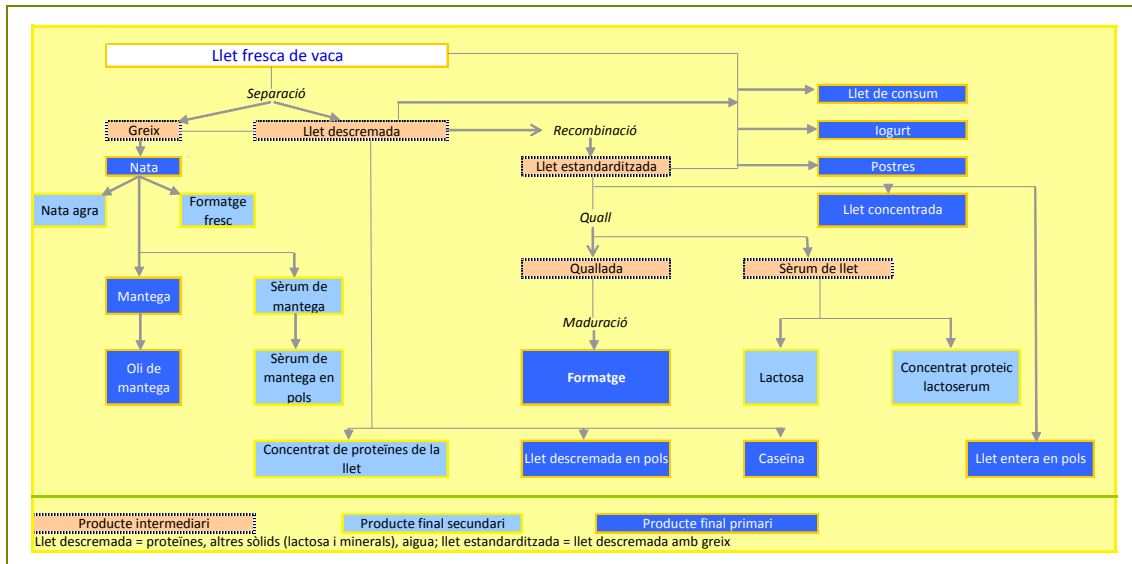


La llet i els productes lactis

De la llet se'n treuen productes primaris o principals i productes secundaris, i entremig hi ha els productes intermediaris. En següent esquema hi podem veure un resum dels processos que porten a aquests productes.



Productes principals i descripció

Llet de consum (entera, semi, desnatada)

Pasteuritzades (temps de conservació aproximat 7 dies a 4°C)

- A temperatura 72-76°C durant 15-20 segons (l'enzim peroxidasa queda preservat)
- A temperatura $\geq 80^\circ\text{C}$ durant 15-20 segons (sistema emprat per elaborar productes fermentats i nata)

Uperitzades (les preformes de botelles es converteixen en botelles dins del procediment)

- Sistema directa (s'injecta vapor esterilitzat, a una temperatura de 147°C durant 2,4 segons, directament al producte, s'extreu el vapor)
- Sistema indirecta (la llet no entra en contacte amb el vapor. La llet s'esterilitza mitjançant un sistema de plaques, elevant la temperatura de la llet de manera menys homogènia que en el sistema directe)

Esterilitzades

Escalfament a alta temperatura 135-150°C durant 2-5 segons. UHT (temps de conservació 90 dies)

Dues fases: temperatura 130-140°C durant uns segons, refredament, condicionament i nova esterilització a 110-120°C durant 10-20 minuts (temps de conservació fins a més de 5 mesos)

Altres tipus

- Funcionals o preparats amb base làctia (llet enriquida amb calci i/o fibres, llet digestiva, omega 3 amb efectes a nivell cardiovascular o fins i tot, llets

energia i creixement). Llets infantils, de règim, medicamentoses, vitaminades, etc.

- Aromatitzades (amb cacau, vainilla, maduixes, etc.)
- Concentrada¹ no ensucrada (pasteurització a alta temperatura, concentració – ebullició al buit parcial als evaporadors –, homogeneïtzació, refredament, distribuïda en pots esterilitzats per autoclau a 115°C durant 20 minuts. Conservació de llarga durada
- Concentrada ensucrada (pasteurització a alta temperatura, adició de xarop de sucre esterilitzat amb el 70% de sacarosa, concentració al 50%, refredament, distribuïda en pots o en tubs esterilitzats. Conservació de llarga durada
- Llet en pols² (dessecació). Llarga durada de conservació. Després es reconstitueix i el resultat són: llet líquida de consum, llet fermentada i formatges. Tipus: llet entera, parcialment descremada, descremada.
- Reconstituïció de llet en pols: mesclar aigua i llet en pols descremada, o de llet no descremada. Temperatura de 35 a 45°C, batre durant 20-30 minuts, i després mantenir la mescla a 5-10°C durant 5 a 12 hores. No ha d'entrar aire. Després es pasteuritza.
- Recombinació de llet en pols: afegir a l'aigua i a la llet en pols matèria grassa anhidra.
- Tant la reconstituïda com la recombinada es poden mesclar amb llet fresca. Són procediments molt emprats a països poc lleterers, i es preparen llet de consum, fermentada, formatge, nata o altres.

