. Es guarda a una temperatura d'entre 4 i 5°C.
- El rendiment de l'oli essencial es calcula dividint el volum d'oli essencial per la massa de mostassa (v/w), i multiplicat per 100 per obtenir el resultat en percentatge.

6.1.4. Realització de l'experiment

Considerant que el rendiment d'aquest tipus d'extracció és molt baix, s'ha realitzat l'experiment utilitzant una massa elevada de mostassa per tal d'extreure una quantitat considerable d'oli essencial.

En un baló de destil·lació s'han afegit les següents quantitats de mostassa i d'aigua destil·lada:

- Massa de mostassa triturada:
(1000,73 ± 0,01) g



Figura 6-3. Baló de destil·lació amb la mostassa mòlta i l'aigua.
Font: Pròpia

- Volum d'aigua destil·lada: aproximadament 4 L

S'ha engegat tot el procés d'hidrodestil·lació i s'ha mantingut durant 5 hores i mitja.



Figura 6-4. Primera extracció per mètode Clevenger.
Font: Pròpia

Teòricament, l'experiment s'hauria d'haver aturat quan s'observés que la quantitat d'oli essencial destil·lat no augmentés en un període de 30 minuts, però no s'ha pogut observar cap mena d'oli essencial.

6.1.5. Resultats

Aquest primer experiment d'extracció d'olis essencials dels grans de mostassa per mètode Clevenger no ha tingut uns resultats satisfactoris:

- El baló ha quedat ple d'una substància negra que és la mostassa que s'ha cremat.
- Al cap d'una estona d'experiment, s'ha pogut percebre una forta olor semblant a la del sofre.

- Al lloc on teòricament s'hauria d'haver vist l'oli essencial, no s'hi ha pogut observar res; tan sols, una petita ratlleta de color fosc que confirma la presència de fase orgànica cremada.

6.1.6. Conclusions

- El fet que hi hagués tanta quantitat de mostassa ha provocat que tota la massa quedés al fons una bona estona (fins que ha arrencat l'ebullició) però aquesta estona ja ha estat suficient per tal que es cremés la mostassa que estava al fons del baló en contacte amb la manta calefactora. Fins i tot, quan hi ha hagut ebullició, en un primer moment, els corrents de convecció no han estat prou intensos per tal de fer moure la mostassa del fons.
- L'olor tan forta que es desprenia era la mostassa que ha quedat al fons i s'ha cremat. Mentre que les llavors senceres o trinxades de mostassa no fan massa olor, quan es barregen amb aigua, l'enzim mirosinasa allibera l'al·lil isotiocianat (a partir del glucòsid sinagrina de les varietats Brassica), que és una essència volàtil d'olor desagradable i sabor punyent (Hebbel, 1980).
- La petita ratlla negra que s'observa al lloc on s'han de recollir els olis essencials és part de la mostassa que s'ha cremat i que el vapor d'aigua s'ha emportat fins allà. Pot ser que sigui oli essencial, però en tot cas, és inservible ja que està cremat.
- Cal repetir la prova en un baló més petit i amb menys quantitats per tal que la mescla tardi menys temps a bullir i, per tant, no doni possibilitat a la mostassa de cremar-se.

6.2. Segona extracció de l'oli essencial de mostassa

6.2.1. Material

S'utilitza el mateix material que en la primera extracció (veure apartat 6.1.2) canviant el baló de destil·lació de 8 L per un de 2 L amb la seva corresponent manta calefactora.

6.2.2. Procediment

Es realitza el mateix procediment que en la primera extracció (veure apartat 6.1.3).

6.2.3. Realització de l'experiment

En el baló de destil·lació s'han afegit les següents quantitats de mostassa i d'aigua destil·lada:

- Massa de mostassa triturada: $(100,00 \pm 0,01)$ g
- Volum d'aigua destil·lada: aproximadament 1 L

S'ha engegat tot el procés d'hidrodestil·lació i s'ha mantingut durant 3 hores.



Figura 6-5. Segona extracció per mètode Clevenger.
Font: Pròpia

Teòricament, l'experiment s'hauria d'haver aturat quan s'observés que la quantitat d'oli essencial destil·lat no augmentés en un període de 30 minuts, però tampoc s'ha pogut observar cap mena d'oli essencial.

6.2.4. Resultat

- Al lloc on s'hauria de veure l'oli essencial, no s'hi pot apreciar res.

6.2.5. Conclusions

- No s'ha pogut recollir oli essencial.
- La hidrodestil·lació no és un bon mètode per extreure olis essencials de la mostassa ja que no té gaires components volàtils. Sí que és, però, un molt bon mètode d'extracció d'oli essencial de la gran majoria de plantes perquè tenen molts components volàtils.
- Per tal d'extreure olis essencials de la mostassa, cal utilitzar processos químics molt complexes. Un mètode no gaire complex és el mètode Soxhlet que extreu mitjançant un dissolvent orgànic els olis d'una substància i llavors amb un Clevenger s'extreuen els olis essencials.

6.3. Tercera extracció d'olis essencials

6.3.1. Extracció d'olis per mètode Soxhlet

6.3.1.1. Fonament teòric del mètode Soxhlet

L'extracció per mètode Soxhlet és un tipus d'extracció que es basa en l'ús d'un dissolvent. L'extracció amb dissolvents és una tècnica de tractament que consisteix en utilitzar un dissolvent (un líquid capaç de dissoldre una altra substància) per tal que al final de l'extracció es puguin obtenir olis i greixos a partir de mostres vegetals o animals.

Si només s'utilitzés una vegada el dissolvent orgànic per extreure els olis de la mostra vegetal o animal, el rendiment seria molt baix; és per això, que el mètode Soxhlet està dissenyat expressament per tal de realitzar una infinitat d'extraccions de manera automàtica, amb el mateix dissolvent que s'evapora i es torna a condensar arribant sempre de manera pura al material.

L'extracció es fonamenta segons el següent procés: Un baló de destil·lació s'omple d'un dissolvent orgànic, es col·loca sobre un dissipador de calor, i

aquest a sobre d'un calefactor. El calefactor s'engega i es va escalfant el dissolvent fins que s'evapora i es condensa en un condensador a reflux. El dissolvent condensat cau sobre la mostra vegetal (prèviament preparada) que està dins d'un recipient porós fins a cobrir tot aquest recipient. En el moment en què es cobreix tot el recipient, es produeix un reflux (que se sol anomenar sifonada) que torna el dissolvent amb el material extret cap al baló. Aquest procés es repeteix totes les vegades que fa falta fins que s'han extret tots els olis de la mostra. Al final del procés, quedarà en el baló una dissolució del dissolvent orgànic i els olis; més endavant, mitjançant el rotavapor, se separaran els dos components de la mescla.

L'esquema de l'equip d'extracció Soxhlet és el de la Figura 6-6.

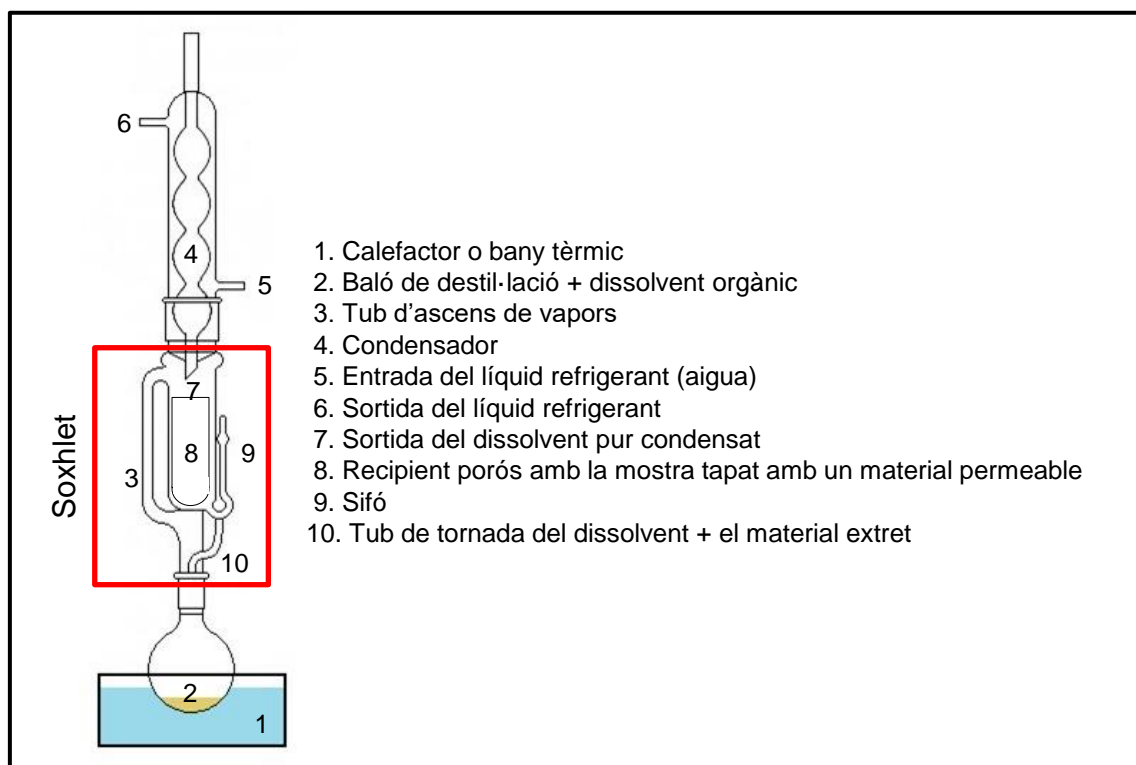


Figura 6-6. Esquema d'un sistema d'extracció Soxhlet.
Font: Internet. Modificació pròpia

El muntatge complet s'ubicarà sota la campana, amb el motor de l'extractor en marxa, ja que els dissolvents acostumen a ser molt volàtils i inflamables.

6.3.1.2. Fonament teòric del rotavapor

El rotavapor és un aparell que mitjançant una destil·lació al buit, permet l'evaporació ràpida de dissolvent d'una dissolució, recuperant el solut.

El rotavapor consta d'un baló de destil·lació que conté la dissolució. Aquesta s'escalfa en un bany termostàtic d'aigua. El rotavapor porta incorporat un motor rotatori que fa girar el baló i evita que el dissolvent salti violentament si s'hi aplica el buit. El baló es connecta a un tub evaporador que dirigeix el vapor del dissolvent cap a l'interior d'un refrigerant de tipus serpentin; allà es condensa i es recupera en el baló col·lector.

L'esquema del rotavapor és el de la Figura 6-7.

