

El iogurt:

Un aliment essencial?

Àrea: Salut i nutrició



Índex de contingut

1.	Agraïments.....	6
2.	Introducció	7
3.	El iogurt des de l'origen fins a l'actualitat	10
4.	Definició de "iogurt"	13
4.1.	Aliment funcional: Prebiòtic, probiòtic, simbiòtic	13
a.	Què és un aliment funcional?	14
b.	Què és un aliment prebiòtic?	16
c.	Què és un aliment probiòtic?	17
d.	Què és un aliment simbiòtic?	18
e.	El iogurt comercial estàndard és un aliment probiòtic?	18
f.	Els efectes negatius dels probiòtics i els aliments fortificats	19
5.	Bacteris acido-làctics del iogurt.....	21
5.1.	Teoria de la simbiosis i dels factors estimulants	22
5.2.	Efectes dels agents i substàncies inhibidores	24
a.	Inhibidors naturals	24
b.	Inhibidors químics	25
c.	Bacteriòfags.....	27
5.3.	Bioquímica de la fermentació làctica	28
a.	Metabolisme dels carbohidrats.....	28
b.	Metabolisme proteic.....	32
c.	Metabolisme lipídic.....	33
d.	Metabolisme de les vitamines	34
e.	Altres modificacions	37
5.4.	Producció i conservació dels cultius estàrter	38

6.	Elaboració del iogurt comercial estàndard.....	40
6.1.	Elaboració tradicional.....	41
6.2.	Elaboració industrial.....	41
a.	Tractament de la mescla base.....	41
b.	Homogeneïtzació	53
c.	Tractament tèrmic.....	54
d.	Procés de fermentació	55
e.	Refredament	55
f.	Addició d'aromatitzants i colorants	56
g.	Envasament.....	59
h.	Etiquetatge.....	63
i.	Emmagatzematge frigorífic, transport i distribució	65
j.	Normativa de qualitat	67
7.	Varietats de iogurt i la seva elaboració	71
7.1.	Iogurt pasteuritzat/UHT o de llarga conservació	71
7.2.	Iogurt amb lactosa hidrolitzada	72
7.3.	Iogurt líquid o per beure	73
7.4.	Iogurt condensat/concentrat	74
7.5.	Productes derivats del iogurt concentrat.....	75
a.	Labneh Anbaris.....	76
b.	Chanklich	76
c.	Kishk	76
7.6.	Iogurt congelat	77
7.7.	Iogurt amb gas.....	78
7.8.	Begudes de iogurt	79
7.9.	Iogurt deshidratat/instantaneïtat	80
7.10.	Iogurt dietètic/terapèutic.....	81

a.	logurt sense colesterol	81
b.	logurt ric en vitamines/minerals	82
c.	logurt hipocalòric	83
d.	logurt BIO	83
7.11.	Acidificació directa de la llet	83
7.12.	logurt amb llet de soja	84
8.	Altres ferments.....	87
8.1.	Kèfir (Càucàs).....	87
a.	Procés d'elaboració.....	88
b.	Diferències entre el kèfir i el iogurt.....	89
c.	Com es pot aconseguir?	90
8.2.	Kumis (Àsia central).....	90
8.3.	Buttermilk (Sud-Amèrica i Irlanda).....	91
8.4.	Llets escandinaves (Escandinàvia).....	92
8.5.	Yakult (Japó)	93
8.6.	Llet acidòfila i iogurt acidòfil (Alemanya).....	94
8.7.	Ayran (Turquia)	95
8.8.	Altres ferments similars al iogurt	95
9.	Valor nutritiu	97
9.1.	Carbohidrats.....	97
a.	Carbohidrats disponibles.....	97
b.	Carbohidrats no assimilables	99
9.2.	Proteïnes	100
9.3.	Lípids	101
9.4.	Vitamines i minerals.....	102
10.	Iogurt i salut.....	106
10.1.	Efecte de l'acidesa.....	106