Llet fermentada (multiplicació de bacteries làctiques en un preparat de llet³, i, eventualment llevats; l'àcid làctic format coagula la llet, li dona sabor àcid; les característiques del producte coagulat depenen de la composició de la llet, de la temperatura d'incubació, de la flora làctica o flora microbiana no làctica, lloc d'elaboració, productes afegits – llet en pols, concentrats proteics, caseïna o caseïnats). La llet fermentada es diferencia del formatge fresc en que no hi ha drenatge o degoteig del gel o coàgul.

Iogurt (bacteries làctiques específiques associades *Streptococcus salivarius*, subespècie *thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii*, subespècie *bulgaricus*, llet estandarditzada, homogeneïtzada, pasteuritzada i refredada, incubació 42-45°C durant 2-12 hores, refredament 1-10°C)

L'acidificació permet la conservació de la llet. S'ha demostrat que la flora del iogurt és capaç de sobreviure en el seu pas per l'intestí però no d'implantar-s'hi. La fermentació làctica de la llet provoca l'hidròlisi de la lactosa (una molècula de galactosa i dues d'àcid làctic. Després de 3 hores a 45°C les bacteries transformen la llet en iogurt, el qual conté 1% d'àcid làctic en les dues formes L(+) i D(-). L(+) es metabolitza més ràpidament que la D(-). La producció d'àcid làctic abaixa el pH, al voltant de 4,6, i permet quallar la llet. El nadó no pot metabolitzar D(-) i

¹ Evaporació tèrmica al buit; és una transferència de matèria (aigua de la llet passa a vapor, deixant un líquid residual) i de calor (escalfament llet, refredament després de la concentració, calor latent per a l'evaporació i la condensació de l'aigua). La concentració es fa per ebullició en els evaporadors, sota buit parcial, que fa disminuir la temperatura d'ebullició. Són mecanismes que funcionen en continu. L'osmosi inversa es pot utilitzar per una preconcentració.

² Depuració, estandardització, pasteurització i dues etapes més: concentració i assecatge sobre cilindre (procés Hatmaker) o per polvorització

³ Pot ser llet fresca, llet recombinada – llet en pols magre i greix de la llet anhidre –, llet reconstituïda – a partir de llet en pols magre – o una mescla de totes. Hi ha un procés d'homogeneïtzació i escalfament de la llet, fins i tot esterilitzar a 135°C durant 3-4 segons, i a continuació un refredament fins a la temperatura de fermentació

hi hauria risc d'acidosi, per tant no s'han de donar aliments amb àcid làctic a nens de menys de 3 mesos.

Els lípids i les proteïnes de la llet pràcticament no es modifiquen per la fermentació làctica, apart de la formació del coàgul. Hi ha, no obstant, una proteòlisi moderada, i els àcids aminats alliberats són els que asseguren el creixement de les bactèries del iogurt. Per aquest motiu s'hi afegeix en molts de casos llet en pols.

Algunes vitamines es consumeixen per les bactèries i d'altres se'n formen, entre d'elles l'àcid fòlic.

La llet amb 6,5% de lactosa originaria un tipus d'iogurt en què 100 g continguin, després de dos dies de conservació, 4 g de lactosa, 0,05 g de glucosa, 0,05 g d'oligosacàrids i 1,5 g de galactosa. Hi ha diversos compostos volàtils i aromàtics que li donen sabor i apetència especial al iogurt (acetil aldehid, diacetil, acetona, etc.).

Els iogurts són el clàssic, ferm, condicionat en pots, i el menys viscos, que s'obté per agitació en tanc. També hi ha el iogurt més líquid, bevable, que té menys matèria seca. I poden ser enter (mínim 3% de greix), parcialment desnatat (menys del 3% de greix) i descremat (màxim 0,5% de greix).

Altres tipus de llet fermentada Iogurt (bactèries làctiques específiques associades *Bifidobacterium* i *Lactobacillus acidophilus*); Llet fermentada i alcoholitzada (quefir, komis). El quefir, originàriament es fa amb llet macerada amb un fragment d'estomac de xai, cabra o vedell, un cop coagulada el producte es reemplaça per llet fresca i al cap d'unes setmanes apareix una crosta esponjosa i blanquinosa, la qual dividida i assecada dona els grans de quefir. Aquests grans dins la llet donen una beguda fermentada, escumosa àcid alcohòlica. Els grans de quefir (flora complexa de bactèries làctiques i llevats) estan protegits per una funda de caseïna dessecada poden conservar-se un any. El komis, originàriament, es fa a partir de llet d'euga, camella o ase. Amb llet de vaca és una imitació.