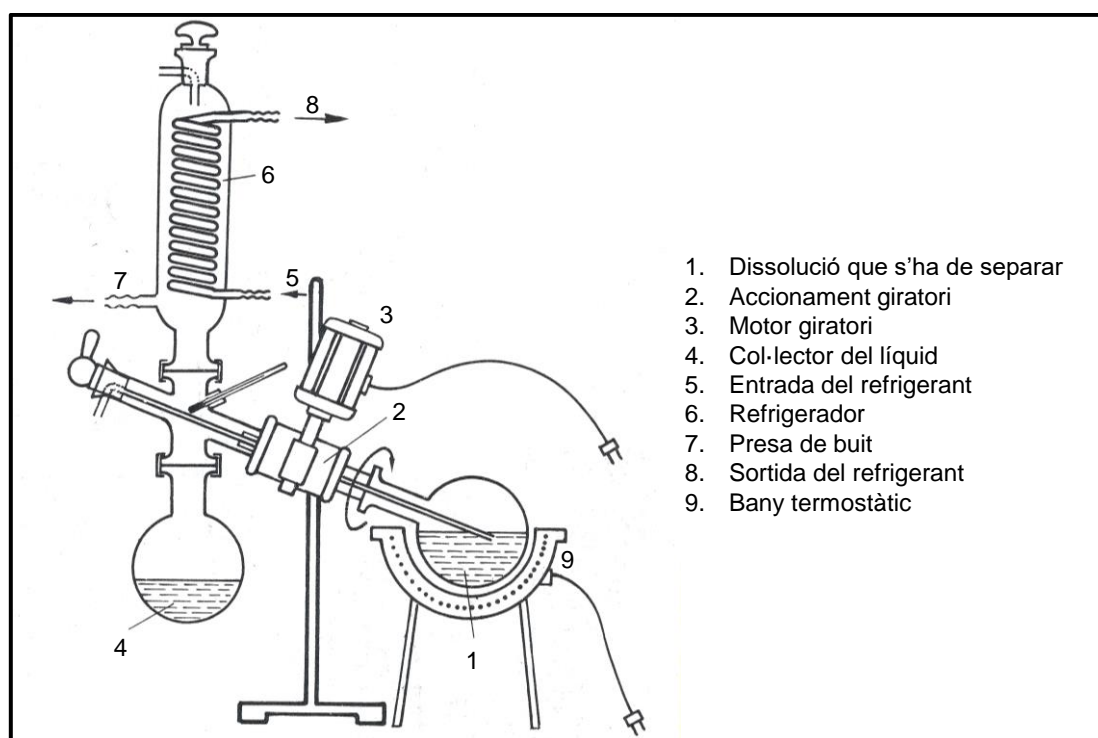


Figura 6-7. Esquema del rotavapor.
Font: Tècniques de Laboratorio Química 2.1 modificada

6.3.1.3. Material

Per a l'extracció del mètode Soxhlet:

- Mostassa en gra
- n-hexà Scharlau (96%)

- Molinet de cafè
- Baló de destil·lació de 250 mL
- Equip Soxhlet
- Refrigerador
- 2 mànegues
- Calefactor
- Difusor de calor de ceràmica
- Trossets de porcellana
- Paper d'alumini
- Balança de precisió
- Aigua
- Suport
- Pinces

Per al rotavapor:

- Rotavapor
- Baló amb la dissolució
- Aigua
- Connexió al buit

6.3.1.4. Procediment

Per a l'extracció del mètode Soxhlet:

- Es passa la mostassa pel molinet de cafè per tal de moldre-la. Se'n mesura la massa i es posa en un didal de cel·lulosa que es tapa amb un material permeable.
- En el baló de destil·lació es posen 3 trossos de porcellana per evitar una ebullició violenta.
- Es munta tot el sistema de l'equip Soxhlet en una campana de gasos, tal com es veu en la Figura 6-6 i en la Figura 6-9, sense posar el refrigerador.
- Es va tirant el dissolvent orgànic (n-hexà) en el Soxhlet fins que faci una sifonada i el dissolvent caigui al baló de destil·lació. Es repeteix el procés una altra vegada.

- Es munta el refrigerador, es col·loquen les dues mànegues (d'entrada i sortida d'aigua) i s'obre l'aixeta.
- S'engega el calefactor i es comença a escalfar l'n-hexà fins a l'ebullició. Abans, però, s'ha cobert el baló amb paper d'alumini per tal que no es perdi calor i així es pugui accelerar el procés.
- L'n-hexà s'evapora i es condensa en un condensador a reflux. L'n-hexà condensat cau sobre la mostassa fins a cobrir tot el recipient que la conté. En el moment en què es cobreix tot el recipient, es produeix una sifonada que torna el dissolvent amb el material extret cap al baló.
- Es para el procés quan la mostra queda esgotada. S'han de poder observar més de 20 sifonades.
- Es recull la mescla d'n-hexà i oli de mostassa en el baló de destil·lació.

Per a la separació de la dissolució en el rotavapor:

- S'omple d'aigua el bany termostàtic.
- S'acobla el baló de destil·lació que conté la dissolució d'n-hexà i oli de mostassa a la boca del tub evaporador, i es subjecta amb una pinça.
- Amb l'ajuda del gat es baixa el baló fins que quedi parcialment cobert d'aigua.
- Es connecten les dues mànegues al refrigerador (una d'entrada i l'altra de sortida d'aigua) i s'obre l'aixeta de l'aigua.
- Es connecta la font de buit i es tanca la clau que comunica el sistema amb l'exterior.
- S'engega el motor que fa girar el baló i es regula la velocitat de gir de manera que no hi hagi projecció de líquid del baló cap a l'interior del tub evaporador.
- S'engega la calefacció del bany i es programa la temperatura mínima necessària per aconseguir l'evaporació de l'n-hexà que és de 69 °C.
- La mescla s'escalfa fins a arribar a la temperatura d'ebullició del dissolvent, s'evapora i es condensa en el refrigerador. Llavors l'n-hexà es recull en el baló col·lector.
- S'acaba el procés quan s'observa que la quantitat d'n-hexà del baló col·lector no augmenta.

- Es recull l'oli de mostassa en el baló de destil·lació i es mesura la seva massa.

6.3.1.5. Realització de l'experiment

En l'extracció d'oli per mètode Soxhlet:

En el didal de cel·lulosa s'ha afegit: $(25,00 \pm 0,01)$ g de mostassa mòlta.

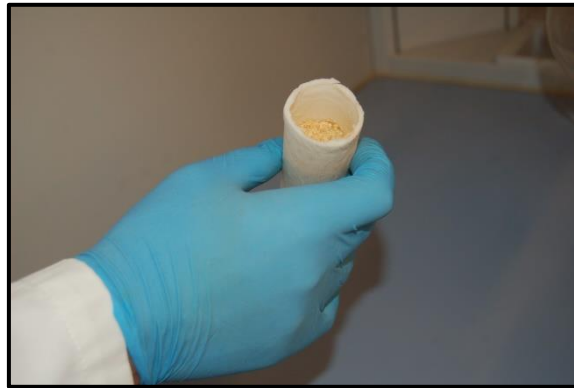


Figura 6-8. Mostassa mòlta en el didal de cel·lulosa.
Font: Pròpia

S'ha engegat tot el procés d'extracció pel mètode Soxhlet i s'ha mantingut durant gairebé 4 hores. S'han realitzat aproximadament 34 sifonades.



Figura 6-9. Extracció per mètode Soxhlet.
Font: Pròpia

En la separació de la mescla amb el rotavapor:

S'ha engegat el rotavapor i s'ha mantingut durant 1 hora.



Figura 6-10. Separació de la mescla en el Rotavapor.
Font: Pròpia

S'ha recollit una quantitat de: $(13,17 \pm 0,01)$ g d'oli de mostassa.



Figura 6-11. Oli de mostassa extret per mètode Soxhlet.
Font: Pròpia

6.3.2. Extracció d'olis essencials per mètode Clevenger

6.3.2.1. Material

S'utilitza el mateix material que en l'extracció per mètode Clevenger (veure apartat 6.1.2) canviant el baló de destil·lació de 8 L pel que hem fet servir en l'extracció per mètode Soxhlet i el rotavapor (veure apartat 6.3.1.3). No s'utilitzarà ni la mostassa ni el molinet de cafè ja que la mostra serà una dissolució d'oli de mostassa i aigua destil·lada.

6.3.2.2. Procediment

Es realitza el mateix procediment que en l'extracció d'olis essencials per mètode Clevenger (veure apartat 6.1.3) tot i que el baló de destil·lació s'omplirà d'oli de mostassa i aigua destil·lada.

6.3.2.3. Realització de l'experiment

En el baló de destil·lació s'han afegit les següents quantitats d'oli de mostassa i d'aigua destil·lada:

- Massa de l'oli de mostassa: $(13,17 \pm 0,01)$ g
- Volum d'aigua destil·lada: aproximadament 200 mL

S'ha engegat tot el procés d'hidrodestil·lació i s'ha mantingut durant 5 hores.



Figura 6-12. Tercera extracció per mètode Clevenger.
Font: Pròpia

Teòricament, l'experiment s'hauria d'haver aturat quan s'observés que la quantitat d'oli essencial destil·lat no augmentés en un període de 30 minuts, però només s'ha pogut observar una molt petita fase d'oli essencial sobre l'aigua.

Quan s'han separat les dues fases, era pràcticament impossible guardar l'oli essencial en un vial.

6.3.3. Resultats

En l'extracció d'oli de mostassa per mètode Soxhlet:

- S'ha observat un líquid de color groc en el baló de destil·lació.

En la separació de la dissolució en el rotavapor:

- En el baló col·lector s'ha observat un líquid transparent.
- En el baló de destil·lació s'ha observat un líquid groc.

En l'extracció d'olis essencials per mètode Clevenger:

- En el tub graduat s'han observat dues fases diferenciades però la de sobre amb molt poca quantitat.
- A l'hora de recollir la fase de sobre, no es pot passar cap a un vial.

6.3.4. Conclusions

- El líquid de color groc que s'observa en l'extracció d'oli per mètode Soxhlet és una dissolució de n-hexà i d'oli de mostassa.
- El líquid transparent que s'observa en el baló col·lector del rotavapor és l'n-hexà que s'ha separat de la dissolució anterior i el líquid groc del baló de destil·lació és l'oli de mostassa.
- Les dues fases que s'observen en el tub graduat corresponen a aigua (la de sota) i oli essencial de mostassa (la de sobre).
- El fet d'haver extret, primer, els olis mitjançant el mètode d'extracció Soxhlet és una bona idea perquè s'ha obtingut un oli molt net i amb molta quantitat tenint en compte la massa de mostassa que s'ha utilitzat. Per tant, el mètode Soxhlet és un bon mètode per extreure olis de mostres vegetals.
- A l'hora d'extreure l'oli essencial amb el mètode Clevenger, els resultats no han estat tan positius, ja que pràcticament no s'ha pogut apreciar l'oli essencial. Un problema és el fet que no s'ha pogut utilitzar gaire massa de mostassa ja que la capacitat del Soxhlet no ho permetia. Per altra

banda, es continua reafirmant que la mostassa té molts pocs components volàtils que són els olis essencials.

- Aquesta tercera extracció és una bona manera d'extreure olis però no per extreure olis essencials en el cas de la mostassa. En tot cas, s'hauria de fer en un laboratori de dimensions industrials que permetés utilitzar una massa de mostassa inicial molt més gran.
- Per poder continuar amb l'objectiu de conèixer les capacitats que té l'oli essencial de mostassa com a conservant, cal comprar-lo en una empresa especialitzada i així poder elaborar les botifarres amb aquest oli.

7. ELABORACIÓ DE BOTIFARRES UTILITZANT ELS OLIS ESSENCIALS DE MOSTASSA COM A CONSERVANT

Per fer les botifarres, he anat a Cal Valentí (una botiga de Navàs) on m'han deixat utilitzar la maquinària de fer botifarres per realitzar les mostres que posteriorment analitzaré.

7.1. Matèria primera

S'han preparat quatre mostres de botifarres que les anomenarem B1, B2, B3 i B4. Les quatre mostres estan fetes amb els mateixos ingredients de carn de porc, i la mateixa quantitat de sal i pebre, però amb diferents additius i condiments:

- Mostra B1: no s'hi afegeix res.
- Mostra B2: s'hi afegeixen additius artificials del tipus Teifel Sx Rosa 704 per elaborar salsitxa fresca d'Espècies Teixidor, dissolts en aigua. Conté dextrosa i com a conservant sintètic l'E 221 (Sulfit de sodi), com a antioxidants l'E 301 (Ascorbat de sodi) i l'E 331 (Citrat de Sodi), i com a colorant natural l'E 120 (Àcid carmínic).
- Mostra B3: s'hi afegeix un 0,2% d'oli essencial de mostassa Allin Exporters respecte a la massa de carn.
- Mostra B4: s'hi afegeix un 0,4% d'oli essencial de mostassa Allin Exporters respecte a la massa de carn.

S'han realitzat aquestes quatre mostres per tal que la B1 i la B2 siguin com les de control, ja que si la vida útil de les botifarres B3 i/o B4 és superior a la de B1, voldrà dir que l'oli essencial de mostassa és un bon conservant natural, però si és igual de llarga o més que la de B2, voldrà dir que l'oli essencial de mostassa és un substitut dels conservants artificials.