10.2.	Efecte dels bacteris	107
10.3.	Estudis científics sobre les propietats del iogurt.....	108
11.	Consum del iogurt a Catalunya i Espanya	111
12.	Visita a la fàbrica de iogurts “La Fageda”	115
12.1.	“iogurt de granja”	116
13.	Elaboració de iogurts casolans	119
14.	Els iogurts i la publicitat	121
15.	Anàlisi dels iogurts del mercat	129
15.1.	logurts tradicionals.....	130
15.2.	logurts desnatats (0% matèria grassa).....	133
15.3.	logurts enriquits	135
15.4.	logurts bífidus.....	137
15.5.	logurts terapèutics/dietètics	139
15.6.	logurts de soja	142
15.7.	logurts infantils.....	145
16.	Conclusió	148
17.	Glossari	151
18.	Bibliografia	155

1. Agraïments

La realització d'aquest Treball de Recerca no hagués estat possible sense l'ajuda de certes persones a les quals m'agradaria agrair la seva col·laboració i dedicació durant tot aquest període de temps.

En primer lloc, agrair la disposició, la paciència i els bons consells de la tutora del meu Treball de Recerca, que m'ha guiat i m'ha tramés confiança i seguretat en tot moment.

No oblidaré els moments que degut al Treball de Recerca he compartit amb els companys de classe.

Finalment, el recolzament de la família. Agrair-vos de tot cor la vostra paciència, consells, haver format el jurat de valoració dels iogurts i haver-los provat un per un.

Gràcies a tots!!!

2. Introducció

Tot i que existeixen nombrosos tipus de llets fermentades, només el iogurt ha aconseguit difusió internacional. La seva popularitat pot ser deguda a diversos fets, com són: el seu agradable i aromàtic sabor o la seva fama d'aliment essencial.

Precisament, el que m'ha motivat a realitzar aquest Treball de Recerca ha estat voler conèixer el perquè de la popularitat del iogurt arreu del món i a què són degudes les propietats beneficioses que se li atribueixen i li donen fama d'aliment saludable d'aquest producte. D'altra banda, també volia descobrir el seguit de processos biològics naturals que duen a la seva formació i que la fan tant fascinant, ja que, tot i que el consum anual de iogurt és de varis milions de litres, aquests passos són força desconeguts per la majoria dels consumidors.

Al llarg del treball coneixerem més a fons el món del iogurt i es donarà resposta a diversos objectius plantejats per poder contestar finalment a la pregunta que dóna títol al Treball de Recerca: el iogurt és un aliment essencial?

La informació ha estat dividida en dos blocs. El primer bloc comprèn la part teòrica que consta de diversos apartats on podem trobar tota la informació referent al iogurt i té com a finalitat assolir els següents objectius:

- Investigar quin és l'origen del iogurt i com ha evolucionat aquest producte fins a l'actualitat.
- Conèixer si el iogurt és considerat un aliment funcional i, dins d'aquest grup, saber si també es tracta d'un prebiòtic i/o probiòtic.
- Estudiar els passos del procés d'elaboració del iogurt tradicional i industrial, en concret, el mecanisme de la fermentació.
- Saber quins tipus de iogurt podem trobar i les peculiaritats de les seves respectives elaboracions, així com altres ferments làctics similars al iogurt.
- Conèixer el valor nutritiu del iogurt i les seves propietats beneficioses per a la nostra salut.

El segon bloc és el recull del treball de camp realitzat, els principals objectius del qual són:

- Examinar la publicitat en el món dels iogurts per saber si les informacions que ens arriben són fiables.

- Analitzar els diferents iogurts que podem trobar al mercat per tal d'establir comparacions entre ells i posar a la pràctica tots els coneixements prèviament adquirits en realitzar part teòrica.

Per tal de donar resposta a aquests objectius vaig iniciar una recerca d'informació a través d'Internet i de llibres especialitzats en el iogurt. També vaig visitar la fàbrica de iogurts "La Fageda" per observar en primera persona el procés d'elaboració dels iogurts industrials i vaig elaborar iogurts casolans seguint el procés d'elaboració tradicional. Aquestes dues experiències figuren al bloc II amb la resta del treball de camp realitzat.

Van ser nombrosos els documents trobats en relació amb aquest producte i per aquest motiu va ser necessària una minuciosa selecció de tota la informació cercada. Un cop planificada la informació començava la tasca de redacció. El treball mica en mica ha anat creixent i evolucionant fins a dia d'avui, que em sento molt satisfeta de poder-lo donar per finalitzat.

