

LA FABRICACIÓ INDUSTRIAL DEL FORMATGE.

La transformació de la llet en formatge consta fonamentalment de dos processos: l'obtenció del mató i la seva maduració.

En la fabricació industrial, fonamentalment degut als tractaments tèrmics que tenen com a finalitat higienitzar la llet, el procés segueix els següents passos:

- 1.- Preparació de la llet
- 2.- Addició de ferments
- 3.- Coagulació
- 4.- Extracció del xerigot
- 5.- Salament
- 6.- Maduració

ETAPES DE LA FABRICACIÓ DEL FORMATGE

1. Preparació de la llet

Abans d'iniciar la fabricació del formatge cal sotmetre la llet a una sèrie de tractaments que obtindran un producte homogeni i amb uns paràmetres òptims per a l'obtenció del formatge que es vulgui fabricar.

Entre aquests tractaments trobem:

- Filtrat
- Clarificació
- Desnatat o afegit de nata per a dur la llet a un contingut de greix òptim.
- Homogeneïtzació dels glòbuls de greix en el sí de la llet.
- Pasteurització, generalment pasteurització HTST (72°C / 15 seg), tot i que existeixen fàbriques artesanals que pasteuritzen la llet i en tal cas acostumen a emprar la pasteurització en tanc (63°C / 30 min).

La pasteurització destrueix els microorganismes perjudicials (patògens causants de malalties, productors de defectes com ara algunes inflors dels formatges, etc.) però alhora destrueix la flora beneficiosa, fonamentalment

bacteris làctics i alguns enzims que juguem un paper important en la maduració de formatges elaborats a partir de la llet crua.

El nombre de bacteris presents a la llet abans del tractament tèrmic dependrà de l'eficàcia de las mesures higièniques preses a las granges, així com de l'augment que hagin experimentat durant el seu transport i emmagatzemament.

Després d'un tractament tèrmic eficaç el nombre de microorganismes haurà d'estar entre un 92-99 per 100.

2. Addició de ferments

Els processos de fermentació en els formatges elaborats amb llet crua depenen de la contaminació natural de la llet amb bacteris làctics. En els formatges de llet pasteuritzada cal inocular bacteris làctics seleccionats, de característiques conegudes.

La funció principal d'aquests bacteris és la producció d'àcid làctic per mitjà de la fermentació de la lactosa. L'àcid làctic promou la formació i l'extracció del xerigot del mató, evita el creixement en aquest de microorganismes patògens perquè disminueix el pH a uns valors de 5,0-5,2 i li dona un sabor àcid. A més a més aquests bacteris donen lloc a substàncies responsables de l'aroma i contribueixen a la maduració mitjançant la proteolisi (ruptura de las proteïnes) i la lipolisi (ruptura dels greixos).

Aquests bacteris làctics afegits s'anomenen ferments.

Per a varietats particulars de formatge poden inocular-se altre tipus de microorganismes, com ara:

- fongs: en formatges madurs superficialment (*Penicillium camemberti*) i en els de pasta blava (*Penicillium roqueforti*)
- bacteris propiònics: productors de l'àcid propiònic i CO₂ responsable de la formació dels ulls en formatges com el Gruyère.



3. Coagulació

Consisteix en una sèrie de modificacions físico - químiques de la caseïna (proteïna de la llet), que condueixen a la formació d'un coàgul.

Te lloc per l'acció conjunta de l'acidificació pels bacteris làctics (coagulació làctica) i de l'activitat del quall (coagulació enzimàtica).

La coagulació làctica o àcida la realitzen els bacteris làctics presents en la llet crua o procedents del ferment que transformen la lactosa en àcid làctic, la qual cosa produeix l'alteració de la caseïna fins a formar un coàgul.