Els ingredients utilitzats són els següents:

- 0,390 kg de papada
- 0,610 kg de ventresca
- 2,000 kg d'espalla
- Tripa natural suficient per embotir 3 kg de carn
- 44,84 g de pebre negre
- 9,02 g de sal
- cordill



Figura 7-1. Preparació de la carn per a les botifarres.
Font: Pròpia

Aquests tres quilograms de carn s'han dividit en quatre parts de la següent manera: 1 kg per fer la B1, 1 kg per fer la B2, 0,5 kg per fer la B3 i 0,5 kg per la B4. Tal com s'ha esmentat, l'única diferència són els additius i condiments que s'hi ha afegit:

- Mostra B1: no s'hi ha afegit res més.
- Mostra B2: Per tal d'afegir l'additiu artificial, prèviament s'ha fet una dissolució amb 100 g d'aigua i 3,02 g del preparat artificial Teifel. Després s'ha afegit a la carn i s'ha mesclat fins a obtenir-ne una barreja homogènia.
- Mostra B3: Amb una pipeta s'ha agafat 1 mL d'oli essencial de mostassa (equivalent al 0,2% respecte a la massa de carn). Després s'ha afegit a la carn i s'ha mesclat fins a obtenir-ne una barreja homogènia.

- Mostra B4: Amb una pipeta s'ha agafat 2 mL d'oli essencial de mostassa (equivalent al 0,4% respecte a la massa de carn). Després s'ha afegit a la carn i s'ha mesclat fins a obtenir-ne una barreja homogènia.
- Les diferents mostres s'han embotit, lligat i s'han guardat ben etiquetades en diferents recipients en un frigorífic a 5 °C.



Figura 7-2. Preparació de les mostres B3 i B4.
Font: Pròpia

7.2. Elaboració de la fitxa del producte

- Un cop elaborades les quatre varietats de botifarres, s'agafaran 8 mostres de botifarres petites de cada varietat. De cada varietat, cada 48 hores, es mesurarà el pH i s'anotarà el color i olor omplint la fitxa d'estabilitat com la que s'adjunta més avall. En un dels dies d'anàlisi, es courà la botifarra i se n'analitzarà el sabor.
- Totes les mostres es guardaran en una cambra frigorífica.
- Cada 48 hores es tornaran a anotar els paràmetres descrits en l'apartat (a) en la corresponent fitxa d'estabilitat fins que s'observin canvis organolèptics que insinuïn que la vida útil de les botifarres s'ha acabat.

Taula 7-1. Taula per a l'anàlisi.
Font: Pròpia

MOSTRA:					
Data	pH	CRA	Color	Olor	Sabor

7.3. Realització de les diferents anàlisis dels paràmetres

7.3.1. pH

7.3.1.1. Fonaments teòrics del pH

Sørensen, l'any 1909, va proposar una manera de codificar el grau d'acidesa o basicitat d'una dissolució aquosa, introduint el concepte de pH.

El pH d'una dissolució aquosa es defineix com el logaritme decimal canviat de signe de la concentració molar d'ions H_3O^+ presents en la dissolució (Castells, Riba, & Andreu, 2013).

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

El pH és adimensional, és a dir, no té unitats.

Qualsevol dissolució aquosa a 25 °C, excepte les molt concentrades, satisfà:

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

on K_w s'anomena constant d'ionització de l'aigua o producte iònic de l'aigua (Castells et al., 2013).

En una dissolució neutra, $[H_3O^+] = [OH^-] = 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, el valor del pH serà:

$$pH = -\log(1,00 \cdot 10^{-7}) = 7$$

Una dissolució àcida és aquella en la qual $[H_3O^+] > 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ i, per tant $[OH^-] < 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$. En aquest cas, el valor del $pH < 7$.

Una dissolució bàsica és aquella en la qual $[H_3O^+] < 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ i, per tant $[OH^-] > 1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$. En aquest cas, el valor del $pH > 7$.

Això permet establir una escala de pH segons l'esquema de la Figura 7-3.

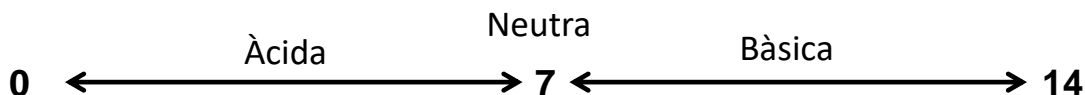


Figura 7-3. Escala de pH.
Font: Pròpia

El pH es pot calcular de dues maneres diferents: amb un pHmetre (que és un instrument que ens dóna digitalment el resultat) o amb unes tires indicadores (que s'han de mullar amb la dissolució i posteriorment es tenyeixen d'un color depenent del seu pH però que tenen menys precisió que el pHmetre).

El pH de la carn de porc mesurat a les 24 hores després de la matança s'ha de mantenir entre 5,6 i 6,2 (Mack-Junqueira, 2009).

7.3.1.2. Material

- Balança de precisió
- Batedora
- Gasses
- Aigua destil·lada
- pHmetre Crison PH 25
- Botifarres a analitzar
- Cronòmetre

7.3.1.3. Procediment

- Es pesen 10 grams d'una mostra de botifarra.
- Es posa en un vas de batedora que contingui 100 mL d'aigua destil·lada.

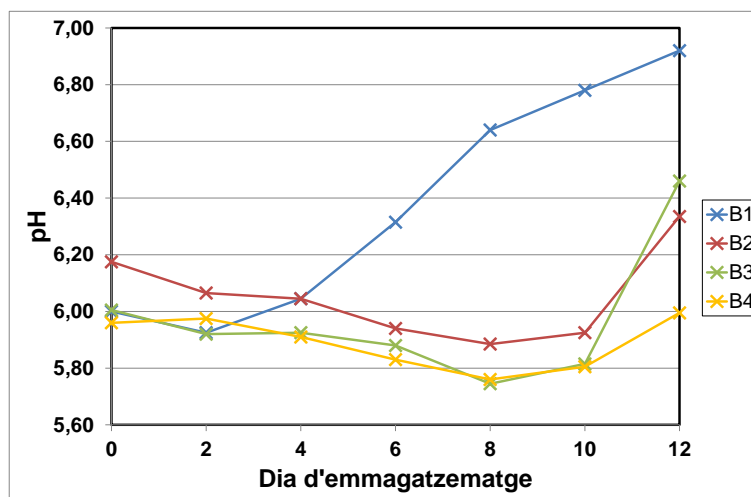
- S'homogeneïtza durant 1 minut.
- Es filtra la dissolució utilitzant una gassa per retirar l'excés de teixit connectiu.
- Es pren la lectura de pH del filtrat per duplicat, introduint l'elèctrode del pHmetre prèviament calibrat amb solucions reguladores de referència.
- La diferència màxima permesa en el resultat de les proves efectuades per duplicat no ha d'excedir de 0,1 unitats de pH; en cas contrari, s'ha de repetir la mesura.
- Després d'obtenir el valor del pH, es neteja l'elèctrode amb aigua destil·lada per eliminar qualsevol residu de material (Pérez & Ponce, 2013).



Figura 7-4. Preparació de la dissolució per mesurar el pH.
Font: Pròpia

7.3.1.4. Resultats

En el següent gràfic, es pot veure l'evolució de les mitjanes dels valors de pH de cadascuna de les mostres de botifarra amb el pas del temps d'emmagatzematge.



Gràfic 7-1. Valors obtinguts en l'anàlisi de pH.
Font: Pròpia

Totes les mostres han seguit el mateix patró: primer el pH ha baixat suaument i en un moment donat, els valors de pH han augmentat de cop.

Pel què fa a la mostra B1, el pH només ha disminuït fins al dia 2 d'emmagatzematge i llavors ja ha augmentat.

En la resta de mostres (B2, B3 i B4) el valor de pH ha disminuït fins al dia 8 i llavors ha augmentat.

7.3.1.5. Conclusions

- B2, B3 i B4 tenen el mateix temps de conservació (entre 8 i 10 dies) pel què fa a l'anàlisi del pH, ja que mentre el pH disminueix, l'efecte del conservant és bo. Segons aquesta anàlisi l'oli essencial ha fet exactament el mateix efecte que el preparat artificial Teiffel Sx Rosa 704.
- B1, només amb sal i pebre, té un temps de conservació molt inferior, de solament 2 dies.

7.3.2. Capacitat de retenció de l'aigua

7.3.2.1. Fonaments teòrics de la capacitat de retenció de l'aigua

La capacitat de retenció de l'aigua (CRA) és un paràmetre important per la seva contribució a la qualitat de la carn i dels seus productes derivats. La CRA de la carn està relacionada amb la textura, tendresa i color de la carn crua, i suculència i fermesa de la carn cuinada. Els canvis en la CRA afecten a l'aigua que s'anomena "immobilitzada", que es troba en la superfície de les proteïnes. Per contra, els canvis en la CRA no tenen cap relació amb l'"aigua lligada" (que inclou tant l'"aigua de constitució" que està ubicada en regions intersticials o lligada a grups específics de la molècula com l'"aigua d'interfase", unida a la interfase proteïna-aigua).

La CRA sembla que és causada per una immobilització d'aigua dels teixits en el sistema miofibril·lar; per tant, els canvis en la CRA són un indicador molt sensible de les modificacions en l'estructura de les proteïnes miofibril·lars.

L'aigua més fàcil d'extreure és l'aigua extracel·lular i és la que origina la pèrdua per degoteig. Si s'aplica una força sobre el sistema, part de l'aigua immobilitzada s'allibera com a aigua perduda.

La carn picada reté menys humitat que les mostres senceres ja que es produeix un dany estructural en el procés de picat (Bouton & Harris, 1972).

7.3.2.2. Material

- Balança de precisió
- Cronòmetre
- Paper de filtre
- Paper de film
- Pes d'1 Kg
- Botifarres a analitzar

7.3.2.3. Procediment

Per avaluar la CRA, es calcularà el percentatge d'aigua alliberada per pressió, utilitzant una tècnica semblant a la que van proposar Tsai i Ockerman (1981).

- Es col·loca una mostra de 5 grams entre dues làmines de paper de filtre i es posen entre dues capes de paper de film.
- Es posa un pes d'1 kg sobre la mostra durant 20 minuts.
- Es pesa una altra vegada la mostra de botifarra per comprovar la CRA amb la següent fórmula:

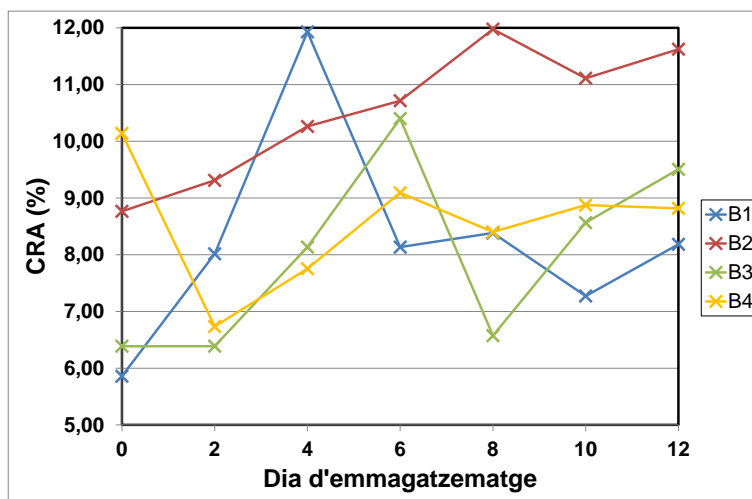
$$CRA (\%) = \frac{\text{massa de la mostra inicial} - \text{massa de la mostra final}}{\text{massa de la mostra inicial}} \cdot 100$$



Figura 7-5. Anàlisi de CRA.
Font: Pròpia

7.3.2.4. Resultats

En el següent gràfic, es pot veure l'evolució dels valors de CRA de cadascuna de les mostres de botifarra amb el pas del temps d'emmagatzematge.



Gràfic 7-2. Valors obtinguts en l'anàlisi de CRA.
Font: Pròpia

Els resultats no segueixen cap patró clar i, per tant, no donen molta informació. El que sí que es pot veure és que la mostra B2, que conté el preparat artificial, és la que ha deixat anar més aigua.

Quant a les altres mostres, tot i que s'han obtingut uns valors molt variables, han acabat alliberant, més o menys, la mateixa quantitat d'aigua.