Bloc I

Part teòrica

3. El iogurt des de l'origen fins a l'actualitat

El nom de iogurt té el seu origen en una paraula búlgara: "jaurt", que significa *llet espessa i dolça*. Alguns situen el seu origen a Turquia, altres als Balcans, Bulgària o Àsia menor fa més de 4.000 anys. Els pobles nòmades transportaven la llet fresca que obtenien de les vaques, les ovelles, les cabres i els camells en sacs generalment de pell de cabra. La calor i el contacte de la llet amb la pell de cabra propiciava la multiplicació dels bacteris acidolàctics i la llet fermentava convertint-se en una massa semi sòlida i coagulada.

Un cop consumit el ferment làctic contingut en els sacs, aquests es tornaven a omplir de llet fresca que es transformava novament en llet fermentada gràcies als residus precedents. D'aquesta forma el iogurt es va convertir en l'aliment bàsic dels pobles nòmades per la seva facilitat en el transport i la conservació, a més a més de les seves propietats nutritives.

Aquest aliment es coneixeria en diferents parts del món i s'incorporaria a la cuina de nombroses civilitzacions. Els grecs l'utilitzaven per a curar problemes d'estómac i intestinals, així com problemes hepàtics, tuberculosi o com a depuratiu general. A la Índia era conegut com "dahi", aliment que s'atribuïa als déus i el consideraven miraculós. Alguns historiadors diuen que Gengis Khan, el famós guerrer mongol del segle XII, obligava a les seves tropes a prendre "kumis", un tipus de llet fermentada lleugerament alcohòlica amb un sabor semblant a la cervesa que avui en dia és molt apreciat als sanatoris de Rússia per a combatre la tuberculosi, per a enfortir-se i tenir una salut envejable. Segons els perses, la fecunditat i la longevitat d'Abraham es va deure al consum de iogurt.

Tot i això, resulta evident que el procés per a la formació del coàgul de la llet no era uniforme en l'antiguitat. Així doncs, els pobles d'Orient Mitjà van anar desenvolupant un procés de fermentació que els permetés el control de l'acidificació de la llet. La principal millora va ser l'escalfament de la llet en calderes obertes, la qual va permetre:

- Una certa concentració de la llet que proporcionava al coàgul final la viscositat adequada.
- Modificar les propietats de la caseïna, millorant la qualitat del producte final.
- Assegurar una selecció gradual de les bacteris acidolàctiques i responsables del característic gust del producte.
- Destruir els microorganismes patògens presents a la llet.

- Permetre la fermentació de la llet a una temperatura superior i, per tant, el predomini dels cultius termòfils¹ de bacteris acido-làctics.

L'evolució d'aquest procés va ser intuïtiva i va passar de generació en generació. Al llarg dels anys han sorgit nombroses llets fermentades en diferents països, algunes de les quals estudiarem més endavant.

Arrel dels descobriments del científic ucraïnès Ellie Metchnikoff (1845-1916), premi Nobel al 1908, el iogurt es va convertir en un aliment popular durant el segle XX. La longevitat dels pobles balcànics va cridar l'atenció de molts investigadors, entre ells, Metchnikoff, que gràcies als seus estudis va demostrar quins eren els efectes dels bacteris del iogurt sobre la flora intestinal. Va verificar que els organismes vius d'aquest aliment transformaven la lactosa en àcid làctic, un component que impedeix el desenvolupament de bacteris perjudicials al intestí derivades de la descomposició dels aliments. Aquest investigador també va trobar interessants propietats nutritives derivades de la seva gran quantitat de vitamina B.