La coagulació enzimàtica es produeix al afegir quall a la llet. Al llarg dels segles s'ha emprat en formatgeria quall animal, és a dir, l'enzim renina extreta del quart estómac dels remugadors lactants. Actualment es troben al mercat altres enzims coagulants, tant d'origen animal (pepsines bovines i porcina), com d'origen microbià (proteasses fúngiques, etc.) o vegetal (flors de *Cynara cardunculus*, etc.). El quall és un enzim proteolític que actua desestabilitzant la caseïna, la qual cosa origina la formació d'un coàgul que engloba el xerigot i els glòbuls de greix al seu interior.

Així mateix, la seva activitat proteolítica condueix a la formació de compostos que utilitzaran els bacteris del ferment per a multiplicar-se. L'addició del quall a la llet és un punt de considerable importància en la fabricació de formatge. En els formatges frescos, de coagulació fonamentalment làctica, s'utilitzen petites quantitats de quall a temperatures baixes (15-20°C). La llet haurà de contenir els ferments làctics necessaris per assegurar l'acidificació. En els formatges de coagulació fonamentalment enzimàtica (p.ex. Gruyere) s'afegeixen quantitats de quall molt superiors i es coagula a temperatura més elevada (30-35°C). Finalment, en els formatges de coagulació mixta (p.ex. Camembert) s'utilitza una quantitat de quall considerable a una temperatura que permeti el desenvolupament òptim dels ferments làctics (28-32°C) i que al mateix temps garanteixi al quall unes condicions d'acció força favorables. La fermesa del coàgul i la textura del mató format dependrà, fonamentalment, de la quantitat de quall emprat, de la temperatura (velocitat de coagulació màxima a 40-42°C) i de l'acidesa de la llet.



4. Extracció del xerigot

Consisteix en la separació del xerigot que impregna el quall. Així s'obté la part sòlida que constitueix el mató. Per a permetre la sortida del xerigot retingut en el quall cal recórrer a accions de tipus mecànic com ara el tallat i el remogut, amb l'escalfament i l'acidificació.

4.1. Tallat

Consisteix a dividir el quall en porcions per a augmentar la superfície de l'extracció del xerigot, i alhora afavorir l'evacuació del xerigot. Segons el tipus de formatge el tallat és més o menys intens des d'un simple tallat en els formatges de pasta tova fins a un tall en petits cubs en els de pasta més dura. El tallat del mató s'efectua utilitzant uns instruments anomenats lires, de les quals hi existeixen diversos models manuals i mecànics. Aquestes darreres van unides als tancs de l'elaboració del formatge quan aquests són de volum considerable.

El tallat del mató ha de fer-se lentament per a no desfer el quall.

4.2. Remogut

Té per objecte accelerar el l'extracció del xerigot i impedir l'adherència dels grans, així com possibilitar un escalfament uniforme. Es realitza amb ajut de remenadors, que, igual que las lires poden ser manuals o mecànics.

4.3. Escalfament

L'elevació de la temperatura permet disminuir el grau d'hidratació del grans del mató afavorint la seva contracció. La pujada de temperatura ha de ser lenta i progressiva, perquè si es produeix de forma brusca s'observa la formació a la superfície del grans d'una crosta impermeable que deté l'extracció del xerigot. Les temperatures d'escalfament baixes conduiran a matons amb major contingut d'humitat i, per tant, amb més lactosa, que serà utilitzada pels bacteris làctics per produir àcid en les primeres fases del període de maduració. Les temperatures altes de cocció condueixen a un mató sec i dur, adequat per a una maduració lenta i prolongada. Així, per exemple, en formatges tipus Gruyère el mató es sotmet a temperatures de 52-55°C.

4.4. Acció de l'acidificació

El tallat, el remogut i fins i tot l'escalfament per ells sols, no permeten en la pràctica l'obtenció d'un mató adequat a partir d'un quall. Cal la intervenció d'un procés biològic, l'acidificació. Els bacteris làctics romanen, majoritàriament, retingudes en els grans de quall. El seu creixement i, per tant, la seva activitat acidificant, afavoreix la expulsió d'humitat del mató. L'acidificació influeix de forma determinant en la composició química i en les característiques físiques del mató.