7.3.2.5. Conclusions

- La mostra B2 és la que allibera més aigua ja que el propi preparat s'ha de dissoldre en aigua per a poder-lo afegir a les botifarres, i aquesta aigua s'anirà alliberant. La botifarra de tipus B2 quan es ven a les carnisseries sovint mostra aquesta existència d'aigua, deixant un líquid rosat al fons de la safata. Des del punt de vista del consumidor, quanta més quantitat d'aigua alliberi, menys atractiva serà la botifarra.

- Pel què fa a les altres tres mostres, la safata de les carnisseries no quedarà tan molla i seran més atractives per al consumidor.

7.3.3. Color

7.3.3.1. Fonaments teòrics del color

El color normal de la carn fluctua entre el vermell i el rosat. En el cas de la carn de porc, el color és rosa grisenc. La variació en el color pot ser conseqüència de diferents factors:

La mioglobina és la proteïna responsable del color vermell; aquesta no circula en la sang però es fixa en les cèl·lules del teixit i és de color púrpura. Quan es barreja amb oxigen es converteix en oxihemoglobina i produeix un color brillant. La resta de color prové de l'hemoglobina que es troba principalment en la sang que circula, però es pot trobar en petites quantitats en els teixits després de la matança. El color de la carn es veu influenciat per l'edat de l'animal, l'espècie, el sexe i l'alimentació.

Quan s'exposa la carn a la llum es produeix la metamioglobina que fa tornar el color més marronós.

Els consumidors necessiten estar molt satisfets amb les propietats sensorials dels productes abans que d'altres qualitats que són més rellevants. A més, creuen que el color és com un indicador del bon estat de la carn que volen comprar i, per tant, seleccionen el tipus de carn que es volen menjar en gran part pel color que té, per si els sembla més atractiu o menys (Lanari, Schaefer, & Scheller, 1995). Generalment, en el nostre país, s'associa el color clar a carns joves i, per tant, són les més apreciades incidint de manera notable en el preu. En canvi, en altres països comunitaris, s'accepten amb més facilitat les carns més fosques; de fet, petits canvis de color són normals en productes frescos i no indiquen que el producte estigui deteriorat.

Els colors, en una imatge, se solen donar numèricament amb RGB (de l'anglès Vermell, Verd

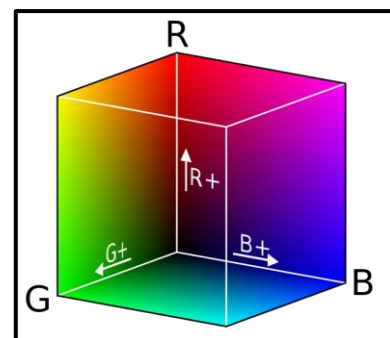


Figura 7-6. Coordenades que mostren els colors en el sistema RGB.
Font: Internet modificada

i Blau) que és un model de color additiu en el qual els colors vermell, verd i blau se sumen en diferents quantitats per reproduir tota la àmplia gamma de colors. L'objectiu d'aquest model és poder representar imatges en sistemes electrònics, tals com televisors, ordinadors... però no és com els percep realment l'ull humà, sinó que el percep per un sistema que segons la Comissió Internacional de la Il·luminació (CIE) és molt proper a l'espai de color $L^*a^*b^*$, també anomenat CIELAB (estrictament CIE 1976 $L^*a^*b^*$). Aquest espai de color diu que dos colors no poden

ser vermell i verd a la vegada, ni groc ni blau a la vegada i, cada color es pot definir amb tres paràmetres: L^* (luminositat que va de 0 (negre) a 100 (blanc)), a^* (vermell-rosat/verd on valors positius d' a^* indiquen vermell-rosat i valors negatius d' a^* indiquen verd) i b^* (groc/blau on valors positius de b^* indiquen groc i valors negatius de b^* indiquen blau). A més, aquest

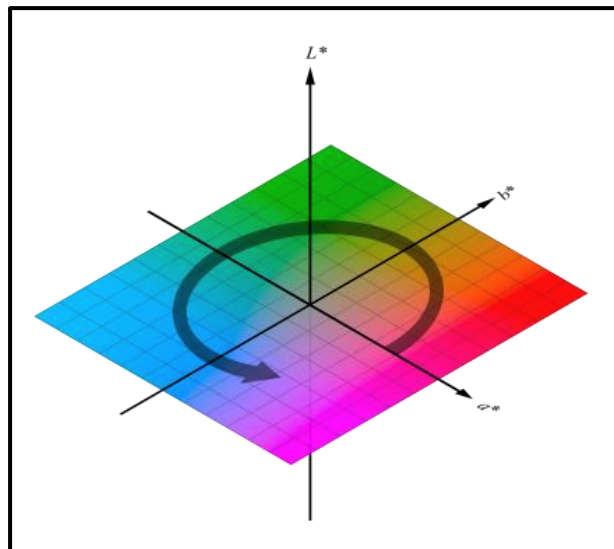


Figura 7-7. Colors en el sistema CIE 1976 $L^*a^*b^*$.
Font: Internet

sistema proposat per la CIE és el més recomanat per veure els canvis de color en l'àmbit alimentari (Hill, Roger, & Vorhagen, 1997; Liu, Scheller, Arp, Schaefer, & Frigg, 1996).

7.3.3.2. Material

- Botifarres a analitzar
- Font de llum artificial
- Paper blanc
- Trípod
- Càmera
- Photoshop
- Excel

7.3.3.3. Procediment

Per valorar el color farem una evolució amb fotos fetes cada 48 hores. Aquest mètode és semblant al que utilitza O'Sullivan et al. (2003).

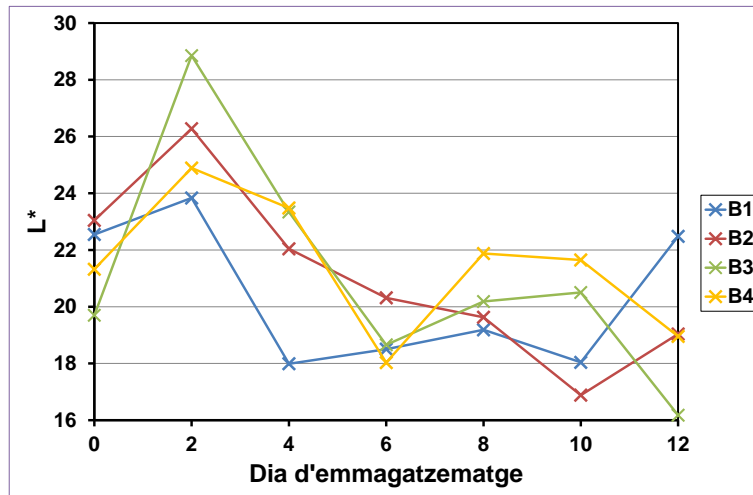
- S'agafa la mostra de botifarra i es posa sobre un paper blanc per tal que el fons sempre sigui del mateix color.
- En un tríode s'hi posa la càmera que sempre estarà instal·lada en la mateixa posició i angle respecte a la mostra. La càmera estarà a una distància d'1 metre respecte a la mostra i amb un angle de 45°.
- Es fa la foto per duplicat amb el zoom al màxim.

A continuació, es realitza l'anàlisi de les fotografies.

- S'obre l'arxiu que conté la fotografia amb el programa informàtic Photoshop.
- Es selecciona el tros de carn a analitzar.
- Es mira l'histograma i s'apunten els valors de mitjana del vermell, el verd i el blau.
- Es passen els colors vermell, verd i blau a CIE L*a*b* utilitzant un programa excel d'internet (Boronkay, 2007).

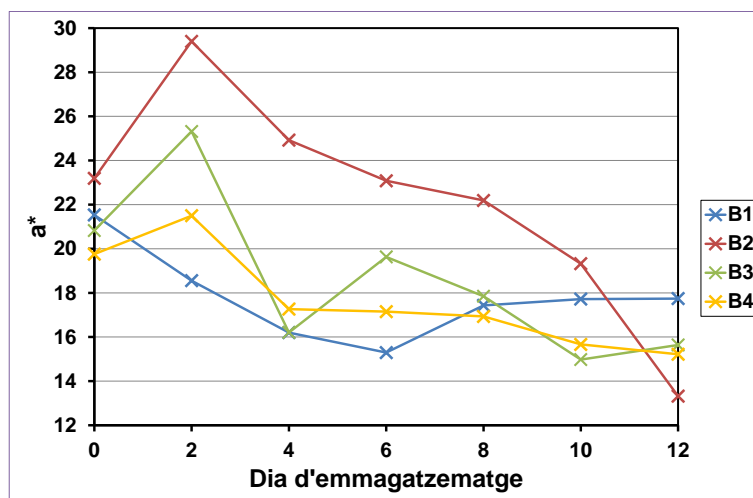
7.3.3.4. Resultats

En les següents tres gràfiques, es mostra l'evolució de les mitjanes dels valors de cadascun dels paràmetres del CIE L*a*b* amb el pas del temps d'emmagatzematge.



Gràfic 7-3. Resultats obtinguts de la lluminositat.
Font: Pròpia

Pel que fa a la lluminositat (veure Gràfic 7-3), totes les mostres, excepte la B1, han fet el mateix dibuix. Al dia 2 d'emmagatzematge, tenen un pic de pujada, però llavors van baixant progressivament. Pel que fa a la mostra B1, realitza una petita pujada, llavors baixa de cop i després torna a pujar.



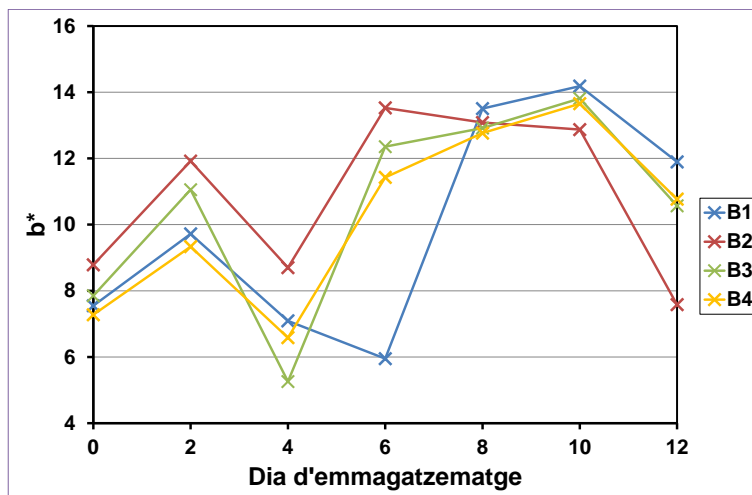
Gràfic 7-4. Resultats obtinguts de la coordenada cromàtica vermell/verd.
Font: Pròpia

La coordenada cromàtica vermell/verd (veure Gràfic 7-4) sempre assoleix valors positius, indicant el color vermell-rosat de la botifarra.

Des del primer dia, es pot observar que la mostra que té un to més vermellós, excepte l'últim dia d'anàlisi, és la B2.

Es pot veure clarament com, a mesura que passa el temps d'emmagatzematge, les mostres perden vermell, encara que de vegades tenen algun pic de pujada.

La mostra B1 és la que perd el vermell més ràpidament.



Gràfic 7-5. Resultats obtinguts de la coordenada cromàtica groc/blau.
Font: Pròpia

La gràfica de la coordenada cromàtica groc/blau (veure Gràfic 7-5) mostra valors positius no massa grans que donen una idea de to lleugerament grogós.

Les quatre mostres es comporten d'una manera similar sense variar gaire el color grogós.

En la següent imatge, es veuen les quatre mostres del dia 12 d'emmagatzematge.



Figura 7-8. Les mostres de botifarra del dia 12 d'emmagatzematge.
Font: Pròpia

Es pot observar com tant la mostra B1 com la B2 ja no tenen un bon aspecte per l'aparició de floridures. De fet, la B1 ja va començar a mostrar fongs al dia 8 d'emmagatzematge. En canvi, la B3 i la B4 no mostren un aspecte deteriorat com les altres dues.