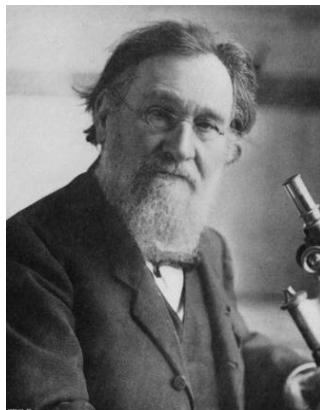


Figura 1.- Ellie Metchnikoff

L'any 1917, Isaac Carrasco, un comerciant de Salònica, abandonava Grècia junt amb la seva família i s'instal·lava a Barcelona. És a la Ciutat Condal on inicià la producció del iogurt per a la seva comercialització i venda a través de les farmàcies d'Europa Occidental. Va anomenar a la seva empresa "Danone" en honor al seu primer fill Daniel, fent un joc de paraules amb la primera síl·laba del nom i el vocable del número u en anglès (Dan-One).

Un altre pas important es va donar l'any 1930, quan el doctor japonès Minoru Shirota va descobrir noves bacteris benèfiques pel ser humà que no tant sols generaven àcid làctic, sinó que al consumir-les en quantitats importants aconseguien assentar-se a l'intestí i beneficiar la flora intestinal. El mateix especialista va iniciar la comercialització de

¹ Cultius utilitzats per elaborar formatges que es caracteritzen per les seves altes temperatures de cocció, com per exemple Parmesà, Provolone i Suís i la producció del iogurt i altres.

begudes amb aquests microorganismes al 1935, però la Segona Guerra Mundial va frenar l'arrencada de la seva indústria i va haver d'esperar fins al 1950 per a reiniciar les ventes.

Als anys 50, a partir de la introducció dels iogurts de fruita, les ventes van experimentar un continu creixement i amb el temps han sorgit diverses indústries làctiques. El consum continua creixent gràcies a nous productes que sorgeixen (les dades del consum del iogurt s'estudien a l'apartat 11).

És als anys 60 quan la fama del iogurt es consolida degut a que sorgeixen innovacions tecnològiques que milloren els processos de fabricació, per la preocupació de molts individus per portar una dieta sana, per la competència entre diverses marques i laboratoris i sobretot pel seu agradable i aromàtic gust.

A mesura que passa el temps, sorgeixen noves empreses fabricants que llancen al mercat amplies games de iogurts com "Clesa" (1943), "Grupo Leche Pascual" (1995) o "Kaiku" (2004).

Actualment l'elaboració mitjançant tancs de llet pasteuritzada i homogeneïtzada permet donar a la llet les condicions necessàries per generar bacteris que fan d'aquest producte un aliment únic. Tot i les millores, especialment amb les bacteris acido làctiques responsables de la fermentació, els passos d'elaboració bàsics es conserven.

4. Definició de “iogurt”

Segons el Reial Decret 179/2003, pel qual s’aprova la norma de qualitat del iogurt:

S’entén per “iogurt” el producte de llet coagulada obtinguda per fermentació làctica mitjançant l’acció de *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus* a partir de llet pasteuritzada, llet concentrada pasteuritzada, llet totalment o parcialment desnatada pasteuritzada, llet concentrada pasteuritzada totalment o parcialment desnatada, amb addició o sense de nata pasteuritzada, llet en pols sencera, semidesnatada o desnatada, sèrum en pols, proteïnes de llet i/o altres productes procedents del fraccionament de la llet.

Els microorganismes productors de la fermentació làctica han de ser viables i estar presents en el producte acabat en la quantitat mínima d’1 per 10⁷ colònies per gram o mil·lilitre.

4.1. Aliment funcional: Prebiòtic, probiòtic, simbiòtic

Els iogurts i les altres llets fermentades tenen una estreta relació amb determinades poblacions microbianes del nostre intestí. Aquests i altres aliments amb les mateixes propietats han aconseguit una gran popularitat pels seus efectes beneficiosos pel nostre organisme.

El nostre aparell digestiu està colonitzat des del naixement per una complexa i variada col·lecció de microorganismes. De les 400 espècies descrites, unes trenta o quaranta representen el 99% dels microorganismes que formen la flora intestinal. La flora microbiana normal constitueix un delicat equilibri que pot variar en els diferents individus, entre altres factors, als seus hàbits alimentaris. Els microorganismes que constitueixen la flora microbiana tenen una gran influència en moltes funcions bioquímiques, fisiològiques i immunològiques del nostre organisme. També presenten gran importància mèdica donat que són components de la flora normal poden causar infeccions quan s’estableixen en regions diferents a la gastrointestinal. Per exemple, bacteris inofensives pel intestí poden originar cistitis² quan arriben a introduir-se a l’aparell urinari o inclús poden seguir la seva invasió passant pels urèters i arribar fins als ronyons.