Nata (S'obté per desnatat de la llet a través d'un separador de crema, la crema, rica en greix – 30 a 35% –, refredament, maduració/curació amb ferments naturals de la llet durant un temps i a una temperatura adequada, segons el lloc d'elaboració; això li dona aroma i acidificació específics. Els glòbuls de greix es cristal·litzen en part).

Mantega (S'obté a partir de la nata, i ha de tenir com a mínim el 82% de greix i un màxim del 16% d'aigua). N'hi ha de diferents tipus segons el contingut de greix: baixa en greix (60%), semidescremada (40%). La mantega normal té un contingut de greix entre 90 i 99,8%. L'elaboració de mantega consisteix en la destrucció de la suspensió globular i una inversió de fase, acompanyada d'una separació de la major part de la fase no greixosa (sèrum de mantega). La llet és una emulsió de greix en aigua; la mantega és una emulsió d'aigua en greix. L'elaboració segueix els següents passos:

- a. Batre vigorosament la nata per tal d'obtenir grans de mantega. El líquid alliberat és el sèrum de mantega
- b. Rentar, amb el qual s'elimina la caseïna residual atrapada entre els grans
- c. Barrejar (s'aglomeren els grans de mantega per formar una massa untosa, repartit l'aigua restant homogeniament. La sal si s'hi afegeix (mantega salada) en aquest procés de barreja s'ha de limitar al 1,5%
- d. Envasar

Formatge (És el resultat de la coagulació de la llet, el drenatge, la salaó (salera) i la maduració. Varien segons les característiques de la llet, si s'hi afegeix greix, manera d'elaboració, lloc, etc. Els frescos no s'han fermentat necessàriament amb ferments làctics, pot ser senzillament la coagulació de la llet amb vinagre, llimona, etc. La resta són de pasta tova, de pasta dura i de pasta semidura).

Les bacteries làctiques que produeixen àcid làctic més l'addició de quall (que té la propietat de coagular la caseïna, la qual cosa fa que s'incorpori el greix) donen lloc a la quallada, la qual es talla i es sotmet a diverses manipulacions per tal d'expulsar l'aigua i matèries solubles. La quallada drenada és el formatge fresc i la resta és el xerigot (serigot o lactoserum).

El xerigot conté lactosa i proteïnes solubles, sals minerals solubles i una mica de greix. Per tant, les persones que no segreguen o produeixen lactasa poden, no obstant, consumir formatge. A partir de la quallada colada o drenada s'emmotlla i es posa en salera. En els formatges de pasta tova, el drenatge de la quallada és lent i l'acidificació és més acusada, i el contingut d'aigua serà del 55-60%, la maduració és més curta i els formatges que s'obtenen són de cotna o crosta neta o de cotna florida. En el cas de formatges de pasta dura, l'acidificació és menor i el drenatge s'accelera per pressió. En aquest cas, el contingut d'aigua és de 40 a 55%. El temps de maduració és més llarg.

Segons la norma FAO/OMS nº A-6 (1978, modificada 1990) el formatge és el producte fresc o curat (madurat), sòlid o semisòlid, en el qual la relació entre el contingut de proteïnes del lactoserum i la caseïna no excedeix la de la llet; i s'obté o bé per coagulació de la llet, de la llet descremada, de la llet parcialment descremada, crema de lactoserum, sols o en combinació, gràcies a l'acció de la pressió o d'altres agents coagulants, i per degoteig parcial del lactoserum així obtingut, o bé mitjançant tècniques de fabricació. I s'obtenen el formatge curat, el curat o madurat amb fongs i el fresc o no madurat. La maduració o curació és el procés de digestió enzimàtica de la quallada. El formatge tendre és el formatge fresc madurat menys de 21 dies.

Processos en l'elaboració del formatge a la indústria

Preparació de la llet

Filtració estàtica (retenció d'impureses) o centrifuga (retenció de leucòcits); estandardització de la matèria grassa (aportació de llet descremada o de crema de la llet) i proteica (afegir llet en pols, caseïna o caseïnats); tractament tèrmic sense rompre l'equilibri entre fòsfor i calci, sense modificar la composició i l'estructura física i química, això seria fer un tractament tèrmic que assegurí l'eliminació dels gèrmens indesitjables (majoria de patògens) i que els eventualment patògens residuals s'inhibeixen a causa dels següents processos; afegir clorur de calci anhidre per tal que la llet tractada tèrmicament recuperi el comportament normal en la coagulació i maduració.