7.3.3.5. Conclusions

- Quant a la lluminositat, el pic de pujada als 2 dies d'emmagatzematge, evidencia el millor aspecte de les mostres i quan són més atractives.
- El fet que al dia 2 d'emmagatzematge hi hagi una pujada de color vermellós i de lluminositat, en totes les mostres, és perquè la mioglobina es barreja amb l'oxigen creant el pigment oximioglobina, d'un color vermellós brillant.
- Quant a la coordenada cromàtica vermell/verd, la B2 és la que mostra els valors més alts, ja que és la que conté additius artificials on hi ha un colorant vermell. No significa que sigui una botifarra més bona si s'observa el color, però al nostre país, fins ara, es valoren carns de colors vermellosos.
- El fet que baixi el vermell, en totes les mostres, és per culpa que quan la mioglobina i l'oximioglobina es van exposant a l'oxigen, creen la metamioglobina, d'un color més marronós.
- Pel què fa a la coordenada cromàtica groc/blau, no dóna informació rellevant.
- Observant visualment l'aspecte de les botifarres, en la mostra B1 apareixen fongs ràpidament i cap al final dels dies d'anàlisi, en la B2 també n'apareixen; en canvi, no se n'observen en les mostres B3 i B4. Això permet dir que l'oli essencial de mostassa té unes propietats antifúngiques més bones que el preparat artificial.

7.3.4. Olor

7.3.4.1. Fonaments teòrics de l'olor

Un dels factors determinants de l'olor de la carn és la qualitat de la grassa que hi ha present, en especial el seu estat d'oxidació. Una excessiva oxidació

repercuteix molt negativament en la qualitat de la carn fresca (Coma, Piquer, & Grupo Vall Companys, 1999).

La carn crua té una olor dèbil, conté substàncies que reaccionen i es descomponen durant la maduració. Els precursors presents en la grassa són els que donen l'aroma específica a cada espècie. La carn refrigerada i emmagatzemada durant cert temps, agafa olors peculiars que recorden a la carn de caça, podent aparèixer més tard olors anormals com: putrefactes per la descomposició proteica, àcides o fèrides pel creixement bacterià i rancis per l'oxidació de la grassa.

No obstant, l'olor és una destresa molt particular de cada persona per determinar si aquella carn és bona o no; tot i així, tothom és capaç de valorar com canvia l'olor amb el pas del temps.

7.3.4.2. Material

- Botifarres a analitzar

7.3.4.3. Procediment

Per tal de valorar l'olor, s'utilitzarà el sentit de l'olfacte i ens basarem en si l'olor és la que té normalment la botifarra o si és diferent.

7.3.4.4. Resultats

La mostra B1 presenta l'olor típica de botifarra els dies 0 i 2 d'emmagatzematge. A partir del dia 4, l'olor no és semblant a la de la botifarra sinó que és més semblant a l'olor de llonganissa. A partir del dia 8 d'emmagatzematge, l'olor es torna dolenta i a mesura que passen els dies, se'n torna encara més.

La mostra B2 presenta l'olor típica de botifarra fins al dia 10 d'emmagatzematge. Al dia 12, fa pudor.

La mostra B3 fa una olor estranya i molt desagradable, ja que porta oli essencial de mostassa i té una olor molt forta. A mesura que passen els dies d'emmagatzematge, l'olor es va fent més suportable. Al dia 12, és la mostra que fa menys pudor de totes, tot i que no és una olor semblant a la de botifarra.

La mostra B4, igual que la B3, fa una olor estranya i encara més desagradable que la B3 perquè també porta oli essencial de mostassa però en més quantitat. A mesura que passen els dies d'emmagatzematge, l'olor es va fent una mica més suportable però al dia 12 encara fa olor a oli essencial de mostassa.

7.3.4.5. Conclusions

- La mostra B1 és la que es fa malbé més ràpidament pel què fa a l'olor.
- L'oli essencial de mostassa dóna una olor diferent i estranya a la botifarra pel que estem acostumats a la nostra cultura.
- 0,4 % d'oli de mostassa és una concentració massa alta ja que aquesta olor desagradable per a nosaltres es manté durant tots els dies. De fet, és el mateix que es van trobar uns investigadors de la República Txeca en afegir oli essencial d'orenga en vedella picada. Van dir que 0,2 % era el màxim d'oli essencial d'orenga que es podia afegir perquè més quantitat donava una olor massa forta i ja no era agradable (Hulankova, Borilova, & Steinhauserova, 2013).

7.3.5. Sabor

7.3.5.1. Material

- Botifarres a analitzar

7.3.5.2. Procediment

Per tal de valorar el sabor, s'utilitzarà el sentit del gust i de l'olfacte, i ens basarem en si el sabor és el que té normalment la botifarra o si és diferent.

7.3.5.3. Resultats

S'ha tastat la mostra B3. Abans però, s'ha cuit amb oli i s'ha pogut comprovar que amb l'augment de temperatura, no es maximitza la intensitat de l'olor de l'oli essencial de mostassa.

Llavors, s'ha provat i s'ha de dir que no és dolenta tal i com s'esperava per l'olor que feia; l'únic inconvenient que hi ha és que el sabor d'oli essencial de mostassa destaca per sobre del gust de botifarra i no es pot apreciar el sabor habitual de botifarra.

No s'han tastat les altres mostres ja que la intenció d'aquesta prova era comprovar si el sabor de la botifarra amb oli essencial de mostassa era similar al de les altres mostres que ja és l'habitual.

7.3.5.4. Conclusions

- L'oli essencial de mostassa dóna un sabor massa estrany pel que estem habituats a la nostra cultura i per tant, aquí costaria molt poder comercialitzar aquest tipus de botifarres.

7.3.6. Anàlisi microbiològica

7.3.6.1. Fonaments teòrics

La carn vermella, com la de porc, és un medi de cultiu excepcional per al desenvolupament de la majoria dels microorganismes. Té un alt contingut de proteïnes, baixa proporció de carbohidrats i substàncies solubles de menor pes molecular, i una activitat de l'aigua de 0,99. A més, el contingut de vitamines del múscul és molt elevat (aproximadament 60 µg/g).

El teixit muscular està recobert per les seves fàscies protectores i les miofibril·les contingudes dins del sarcolemma. Una vegada la carn ha estat esquarterada, gran part de la protecció inicial desapareix; quan es pica la carn, aquesta protecció desapareix totalment.

Els aliments d'origen animal posseeixen substàncies inhibidores que són molt específiques en la seva acció però amb una activitat microbiana reduïda.

Tots els animals transporten una gran quantitat de microorganismes que es transmeten a l'interior en el sacrifici. A més, també es poden contaminar els animals si les condicions de treball no són prou higièniques. Tot i que és impossible evitar la contaminació, es pot reduir de manera important (Carrillo & Audisio, 2007).

Segons el Reglament (CE) nº 1441/2007 de la Comissió del 5 de desembre de 2007 que modifica el Reglament (CE) nº 2073/2005 relatiu als criteris microbiològics aplicables als productes alimentaris (Unión Europea, 2007), en

una anàlisi microbiològica de carn de porc, s'han d'analitzar la *Salmonella*, l'*Escherichia coli* i els aerobis mesòfils.

L'*E.coli* té una termoresistència de 65 °C i la *Salmonella* de 60 °C (Vázquez, 2007); en canvi, els aerobis mesòfils tenen una alta termoresistència, com a mínim per sobre de 85 °C, i algunes espècies (*Bacillus licheniformis* i el *Bacillus lincheniformis*) no es moren fins a superar els 13 minuts a 100 °C (Vázquez, 2007). És per això, que en l'apartat de l'anàlisi microbiològica d'aquest treball, només s'analitzaran els aerobis mesòfils, ja que pel fet de treballar amb botifarres tant l'*E.coli* com la *Salmonella* moriran a l'hora de la cocció i en canvi els aerobis mesòfils, no. Normalment les botifarres es couen a la brasa i si es fa ben cuites, arriben als 68-70 °C (Zanardi, 2013) extingint l'*E.coli* i la *Salmonella*. Altres vegades, les botifarres es fregeixen en oli; en aquest cas, arriben a 130 °C i, fins i tot, es moririen tots els aerobis mesòfils.

7.3.6.2. Materials i reactius

- Botifarres a analitzar
- Aigua de peptona tamponada Liofilchem
- Aigua destil·lada
- Proveta de 100 mL
- Vas de batedora
- Batedora
- 20 tubs d'assaig Pyrex amb taps de rosca
- Gradeta
- Plate Count Agar (PCA) Liofilchem
- Vas de precipitats
- Trípod
- Filtre
- Erlenmeyers
- Paper d'alumini
- Bany termostàtic
- Pipetes
- Bec Bunsen
- Encenedor

- Plaques Petri buides i estèrils
- Estufa de cultiu
- Retolador permanent
- Guants de làtex
- Guants protectors
- Balança de precisió

7.3.6.3. Procediment de preparació de l'aigua de peptona tamponada

- Es pesen 14,0 g d'aigua de peptona tamponada deshidratada.
- Es mesuren 700 mL d'aigua destil·lada en una proveta.
- Es barreja tot amb l'ajuda d'una vareta en un vas de precipitats.
- Es posa la barreja repartida en 3 erlenmeyers, es tapen amb un tap fet de cotó embolicat amb gassa i es tapa tot amb paper d'alumini.
- S'esterilitza en una olla a pressió a 121 °C durant 15 minuts.
- Es deixa refredar.

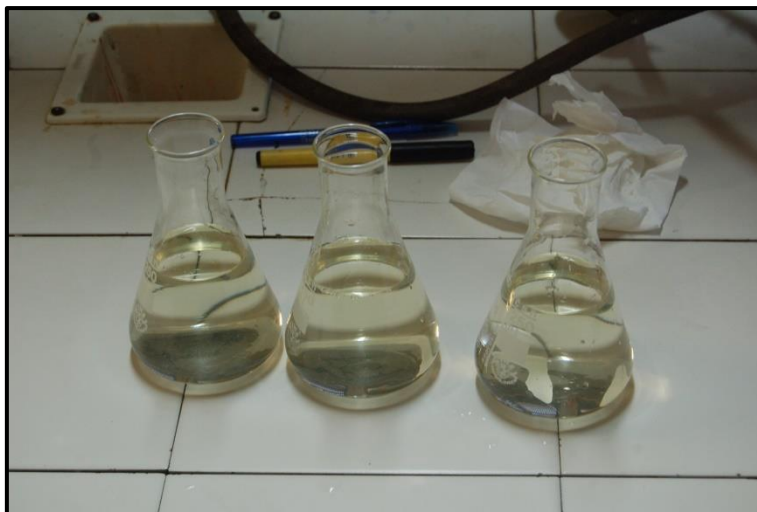


Figura 7-9. Aigua de peptona tamponada preparada dins d'Erlenmeyers.
Font: Pròpia

7.3.6.4. Procediment de preparació del medi de cultiu

- Es pesen 23,5 g de PCA deshidratat.
- Es mesura 1 L d'aigua destil·lada en una proveta.
- Es posa tot en un vas de precipitats.

- S'escalfa i es barreja fins que es dissolgui completament amb l'ajuda d'una vareta.
- Es posa la barreja repartida en 3 erlenmeyers, es tapen amb un tap fet de cotó embolicat amb gassa i es tapa tot amb paper d'alumini.
- S'esterilitza a 121 °C durant 15 minuts en una olla a pressió.
- Es refreda fins assolir una temperatura entre 44 i 47 °C i es manté la temperatura en un bany termostàtic, ja que pel fet de ser un agar, si es manté a temperatura ambient, se solidifica.

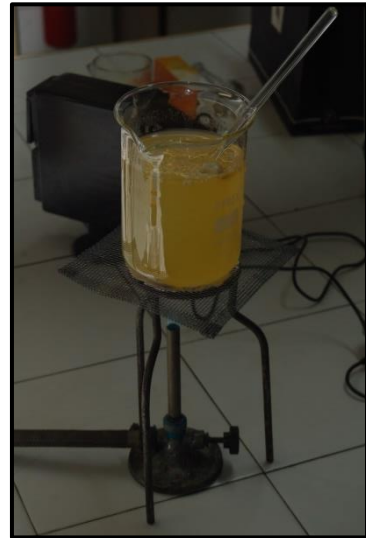


Figura 7-10. Dissolució del medi de cultiu.
Font: Pròpia

7.3.6.5. Procediment de preparació de les mostres a analitzar

- Es prepara una bateria de 4x5 tubs d'assaig Pyrex, ja que s'analitzaran 5 dissolucions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) de cada mostra de botifarra (B1, B2, B3 i B4), i es marca cada tub amb la dissolució que hi haurà.
- Es pesa asèpticament una porció de 10 g de la mostra de botifarra amb conservants naturals (mostra B1) i es posa en un vas de precipitats.
- S'afegeixen 90 mL d'aigua de peptona tamponada per tal que la dissolució sigui 1/10.

$$\text{Dissolució} \frac{1}{10} = \frac{10 \text{ g de la mostra de botifarra}}{90 \text{ mL d'aigua} + 10 \text{ g de botifarra}}$$

i així s'aconsegueixen 100 g de dissolució 10^{-1} .