Entre els components beneficiosos més detectats de la microflora es troben els bacteris de l’àcid làctic. L’any 1907, al famós postulat de Metchnikoff, als bacteris làctics se’ls va atorgar un paper important per mantenir l’equilibri microbià que es necessita per la salut.

² Inflamació aguda o crònica de la bufeta urinària, amb infecció o sense.

El benefici es produeix a través de múltiples mecanismes que s'estudiaran en el següent apartat. Entre aquests beneficis s'ha de destacar: l'acció contra els microorganismes perjudicials i l'ocupació física de la mucosa gastrointestinal on es troben els punts d'unió que altres bacteris necessiten per produir malalties i la producció de compostos beneficiosos. Tanmateix, els bacteris làctics estimulen el sistema immunològic o les defenses del nostre organisme contra les infeccions, el que contribueix a mantenir o prolongar un bon estat de salut. D'igual manera, aquests microorganismes poden participar en la destrucció de compostos tòxics i en l'eliminació de substàncies potencialment cancerígenes.

a. Què és un aliment funcional?

Són aliments, no suplementes, que contenen de forma natural o afegida components biològicament actius que produeixen un efecte beneficiós a la salut més enllà del purament nutritiu.

Un aliment funcional pot ser un macro nutrient si posseeix efectes fisiològics específics, per exemple, el midó és resistent als sucus gàstrics, o inclús un nutrient essencial. També pot referir-se a un component alimentari que, tot i tenir un valor nutritiu, no és essencial, per exemple, els oligosacàrids, o bé mancar de valor nutritiu, com els organismes vius o compostos químics de plantes.

Es classifiquen en naturals, per exemple les sardines, i artificials al haver afegit, eliminat o modificat un o diversos components per medis biotecnològics. Alguns dels components que s'agregen són: minerals, vitamines, àcids grassos, fibra alimentària o antioxidants, com per exemple àcids grassos omega-3, fitosterols i fito-estrògens, fructo-oligosacàrids, polifenols, etc. A l'operació d'afegir nutrients externs se l'anomena "fortificació".

Un aliment es pot convertir en funcional si es realitza qualsevol de les següents operacions:

- Eliminació d'un component alimentari causant d'una malaltia. Per exemple, les proteïnes al·lèrgiques de certs aliments o l'eliminació de la lactosa de certs productes làctics.
- Increment de la concentració d'un component alimentari mitjançant la fortificació. Aquesta operació a la llarga farà disminuir els riscos de patir alguna malaltia.
- Addició d'un component que no està present en la majoria d'aliments. No necessàriament ha de ser un macro nutrient.
- Reemplaçant macro nutrients, com pot ser el greix.

- Incrementant la biodisponibilitat d'un component conegut amb l'objectiu de produir un efecte funcional o reduir l'aparició de malalties.

Alguns dels aliments funcionals, tan naturals com els fortificats, cobreixen aspectes com:

- **Funcions gastrointestinals:** aquestes funcions inclouen aquelles que estan associades amb modificar i equilibrar la microflora bacteriana, intervenir en l'activitat endocrina del tracte intestinal, actuar sobre l'activitat immune del tracte intestinal, control del temps del trànsit, etc. Aquestes funcions són les efectuades pels prebiòtics, probiòtics i simbiòtics que estudiarem més endavant.

- **Sistemes redox i antioxidant:** són sistemes que requereixen un consum d'antioxidants i vitamines, així com de components alimentaris com els polifenols³ i altres antioxidants naturals d'origen vegetal. Les activitats redox i la protecció antioxidant són molt importants per les cèl·lules i teixits i el seu desequilibri s'associa amb l'aparició de diverses malalties.

- **Metabolismes de macro nutrients:** consisteix en un òptim rendiment d'activitat física, manteniment del pes, millora de la resistència a la insulina, etc. Aquest objectiu és específic del metabolisme de carbohidrats, aminoàcids i àcids grassos.