Coagulació

És la desestabilització de l'estat de micel·les de la caseïna. Les micel·les són estables a causa de dos factors, la càrrega de la superfície (tenen un caràcter netament àcid, i a pH normal de la llet tenen càrrega negativa, i, també, produeixen repulsió electrostàtica) i el grau d'hidratació (l'aigua fixada per les micel·les és important). La desestabilització es fa o bé per fermentació amb bacteries làctiques, o bé per via enzimàtica (enzims coagulants) i quall. La neutralització de les càrregues fa que les micel·les caseïna flocculen i s'uneixen formant un gel homogeni que empresona el

lactoserum i ocupa completament el volum de llet. Els enzims que s'empren poden ser d'origen animal (quall, pepsina), d'origen vegetal (bromelina, ficina), bé d'origen microbià.

Degoteig, drenatge

El gel format és inestable i la fase dispersant se separa espontàniament del coàgul en forma de lactoserum. La separació del lactoserum va acompanyada d'una gran part de l'aigua i de la lactosa, una petita part de greixos, i una petita part de proteïnes.

Salera o salaó

Amb la salera es completa el degoteig i es forma la crosta.

Maduració

Es modifica la seva composició, el valor nutritiu, la digestibilitat i les característiques organolèptiques (aspecte, consistència, sabor i olor). La maduració són un conjunt de degradacions enzimàtiques. És complex. Té lloc la fermentació de la lactosa que encara hi ha, la degradació enzimàtica de les proteïnes i la hidròlisi de la matèria grassa. Les proteïnes donen polipèptids, pèptids, àcids aminats i amoníac.

Altres productes principals

Oli de mantega; postres lactis; Caseïna

Productes secundaris:

- Nata amarga
- Formatge fresc (no tendre, sense fermentació)
- Sèrum de mantega
- Sèrum de mantega en pols
- Concentrat de proteïnes de la llet
- Lactosa
- Concentrat proteic de lactoserum

Productes intermediaris:

- Greix
- Llet descremada (proteïnes i altres sòlids, com la lactosa i el minerals, i aigua)
- Llet estandarditzada (a la llet descremada s'hi afegeix greix)
- Quallada
- Sèrum de llet

Modificacions de les qualitats de la llet a causa dels tractaments tèrmics

Sobre la matèria proteica: La desnaturalització de les proteïnes es produeix de diferent manera segons la fracció proteica.

La digestibilitat de les proteïnes desnaturalitzades pel calor és superior, ja que precipiten en medi àcid (estómac) en partícules més fines i disperses, de manera que són més assequibles als enzims hidrolítics.

Fracció proteica	Temperatura °C desnaturalització	Temps del tractament (per a la desnaturalització segons la T°C)
Immunoglobulines	74	15 segons
Sèrum albúmina	84	15 segons
β-lactoglobulina	86	15 segons
α-lactalbúmina	100	5 minuts
Caseïna	125	> 60 minuts

A altes temperatures i també, alhora, amb períodes llargs d'emmagatzematge, apareixen els aldehids, cetones i substàncies reductores, els quals interactuen amb certs àcids aminats, amines i proteïnes. És la reacció de Maillard. Aquesta reacció també ocorre entre la lactosa i la β-lactoglobulina i les caseïnes. Aquests productes Maillard donen un color bru.

Els aldehids i certs subproductes tenen afinitat per la lisina, formant derivats que resisteixen la hidròlisi enzimàtica. Es perd, per tant, la lisina.

Sobre el greix: No es produeixen canvis substancials. L'escalfament de la llet fa que els àcids cetònics es converteixin en metil cetones i els hidroxils naturals en lactones, les quals modifiquen el gust i sabor. Sí que hi ha una lleugera reducció del contingut en àcids grassos essencials.

Sobre els minerals: l'escalfament disminueix la fracció de Ca i de P solubles. El fluor ionitzat també disminueix.

Sobre les vitamines: les tècniques actuals (pasteurització i UHT) no modifiquen gaire el contingut vitamínic (menys del 20%). L'esterilització en botelles, l'assecatge sobre cilindres, provoquen pèrdues importants de folats, tiamina, i vitamina B 12 i, alhora, fan que la vitamina B6 no sigui biodisponible. La llet bullida pot abaixar el contingut en vitamines de manera considerable, sobretot si es bull molt de temps. La pèrdua de vitamina C és a causa de l'oxidació més que al calor. La destrucció de vitamines es pot reduir en un ambient escàs en oxigen.

Sobre els enzims: els endògens són resistents a la temperatura. La seva desaparició serà un índex d'eficàcia del tractament.

Per a més informació:

www.ulb.ac.be/sciences/cudec/LaitDerives.html

www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F00.htm#Contents

i