- S'homogeneïtza la mostra utilitzant la batedora per formar la mescla mare i a partir d'aquesta es realitzen dissolucions seriades decimals. Es pren 1 mL de la dissolució mare i es posa en el tub d'assaig que correspon juntament amb 9 mL d'aigua de peptona tamponada per tenir 10 grams de dissolució 1/100 o 10^{-2} .

$$\text{Dissolució } 10^{-2} = \frac{1 \text{ mL de dissolució } 10^{-1}}{1 \text{ mL de dissolució } 10^{-1} + 9 \text{ mL d'aigua}}$$

- Així successivament fins a tenir dissolucions 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} que segueixen la següent fórmula:

$$\text{Dissolució } 10^n = \frac{1 \text{ mL de dissolució } 10^{n-1}}{1 \text{ mL de dissolució } 10^{n-1} + 9 \text{ mL d'aigua}}$$

on n és un enter negatiu que és l'exponent de la dissolució decimal.

- Es repeteix el procés amb els altres tres tipus de botifarra (B2, B3 i B4).

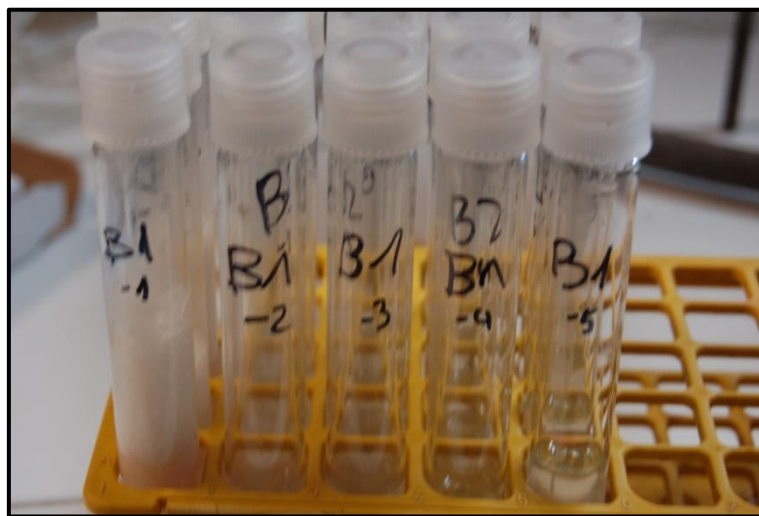


Figura 7-11. Mostres preparades dins els diferents tubs d'assaig.
Font: Pròpia

7.3.6.6. Procediment de sembra de les mostres

- Es marca amb un retolador permanent la mostra que anirà a cada càpsula Petri.
- Se sembra 1 mL de cada dissolució (és el que s'anomena inòcul) per duplicat en les càpsules Petri. Cada vegada que s'obre i es tanca un tub d'assaig, s'ha de passar la part superior pel Bunsen per tal d'esterilitzar-lo i canviar la pipeta en cada mostra.
- S'afegeixen en dues plaques Petri de cada dissolució uns 15 mL del PCA que està en el bany termostàtic.
- Es barreja amb molt de compte que no toqui el vidre de la tapa fent moviments circulars cap a la dreta i cap a l'esquerra a parts iguals.

- Es deixen solidificar les plaques i es giren al revés per deixar-les incubar durant 72 hores \pm 3 hores a 30 $^{\circ}$ C \pm 1 $^{\circ}$ C en una estufa de cultiu.

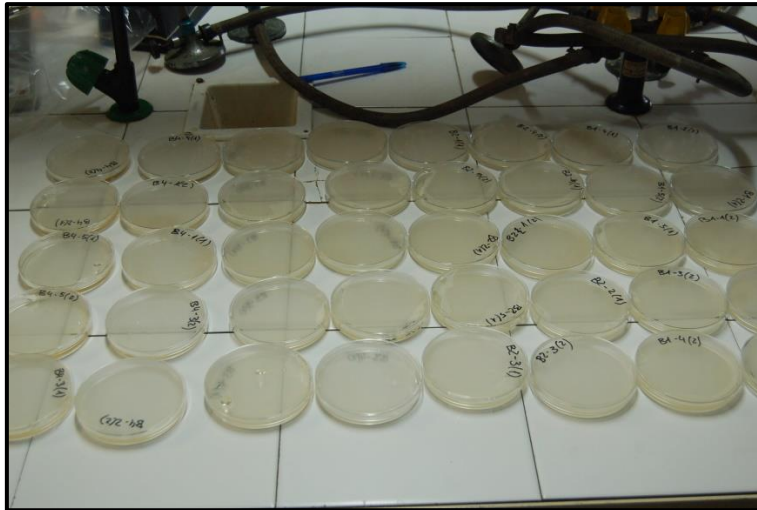


Figura 7-12. Mostres sembrades en les diferents càpsules Petri.
Font: Pròpia



Figura 7-13. Càpsules Petri sembrades dins l'estufa de cultiu.
Font: Pròpia

7.3.6.7. Procediment de recompte de les colònies

- Un cop passades les 72 hores, es fa el recompte de colònies. Es compta la parella de plaques Petri que continguin entre 15 i 300 colònies començant de la més concentrada a la més diluïda. Per tal de comptar-les, es marca cada colònia a la placa amb un retolador permanent.
- Com que van per duplicat, es fa la mitjana aritmètica del número de colònies de les dues plaques.
- Es multiplica el número de colònies per la inversa de la concentració de la dissolució.

$$UFC/mL = \frac{x_1 \text{ de la dissolució } 10^n + x_2 \text{ de la dissolució } 10^n}{2} \cdot 10^{-n}$$

on x_1 és la quantitat de colònies que hi ha en la placa Petri 1, on x_2 és la quantitat de colònies que hi ha en la placa Petri 2 i n és l'exponent de la dissolució.

- Es repeteix l'experiment dues vegades més al dia 7 i 13 d'emmagatzematge.

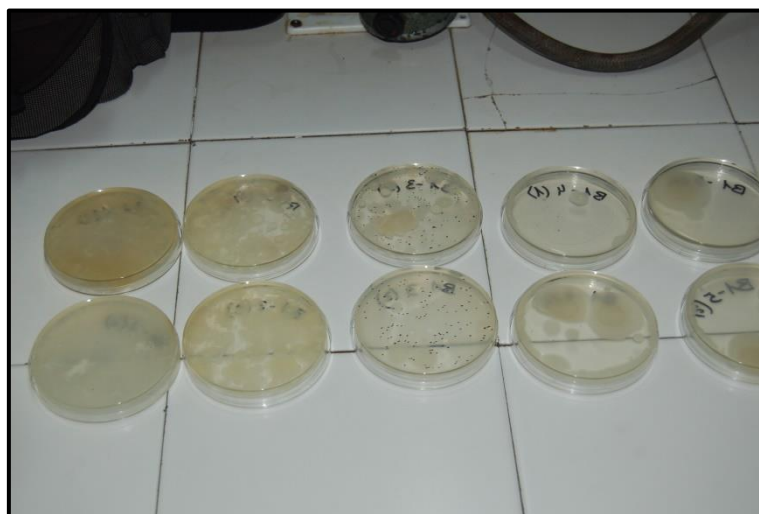


Figura 7-14. Mostra B1 amb les colònies de microorganismes marcades en la de concentració 1/1000.

Font: Pròpia

7.3.6.8. Realització de l'experiment del dia 0 d'emmagatzematge

Tots els processos explicats a continuació, s'han realitzat amb les màximes condicions d'esterilització possible:

- Tots els processos s'han realitzat al costat d'una flama del Bec Bunsen.
- Abans de ser utilitzats, tots els materials s'han rentat amb aigua i sabó, s'hi ha afegit un raig d'alcohol, s'han eixugat i finalment s'han escalfat sobre el Bec Bunsen.
- Sempre s'ha treballat amb guants de làtex.

Primer s'ha elaborat l'aigua de peptona tamponada. Com que a l'escola no es disposa d'un vas de precipitats amb una capacitat de 700 mL, s'han realitzat les dissolucions en dos vasos de precipitats (un de 500 mL i l'altre de 200 mL); per tant, s'ha calculat que en el de 500 mL d'aigua s'hi ha d'afegir 10 g de l'aigua de peptona tamponada i en el de 200 mL, s'hi ha d'afegir 4 g d'aigua de peptona tamponada. Després del procés d'esterilització a l'olla a pressió, s'ha refredat l'aigua de peptona amb l'ajuda d'aigua i gel perquè el procés sigui més ràpid.

Per altra banda, s'ha fet la barreja del PCA en dos vasos de precipitats de 500 mL i, per tant, a cada vas de precipitat, s'hi ha afegit 11,75 g de PCA deshidratat. Després del procés d'esterilització, s'ha observat que un Erlenmeyer s'havia trencat; tot i així, s'ha continuat el procés igualment: s'ha deixat refredar i s'ha posat en el bany termostàtic a l'espera de la seva utilització.

S'han fet totes les dilucions decimals seriades tal com ja s'ha explicat anteriorment i s'ha procedit a la sembra. Primer s'ha sembrat la mostra B1, s'ha tirat el PCA i s'ha deixat refredar mentre es feien les altres mostres. Un cop acabada la sembra de totes les mostres, s'ha procedit a col·locar-les en una estufa de cultiu prèviament regulada a 30 °C de temperatura. Abans, les mostres s'han girat. S'ha començat per la mostra B1, la B2, la B3 i quan ha arribat la B4 s'ha comprovat que encara no s'havia solidificat; és per això que s'ha hagut d'esperar durant un temps. Al veure que no canviava l'estat de la mostra, s'ha decidit que es col·locaria igualment dins l'estufa de cultiu però sense girar la mostra al revés i que al dia següent es comprovaria si s'havia

solidificat. Cal dir que era la mostra que s'hi havia posat el PCA de l'erlenmeyer trencat durant l'esterilització.

Al dia següent, la mostra no s'ha solidificat i es decideix deixar passar els tres dies igualment com les mostres que sí que s'han solidificat.

7.3.6.9. Realització de l'experiment del dia 7 d'emmagatzematge

La realització de l'experiment ha estat la mateixa que la del dia 0 d'emmagatzematge (veure apartat 7.3.6.8) amb l'avantatge que aquesta vegada, no s'ha trencat cap Erlenmeyer.

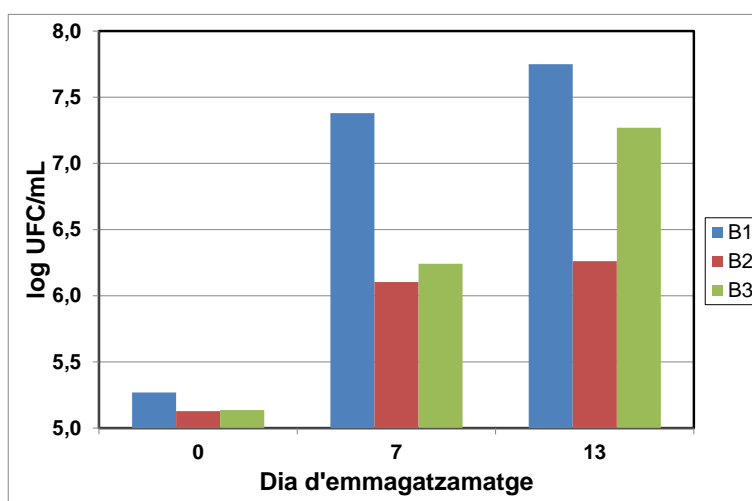
Un petit inconvenient ha estat que el PCA se solidificava molt ràpidament un cop tret del bany termostàtic sense permetre tirar-lo en totes les mostres de cop i que s'hagués d'escalfar constantment per tornar-lo líquid. Algun tros sòlid de PCA ha caigut en alguna càpsula Petri.