- **Ajudes al fetus:** l'aliment de la mare i del fetus són objectiu d'algun aliment funcional com l'àcid fòlic⁴. Contribueixen al creixement, al desenvolupament i a la diferenciació d'aquest.

- **Estat psicològic:** modifiquen l'estat d'ànim, la capacitat psicològica, el nivell d'estrès emocional, etc.

- **Aparell cardiovascular:** redueixen els problemes cardíacs.

- **Metabolisme xenobiòtic:** la paraula xenobiòtic s'aplica als compostos que tenen una estructura química poc freqüent a la natura o inexistent degut a que són sintetitzats per l'home al laboratori. Per tant, quan parlem de metabolisme xenobiòtic ens referim als processos més importants pels quals es degraden aquests compostos: foto-degradació per radiacions, oxidació i reducció química i la biodegradació pels microorganismes. Exemples de xenobiòtics són: els verins naturals, les drogues sintètiques o els antibiòtics.

³ Substàncies químiques que es solen trobar a la pell de les fruites i tenen capacitat antioxidant.

⁴ És una vitamina que la trobem a les llegums i als vegetals de fulla verda. És necessari per a la producció i manteniment de noves cèl·lules.

Algunes mostres d'aliments funcional són: la carn, la llet i els ferments làctics, els cereals, la mantega, la fruita, els ous...

Existeix una preocupació des de finals dels segle XX per part de les autoritats sanitàries respecte a l'educació del consumidor sobre el consum i les propietats atribuïdes a aquests aliments. Les autoritats informen als consumidors que el consum d'aliments funcionals hauria de formar part d'una dieta equilibrada i en cap cas com un substitut d'aquesta.



Figura 2.- Aliments funcionals

Una de les confusions més freqüents entre els consumidors és distingir entre aliment funcional i aliment dietètic. El segon és un aliment dissenyat per satisfer les necessitats nutritives d'un grup de la població, mentre que l'aliment funcional pretén satisfer les necessitats o carències de tota una població.

b. Què és un aliment prebiòtic?

El terme "prebiòtic" va ser introduït per Gibson i Roberfroid al 1995 i significa *promotor de vida*. Un prebiòtic és aquell compost o aliment amb ingredients no digeribles pels sucs gàstrics, que actua estimulant de forma selectiva el creixement i/o activitat d'un grup determinat de bacteris del còlon. Aconsegueixen millorar les funcions de la microflora intestinal fent augmentar el nombre de bifidobacteris i afavorint la síntesis d'algunes vitamines (vitamina b6, vitamina B12, àcid fòlic, àcid nicotínic...). També són potenciadors de l'acció dels aliments probiòtics.

Quan ingerim un aliment prebiòtic, l'àcid làctic provinent de la fermentació produeix en el nostre intestí àcids orgànics especialment antioxidants que regulen el pH i prevenen la possibilitat de desenvolupar càncer de còlon, a més a més d'alimentar les cèl·lules intestinals i mantenir la seva valuosa activitat. D'aquesta manera s'eviten infeccions,

s'eliminen bacteris patògens i les seves toxines i s'augmenta la freqüència d'evacuació intestinal.

Els fructo-oligosacàrids (FOS), els galacto-oligosacàrids, la lactulosa, el lactilol, la inulina, etc. són alguns dels components prebiòtics utilitzats per crear aliments comercials. Un exemple clar de prebiòtic és la llet enriquida amb fructo-oligosacàrids (FOS). Per sort, els FOS i diferents tipus de fibres com la lignina es troben presents de forma natural en molts aliments vegetals com la ceba, l'espàrrec, l'all, la carxofa, el tomàquet, etc. També són components de la llet, els iogurts, flams i manteges, entre altres. La llet humana conté més de 130 oligosacàrids amb efecte prebiòtic que afavoreixen el creixement de bifidobacteris.

c. Què és un aliment probiòtic?

El concepte de "probiòtic" va ser proposat pel microbiòleg Metchnikoff fa gairebé un segle. Es denomina aliment probiòtic aquell que aporta suficient quantitat de microorganismes apropiats per repoblar la microflora intestinal, afavorir l'assimilació de nutrients i reforçar el sistema immunològic com a primera barrera de la neutralització dels microorganismes patògens que puguin arribar al intestí amb els aliments.