La fase final del l'extracció del xerigot en nombrosos procediments de fabricació consisteix en la realització d'altres dues operacions que, més a més de completar l'extracció del xerigot, li donen al formatge la seva forma definitiva. Aquestes operacions son:

- La col·locació del mató en motlles, la forma i el volum dels quals varia amb cada tipus de formatges.



- El premsat, que s'efectua en premses de formatgeria, amb les quals s'exerceix sobre el mató una determinada pressió que pot augmentar progressivament al llarg del curs de la operació. Les condicions del premsat són diferents per cada tipus de formatge, variant la pressió que cal aplicar i la durada de l'operació.



5. Salament

És una operació que s'efectua en tots els formatges a fi i efecte de regular el desenvolupament microbià, tant suprimint bacteris indesitjables com controlant el creixement dels agents de la maduració. El salat contribueix també a la pèrdua de xerigot que continua durant l'assecat i millora el sabor del formatge.

Pot realitzar-se en sec o per immersió en un bany de salmorra. En el primer cas el més freqüent és estendre sal sobre la superfície del formatge, o bé incorporar-la directament al mató barrejant-la amb aquest. El salat en salmorra s'utilitza en la fabricació de nombrosos formatges i es la forma més estesa de salat al nostre país. Els formatges es mantenen submergits en un bany de salmorra durant un període variable (de sis a setanta-dos hores en algun tipus) donant-los la volta periòdicament.



6. Maduració

És la darrera fase de la fabricació del formatge. El mató, abans d'iniciar-se la maduració, presenta una capacitat, volum i forma ja determinades.

Acostuma a ser àcida per raó de la presència d'àcid làctic. En el cas dels formatges frescos la fabricació s'interromp en aquesta fase. Els altres tipus de formatges pateixen una maduració més o menys pronunciada, que és un fenomen complex.

La maduració comprèn una sèrie de canvis de les propietats físiques i químiques que donen al formatge el seu aspecte, textura i consistència així com la seva aroma i sabor característics.

El període de maduració pot comprendre des d'una o dues setmanes fins a més d'un any. Els formatges tous, amb un alt contingut d'aigua, pateixen períodes curts de maduració.

Les condicions físiques i químiques influiran sobre l'activitat microbiana i enzimàtica, de la que depèn essencialment la maduració del formatge.



Els factors més importants que actuen en la maduració son:

- + Airejat. L'oxigen condiciona el desenvolupament de la flora microbiana aeròbia i anaeròbia. L'airejat assegurarà les necessitats d'oxigen de la flora superficial dels formatges (fongs)
- + Humitat. Afavoreix el desenvolupament microbià. Els matons amb major contingut d'humitat maduren ràpidament mentre que en els més secs el període de maduració es perllonga considerablement.
- + Temperatura. Regula el desenvolupament microbià i l'activitat dels enzims. La temperatura òptima per al desenvolupament de la flora superficial del formatge és de 20-25°C. En la pràctica industrial, la maduració s'efectua a temperatures molt inferiors a les òptimes, generalment compreses entre 4 i 20°C, segons les varietats.
- + Contingut en sal. Regula l'activitat de l'aigua i per tant la flora microbiana del formatge. El contingut en clorur sòdic dels formatges és generalment d'un 2-2,5 %,

Bàsicament, poden distingir-se dos sistemes de maduració del formatge:

- **Els formatges durs** maduren en condicions que evitin el creixement superficial de microorganismes i minvin l'activitat del microorganismes i enzims de l'interior. La maduració ha de ser un procés lent i uniforme en tota la massa del formatge, no veient-se afectat pel volum.



- Els formatges tous es mantenen en condicions que afavoreixin el creixement de microorganismes en la seva superfície, tant fongs (*Penicillium camemberti* en formatge Camembert) com bacteris (*Brevibacterium linens* en formatge Limburger).