7.3.6.10. Realització de l'experiment del dia 13 d'emmagatzematge

S'ha realitzat l'experiment com el dia 0 d'emmagatzematge (veure apartat 7.3.6.8) i aquesta vegada, no hi ha hagut cap inconvenient.

7.3.6.11. Resultats

En el següent gràfic es pot veure l'evolució dels valors de UFC/mL amb el pas del temps d'emmagatzematge.



Gràfic 7-6. Valors obtinguts en l'anàlisi microbiològica.

Font: Pròpia

Les botifarres es van elaborar un dimarts al matí i dimarts a la tarda es va realitzar la sembra. Es pot observar com la mostra B1 ja té més UFC/mL que les altres mostres; en canvi, la B2 i la B3 estan més o menys igual.

Al dia 7, la mostra B1 ha crescut exponencialment en UFC/mL i en té gairebé el doble que la mostra B2 i la B3. S'observa que la B3 ja té més UFC/mL que la B2.

Al dia 13, la B2 s'ha mantingut gairebé igual que al dia 7, en canvi en la B3 han augmentat molt els valors de UFC/mL, però encara n'hi ha moltes més en la B1.

Per errors de procediment al laboratori, la mostra B4 no s'ha pogut analitzar degudament i és per això que no surten els resultats a la gràfica. Considerant que en l'anàlisi de l'olor i el sabor ja s'havia dit que un 0,4% d'oli essencial de mostassa era una proporció massa elevada per ser acceptada pel consumidor i per tant, s'havia desestimat aquesta mostra, es va decidir que tampoc era estrictament necessari repetir la seva anàlisi microbiològica.

7.3.6.12. Conclusions

- El preparat artificial és el millor antimicrobià.
- Quant a l'oli essencial de mostassa (amb un 0,2% de concentració), es pot afirmar que serveix com a antimicrobià dins un període d'una setmana.
- La dificultat de realització de l'anàlisi microbiològica no permet que es puguin realitzar mesures cada 48 hores igual que en les altres anàlisis. Això no permet realitzar una comparativa tan bona com m'agradaria amb les altres anàlisis ni tampoc saber quan apareix l'augment exponencial de microbis, ja que entre el dia 7 i el 13 d'emmagatzematge no s'han realitzat anàlisis. Si en l'anàlisi de pH (veure Gràfic 7-1) es veu que el preparat artificial i l'oli essencial de mostassa segueixen un mateix patró fins al dia 10, potser en l'anàlisi microbiològica també tindria uns resultats bastant semblants fins a aquest dia.

- Per fer aquests tipus d'anàlisis, cal treballar amb unes condicions d'esterilitat molt altes i és probable que en algun moment donat no hi hagin estat, cosa que pot alterar els resultats i que per tant no els fa fiables del tot.

8. CONCLUSIONS

8.1. Referents a la part teòrica

- Cada porc, depenent de l'edat, ha d'alimentar-se amb un tipus de pinso adequat fet d'ingredients i/o proporcions diferents. No és recomanable afegir petites dosis d'antibiòtic al pinso, quan els porcs encara són petits, amb l'objectiu d'evitar-los malalties infeccioses, ja que els bacteris es poden fer resistents als antibiòtics. En canvi, és apropiat acidificar una mica el pinso per tal que no s'hi puguin desenvolupar microorganismes.
- El mes següent de desmamar els garrins és un període crític, ja que si no es vol afegir antibiòtic al pinso, cal tenir al garrí en una nau amb l'ambient controlat perquè no agafi malalties.
- Pel què fa a la matança, és molt important que sigui un procés molt higiènic i, per aquest motiu, no es pot fer en la majoria de granges. Cal analitzar cada canal de porc per comprovar que no hi hagi contaminació de tipus fecal o bacteriana.
- Parlant en termes alimentaris, el porc és un animal molt bo, ja que s'aprofita tota la seva carn i cada part té un gust diferent.
- És important, durant el procés d'elaboració de les botifarres, fer tot el desenvolupament a baixa temperatura i realitzar el màxim de passos al buit, per així evitar la contaminació microbiana.
- Hi ha additius alimentaris de diferents tipus, cadascun amb unes característiques diferents. Per poder utilitzar un additiu, s'ha de seguir un reglament molt estricte. Sobretot, cal que l'additiu sigui innocu per al consumidor i legalment permès.
- L'oli essencial de mostassa és un molt bon antimicrobià gràcies a l'al·lil isotiocianat contra una gran varietat d'espècies microbianes, entre elles, la *Salmonella*, l'*E.coli*... Això fa pensar que pot ser un bon conservant per a les botifarres i que s'hauria d'estudiar el seu poder conservatiu.

8.2. Referents a la part pràctica

- La hidrodestil·lació no és un bon mètode d'extracció d'oli essencial de mostassa, ja que aquesta té un baix percentatge de components volàtils que són els que s'arrosseguen amb el vapor. Això es demostra al primer i al segon intent d'extracció d'oli essencial de mostassa mitjançant el mètode Clevenger d'hidrodestil·lació. En el primer mètode, a més, es va poder comprovar que no és adequat utilitzar una gran massa de mostassa ja que fins que l'aigua no comença a bullir, ha de passar molta estona, essent suficient per cremar la mostassa que està al fons. En el segon intent, s'ha vist que tampoc és una bona solució realitzar l'extracció amb una baixa quantitat de mostassa, ja que com que aquesta no té un alt percentatge de components volàtils, no se n'extreu el seu oli essencial.
- El mètode Soxhlet és un bon mètode per a l'extracció d'oli de mostassa. Però no és un bon mètode per a l'extracció d'oli essencial de mostassa si el material de laboratori disponible no permet treballar amb grans quantitats de mostassa, ja que després d'intentar extreure oli essencial amb l'hidrodestil·lador, la quantitat que queda d'oli essencial és molt baixa i impossible d'extreure un cop separada de l'aigua per decantació.
- Per a realitzar les diferents anàlisis de les botifarres amb oli essencial de mostassa, s'ha de comprar aquest oli a una empresa especialitzada per tal de poder-lo afegir a les botifarres i continuar amb la part d'anàlisi. S'ha analitzat botifarra sense conservants (mostra B1), amb un preparat artificial (mostra B2), amb un 0,2% d'oli essencial de mostassa (mostra B3) i amb un 0,4% d'oli essencial de mostassa (mostra B4).
- Els resultats de pH indiquen que la mostra sense conservants es fa malbé al dia 4 d'emmagatzematge ja que es detecta un increment del pH. Per contra, les mostres amb preparat artificial i amb oli essencial de mostassa (mostres B2, B3, B4) tenen un temps de conservació superior i igual entre elles, pel fet que el pH disminueix fins al dia 8, i al 10 ja ha augmentat. A partir d'aquests resultats, es podria dir que l'oli essencial de mostassa és tan bon conservant com el preparat artificial.
- Els resultats de la Capacitat de Retenció de l'Aigua (CRA) estan relacionats amb la textura, tendresa i color de la carn crua i, per tant, són importants per

a l'acceptació del producte per part del consumidor, ja que quanta més aigua alliberi la botifarra, menys atractiu serà. La mostra amb preparat artificial (B2) és la que allibera més aigua, en gran part perquè el preparat que s'hi afegeix és una dissolució aquosa.

- El color vermellós de la carn és un dels aspectes més apreciats al nostre país, cosa que fa que la botifarra B2 sigui la més atractiva, ja que el preparat que s'hi afegeix conté colorant vermell.
- El segon dia d'emmagatzematge és el que totes les mostres de botifarra tenen un to vermellós més elevat i més brillant per la reacció de la mioglobina amb l'oxigen creant oximioglobina. A partir d'aquí, l'oximioglobina reacciona una altra vegada amb l'oxigen creant la metamioglobina que dona el color més marronós a la carn que no és tan acceptat al nostre país, però sí a d'altres.
- Observant visualment l'aspecte de les botifarres, en la mostra sense conservants (B1) apareixen fongs ràpidament i, en la mostra amb preparat artificial (B2) també n'apareixen cap al final dels dies d'anàlisi; en canvi, no se n'observen en les mostres amb oli essencial de mostassa (B3 i B4). Segons aquests resultats, es podria dir que l'oli essencial de mostassa és millor antifúngic que el preparat artificial.
- Basant-nos en l'olor de les botifarres al llarg dels dies d'anàlisi, la mostra sense conservants (B1) és la que es fa malbé més ràpidament. Més tard, és la mostra amb preparat artificial (B2), la que per la seva mala olor sembla que s'ha fet malbé. Pel que fa a les mostres amb oli essencial de mostassa, l'olor des del primer dia és molt forta; en canvi amb el pas dels dies aquesta fortor va disminuint i no es pot percebre l'olor anormal que associem al deteriorament.
- L'olor de l'oli essencial de mostassa en les botifarres és una olor no gaire acceptada a la nostra cultura i per tant, costaria molt comercialitzar botifarres amb aquest conservant. En països orientals, es comercialitzaria ja que estan més acostumats a aquesta olor.
- Quant al sabor, l'oli essencial de mostassa dona un sabor estrany al que nosaltres no estem habituats i tal com passa amb l'olor, costaria molt comercialitzar aquí aquest tipus de botifarres.

- En l'anàlisi microbiològica, es pot comprovar que l'oli essencial de mostassa és un bon conservant, ja que fins al dia 8, hi ha més o menys les mateixes UFC/mL tant en la mostra amb preparat artificial com en la mostra amb oli essencial de mostassa i en molta menys quantitat que la mostra sense conservants. No és tan bon conservant a llarga durada, però no és un gran problema, ja que la gent no acostuma a guardar més d'una setmana una botifarra després d'haver-la comprat.
- El procediment de l'anàlisi microbiològica en la mostra B4 va donar molts problemes però com que una concentració del 0,4% d'oli essencial de mostassa és massa elevada en aspectes d'olor i sabor, ja no era important tenir o no resultats.

8.3. Treball futur

- L'experimentació d'aquest treball s'ha fet amb unes botifarres elaborades a partir de carn de molta qualitat. En un treball futur, es podria analitzar si hi ha diferent efecte depenent de la qualitat de la carn que s'utilitza per fer les botifarres, ja que és previsible que com més baixa sigui la qualitat de la carn, menys temps es conservaran les botifarres.
- El problema d'utilitzar l'oli essencial de mostassa com a conservant de les botifarres és la seva olor i sabor pungent. S'hauria de provar si la mostassa desactivada podria servir com a conservant de les botifarres. La desactivació de la mostassa consisteix en exposar-la a condicions de calor i humitat controlades per així poder eliminar el sabor pungent.
- Si se solucionés el problema del fort sabor de l'oli essencial de mostassa, s'hauria de provar l'efecte d'aquest amb altres productes càrnics.
- S'hauria de temptar si altres olis essencials també tenen unes bones propietats de conservació, així com un gust més familiar per a la nostra cultura.