Als aliments probiòtics se'ls sotmet a una transformació adequada per afavorir la seva conservació i com a conseqüència sorgeixen les propietats beneficioses. Com més nombrosa i sana sigui la microflora del estómac, millor treballa per a la conversió de nutrients en substàncies més assimilables i és més actiu contra la colonització per nous patògens del intestí i les infeccions que comporten.

Una de les característiques que tenen els aliments probiòtics és que redueixen el colesterol en sang al debilitar el seu procés de síntesi i afavoreixen la digestió de la lactosa degut a l'enzim β -galactosidasa que segreguen. També potencien les vitamines i fan més assimilables els minerals. Aquestes són algunes de les raons per les quals els aliments probiòtics són tant saludables. Tant sols els microorganismes aptes arriben a l'intestí, la resta no resisteix l'extrema acidesa dels sucus gàstrics i l'acció del àcid clorhídric de la bilis, característica destacada de productes com el kèfir, el chucrut i altres ferments.

Amb el qualificatiu de probiòtic s'engloba a més d'un dels microorganismes del iogurt (*Lactobacillus bulgaricus*) les últimes generacions de llets fermentades que contenen *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus Casei*, *Lactobacillus GG*, etc. Els iogurts "Bio" asseguren afavorir la regeneració de la flora intestinal per la seva aportació de bifidobacteries i les noves llet fermentades amb *Lactobacillus* sostenen la seva capacitat d'estimular les defenses naturals del organisme. Un bon nombre d'estudis clínics demostren que tots els bacteris làctics mencionats exerceixen similars accions saludables en l'organisme.

d. Què és un aliment simbiòtic?

Els aliments que contenen productes prebiòtics i probiòtics són els aliments “simbiòtics”. En general consten d’un component prebiòtic que afavoreix l’efecte del probiòtic associat. Al compaginar elements prebiòtics i probiòtics s’obtenen elements simbiòtics d’alta gama immillorables per la indústria.

Alguns aliments contenen associats bacteris i prebiòtics, per exemple: *Bifidobacterium bifidum* amb galacto-oligosacàrids o fructo-oligosacàrids⁵, *Lactobacillus* amb lactitol⁶, etc. Altres aliments de fermentació làctica com el té de kombucha o derivats de la soja són exemples de simbiòtics.

e. El iogurt comercial estàndard és un aliment probiòtic?

La característica que defineix un microorganisme probiòtic és que pugui sobreviure als efectes dels sucus gàstrics i les sals biliars del estómac arribant actiu al intestí gros per a repoblar la microflora intestinal. En aquests darrers anys existeix un debat entre els científics que afirmen que el iogurt no es pot considerar un aliment probiòtic i els que asseguren que si ho és.



Figura 3.- Iogurt amb *B. Bifidum* i iogurt amb *L. Bulgaricus* i *S. Thermophilus*

Un grup d’investigadors del *Hospital Ramón y Cajal* de Madrid sosté que el iogurt no té efectes positius, ja que els bacteris làctics que conté (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) moren al seu pas per l’intestí.

És una afirmació que es contradiu amb les efectuades per un grup d’investigadors italians que asseguren que les bacteris del iogurt poden sobreviure al arribar a l’intestí gros quan se’n prenen quantitats elevades. Una prova és el fet de que hagin trobat bacteris intactes en els excrements d’un humà sa al qual se li va subministrar diàriament durant deu dies una dieta de 250 grams de llet fermentada amb les bacteris del iogurt.

⁵ Polímers formats per cadenes de galactosa o fructosa que estan presents a la llet i en algunes plantes.

⁶ Polialcohol utilitzat com edulcorant artificial en la indústria alimentària.

Per a resoldre aquesta polèmica s'han posat en funcionament diversos treballs i investigacions i així poder determinar quines bacteris són probiòtiques i quines només tenen propietats nutritives. Per exemple, dels dos bacteris que conté el iogurt tradicional, només el *Lactobacillus bulgaricus* és probiòtic, mentre que el *Streptococcus thermophilus* no sobreviu al pH estómac. Altres bacteris que s'utilitzen en l'elaboració del iogurts com el *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus*, etc. si que sobreviuen fins arribar a l'intestí. El que tenen en comú tots els bacteris nombrats són les propietats nutritives i immuno-reguladores.