9. BIBLIOGRAFIA

- Acero, S., Tabar, A. I., Alvarez, M. J., Garcia, B. E., Olaguibe, J. M., & Moneo, I. (1998). Occupational asthma and food allergy due to carmine. *Allergy*, 53(9), 897–901. <http://doi.org/10.1111/j.1398-9995.1998.tb03998.x>
- Aditivos, conservantes y colorantes. ¿Qué son, qué peligros entrañan?* (2000). Barcelona: Vital.
- AECOSAN. Reevaluación de los aditivos del grupo anhídrido sulfuroso y sulfitos por la Autoridad Europea De Seguridad Alimentaria (EFSA) (2016). Subdirección General de Promoción de la Seguridad Alimentaria.
- Astudillo, S. R. (2014). *Utilización de aceites esenciales naturales como conservantes en la elaboración de salchichas de pollo*. Universidad Politécnica Salesiana - Ecuador.
- Ávila, I. (2016). Los sulfitos como conservantes y su control en los alimentos: ¿Beneficio o riesgo para la salud? *Madrid Salud*.
- Ayurvedic Oils. (n.d.). Health Benefits of Mustard essential oil. Retrieved September 16, 2017, from <http://ayurvedicoils.com/tag/health-benefits-of-mustard-essential-oil>
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Boronkay, G. (2007). Colour Conversion Centre.
- Bouton, P. E., & Harris, P. V. (1972). A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. *Journal of Food Science*, 37(2), 218–221. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb05820.x>
- Brusick, D. J., Jagannath, D. R., Galloway, S. M., & Nestmann, E. R. (1992). Genotoxicity hazard assessment of Caramel Colours III and IV. *Food and Chemical Toxicology*, 30(5), 403–410. [http://doi.org/10.1016/0278-6915\(92\)90067-U](http://doi.org/10.1016/0278-6915(92)90067-U)
- Carrillo, L., & Audisio, C. (2007). *Carnes rojas. Manual de Microbiología de los*

Alimentos.

Castells, P., Riba, N., & Andreu, F. (2013). *Química. Batxillerat 2*. Madrid: Mc Graw-Hill.

Chung, K., Baker, J. R., Baldwin, J. L., & Chou, A. (2001). Identification of carmine allergens among three carmine allergy patients. *Allergy*, *56*(1), 73–77. <http://doi.org/10.1034/j.1398-9995.2001.00693.x>

Coma, J., Piquer, J., & Grupo Vall Companys. (1999). Calidad de carne en porcino: Efecto de la nutrición. In *XV Curso de Especialización, Avances en Nutrición y Alimentación Animal*. (p. 22).

Cubero, N., Monferrer, A., & Villalta, J. (2002). *Aditivos alimentarios*. Madrid: A. Madrid Vicente.

David, J. R. D., Ekanayake, A., Singh, I., Farina, B., & Meyer, M. (2013). Effect of white mustard essential oil on inoculated Salmonella sp. in a sauce with particulates. *Journal of Food Protection*, *76*(4), 580–7. <http://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-375>

Graumann, G. H., & Holley, R. A. (2008). Inhibition of Escherichia coli O157:H7 in Ripening Dry Fermented Sausage by Ground Yellow Mustard. *Journal of Food Protection*, *71*(3), 486–493.

Hebbel, H. S. (1980). *Las Especies (Condimentos vegetales)*. Fundación Chile.

Hill, B., Roger, T., & Vorhagen, F. W. (1997). Comparative analysis of the quantization of color spaces on the basis of the CIELAB color-difference formula. *ACM Transactions on Graphics*, *16*(2), 109–154. <http://doi.org/10.1145/248210.248212>

Houben, G. F., Abma, P. M. H., van den Berg, H., van Dokkum, W., van Loveren, H., Penninks, A. H., ... Ockhuizen, T. (1992). Effects of the colour additive Caramel Colour III on the immune system: A study with human volunteers. *Food and Chemical Toxicology*, *30*(9), 749–757. [http://doi.org/10.1016/0278-6915\(92\)90076-W](http://doi.org/10.1016/0278-6915(92)90076-W)

Houben, G. F., & Penninks, A. H. (1994). Immunotoxicity of the colour additive

Caramel Colour III; A review on complicated issues in the safety evaluation of a food additive. *Toxicology*, 91(3), 289–302. [http://doi.org/10.1016/0300-483X\(94\)90016-7](http://doi.org/10.1016/0300-483X(94)90016-7)

Hulankova, R., Borilova, G., & Steinhäuserova, I. (2013). Combined antimicrobial effect of oregano essential oil and caprylic acid in minced beef. *Meat Science*, 95(2), 190–194. <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.003>

Institut d'Estudis Catalans. (2007). Institut d'Estudis Catalans - Diec2. Retrieved July 9, 2017, from <http://dlc.iec.cat/>

Lanari, M. C., Schaefer, D. M., & Scheller, K. K. (1995). Dietary Vitamin E Supplementation and Discoloration of Pork Bone and Muscle Following Modified Atmosphere Packaging. *Meat Science*, 41(3), 237–250.

Lester, M. R. (1995). Sulfite sensitivity: significance in human health. *Journal of the American College of Nutrition*, 14(3), 229–232. <http://doi.org/10.1080/07315724.1995.10718500>

Liu, Q., Scheller, K. K., Arp, S. C., Schaefer, D. M., & Frigg, M. (1996). Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability. *Journal of Animal Science*, 74(1), 106. <http://doi.org/10.2527/1996.741106x>

Mack-Junqueira, O. (2009). Carne de cerdo: factores determinantes de su calidad. Retrieved August 17, 2017, from <http://www.wattagnet.com/articles/3558-carne-de-cerdo-factores-determinantes-de-su-calidad>

Mejía-Garibay, B., López-Malo, A., & Guerrero-Beltran, J. . (2011). Mostaza: Características químicas, botánicas y sus aplicaciones en el área de alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. Fundación Universitaria de Las Américas Puebla*, 1(1), 32–40.

Nadarajah, D., Han, J. H., & Holley, R. A. (2005). Use of mustard flour to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. *International Journal of Food Microbiology*, 99(3), 257–267.

<http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.08.018>

Nielsen, P. V, & Rios, R. (2000). Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil. In *International Journal of Food Microbiology* (Vol. 60, pp. 219–229). [http://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00343-3](http://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00343-3)

O'Sullivan, M. G., Byrne, D. V, Martens, H., Gidskehaug, L. H., Andersen, H. J., & Martens, M. (2003). Evaluation of pork colour: Prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Science*, 65(2), 909–918. [http://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00298-X](http://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00298-X)

Organic Facts. (n.d.). Beneficios de salud del aceite esencial de Mostaza. Retrieved July 16, 2017, from <https://www.organicfacts.net/beneficios-de-salud/acites-esenciales/beneficios-de-salud-del-aceite-esencial-de-mostaza.html?lang=es>

Pérez, M. de L., & Ponce, E. (2013). *Tecnología de Carnes. Manual de prácticas de laboratorio*. Iztapalapa (México): Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Peter, K. V. (2004). *Handbook of herbs and spices. Volume 2*. CRC Press.

Pulido-Moran, M., Moreno-Fernandez, J., Ramirez-Tortosa, C., & Ramirez-Tortosa, Mc. (2016). Curcumin and Health. *Molecules*, 21(3), 264. <http://doi.org/10.3390/molecules21030264>

Raghavan, S. (2007). *Handbook of spices, seasonings, and flavorings*. CRC Press/Taylor & Francis.

Reglero, G. (2006). *Conservación de los alimentos*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. S.G. de Información y Publicaciones.

Shofran, B. G., Purrington, S. T., Breidt, F., & Fleming, H. P. (1998). Antimicrobial Properties of Sinigrin and its Hydrolysis Products. *Journal of Food Science*, 63(4), 1996–1999. <http://doi.org/10.1111/j.1365->

2621.1998.tb15798.x

TERMCAT, C. de T. (2012). TERMCAT. – Lèxic d'additius alimentaris. Retrieved July 12, 2017, from http://www.termcat.cat/es/Diccionaris_En_Linia/135/

Thomas, T. (n.d.). Usos del aceite de mostaza | Muy Fitness. Retrieved September 17, 2017, from https://muyfitness.com/usos-del-aceite-tip_23166/

Tsai, T. C., & Ockerman, H. W. (1981). Water Binding Measurement of Meat. *Journal of Food Science*, 46(3), 697–701. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb15328.x>

Turgis, M., Borsa, J., Millette, M., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2008). Effect of selected plant essential oils or their constituents and modified atmosphere packaging on the radiosensitivity of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi* in ground beef. *J Food Prot*, 71(3), 516–521.

Turgis, M., Han, J., Caillet, S., & Lacroix, M. (2009). Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi*. *Food Control*, 20(12), 1073–1079. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.02.001>

Unión Europea. Reglamento (CE) N° 853/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal, Diario Oficial de la Unión Europea 151 (2004). Diario Oficial de la Unión Europea.

Unión Europea. Reglamento (CE) N° 1441/2007 de la comisión de 5 de diciembre de 2007 que modifica el Reglamento (CE) N° 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios (2007).

Unión Europea. Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre aditivos alimentarios, Legalimentaria 258 (2008). Diario Oficial de la Unión Europea.

Unión Europea. Reglamento (UE) N° 1129/2011 de la Comisión de 11 de noviembre de 2011 por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión, Diario Oficial de la Unión Europea 177 (2011). Diario oficial de la Unión Europea.

Unión Europea. Reglamento (UE) N° 601/2014 de la Comisión de 4 de junio de 2014 por el que se modifica el anexo II del Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a las categorías de carnes y a la utilización de aditivos alimenta, Diario Oficial de la Unión Europea 11 (2014). Diario Oficial de la Unión Europea.

Vally, H., & Misso, N. La. (2012). Adverse reactions to the sulphite additives. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*, 5(1), 16–23.

Vázquez, M. M. (2007). Fundamentos de la determinación de parámetros cinéticos para microorganismos de interés en tratamiento térmico de alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 1, 1–14.

Zamora-Ramos, C. (2002). Historia de la mostaza. Retrieved August 2, 2017, from <http://www.historiacocina.com/historia/articulos/mostaza.htm>

Zanardi, P. (2013). Trucos para triunfar con una barbacoa: Puntos de cocinado de la carne. Retrieved August 20, 2017, from <http://www.todochimeneas.com/blog/consejos/puntos-de-cocinado-de-la-carne/>

9.1. Font de les fotos d'internet

Figura 5-1. Camp de mostassa florit a Dijon

<http://gourmandin.es/img/cms/Mostaza%20de%20Dijon/campo%20de%20flores.jpg>

Figura 5-2. Llavors dels diferents tipus de mostassa.

<http://www.meghacorporation.com/images/slider-03.jpg>

Figura 5-3. Brassica Alba.

[http://www.eljardinensupuerta.es/ekmps/shops/amusarro/images/mostaza-blanca-brassica-alba-sinapis-alba-100-semillas-spg-\[5\]-20534-p.png](http://www.eljardinensupuerta.es/ekmps/shops/amusarro/images/mostaza-blanca-brassica-alba-sinapis-alba-100-semillas-spg-[5]-20534-p.png)

[http://www.eljardinensupuerta.es/ekmps/shops/amusarro/images/mostaza-blanca-brassica-alba-sinapis-alba-100-semillas-spg-\[4\]-20534-p.png](http://www.eljardinensupuerta.es/ekmps/shops/amusarro/images/mostaza-blanca-brassica-alba-sinapis-alba-100-semillas-spg-[4]-20534-p.png)

Figura 5-4. Brassica Juncea.

<http://www.gardensonline.com.au/Uploads/Plant/2651/Brassica-Juncea.jpg>

Figura 5-5. Brassica nigra.

[http://www.maltawildplants.com/CRUC/Pics/BRSNG/Brassica_nigra_\[IMG_2581\].jpg](http://www.maltawildplants.com/CRUC/Pics/BRSNG/Brassica_nigra_[IMG_2581].jpg)

Figura 5-6. Preparat de mostassa.

<http://static.vix.com/es/sites/default/files/imj/otramedicina/U/Uso-de-la-mostaza-en-la-belleza-1.jpg>

Figura 5-7. Oli de mostassa.

<http://us.images.detik.com/content/2012/09/27/900/sesameoilcontent.jpg>

Figura 5-8. Fórmula química de l'al·lil isotiocianat.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Allyl-isothiocyanate-2D-skeletal.png>

Figura 5-9. Oli essencial de mostassa.

<https://www.organicfacts.net/wp-content/uploads/2013/07/mustardoil1.jpg>

Figura 6-6. Esquema d'un sistema d'extracció Soxhlet.

<http://ctborracha.com/wp-content/uploads/2014/10/Fig5-Soxhlet->

Extractor_MC.png

Figura 7-6. Coordenades que mostren els colors en el sistema RGB.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d6/RGB_color_cube.svg/2000px-RGB_color_cube.svg.png

Figura 7-7. Colors en el sistema CIE 1976 L*a*b*.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c8/CIELAB_hue_angle.svg/2000px-CIELAB_hue_angle.svg.png