D'altra banda, si es considerés que el iogurt tradicional no és un aliment probiòtic, s'han realitzat estudis que demostren les mínimes diferències entre el iogurt normal (*L. Bulgaricus* i *S. Thermophilus*) i un de probiòtic (*L. Casei*, *L. Acidophilus*, *Bifidobacterium*, etc.). Per a demostrar les diferències entre ambdós productes, un grup de científics vienesos va formar dos grups de dones, a 17 d'elles els hi van administrar diàriament 100 grams de iogurt probiòtic; el segon grup format per 16 dones van prendre iogurt normal. Van passa 14 dies i es va augmentar la quantitat de iogurt a 200 grams, quantitat que va ser ingerida durant dues setmanes més. El següent pas va ser recollir tota la informació relacionada amb el sistema immunològic, la capacitat defensiva, les substàncies que actuen com a missatgeres al sistema, etc. Els resultats van ser sorprenents, l'activitat cel·lular defensiva va augmentar un 100% en ambdós casos i només hi havia una diferència, els efectes del iogurt probiòtic duraven una mica més.

Tot i que els científics no han arribat a cap acord sobre considerar el iogurt tradicional un aliment probiòtic, mundialment es coneix com a tal degut a que un dels seus bacteris si que ho és (*L. Bulgaricus*), a les seves propietats beneficioses pels humans i a les inexistent diferències que hi ha entre un iogurt tradicional i un iogurt que tots els estudis científics qualifiquen de probiòtic.

f. Els efectes negatius dels probiòtics i els aliments fortificats

Entre els anys 2000 i 2009 el consum de productes enriquits y fortificats a España ha augmentat de forma progressiva segons un estudi realitzat per la Fundació Espanyola de la Nutrició. Però, pot arribar a ser perjudicial un consum inadequat d'aquests aliments? Segons el Consell Superior de Investigacions Científiques (CSIC), la societat s'enfronta a una multitud de nous aliments que contenen components actius afegits amb l'objectiu de produir efectes beneficiosos sobre la salut, tan a curt com a llarg termini. En contraposició a aquest fet, en la majoria dels casos encara no hi ha estudis suficients que permetin realitzar una declaració de propietat saludable en relació amb determinats components o aliments.

Darrerament han sorgit diversos estudis que prevenen de la ingesta d'aquests productes. Informen de que em d'anar amb molt de compte amb els aliments que ingerim, sobretot

amb probiòtics com l'Activia de Danone (vegeu l'apartat 7.10) o similars. Aquest tipus de productes proveeixen al organisme dels bacteris que han estat afegits. Aquestes substàncies són generades normalment pel nostre organisme, però quan es subministren externament durant un temps prolongat el cos deixa d'elaborar-les i s'oblida paulatinament del que ha de fer i com, sobretot en persones menors de catorze anys.

En realitat aquestes substàncies van sorgir com un medicament, però l'industria farmacèutica les va deixar de banda perquè no eren rentables i no s'aconseguien els resultats desitjats. Així doncs, es va vendre la patent a les empreses alimentàries.

El coneixement d'aquests estudis dur a un nou plantejament sobre aquests aliments i a diverses polèmiques en la seva publicitat es veurà més endavant a l'apartat 14.

5. Bacteris acido-làctics del iogurt

Els bacteris acido-làctics (BAL) s'han utilitzat per fermentar o crear cultius d'aliments durant més de quatre mil·lennis. El seu ús més freqüent s'ha aplicat al món dels productes làctics fermentats, com el iogurt, el formatge, la mantega, el kèfir i el kumis. Constitueixen un gran conjunt de microorganismes benignes, dotats de propietats similars i es troben en grans quantitats a la natura, així com al nostre aparell digestiu. A continuació es mostra la classificació d'alguns BAL segons el gènere al que pertanyen.

Gènere	Forma	Temp. °C	Espècies
Streptococcus	Cocos	40-44	<i>S. thermophilus</i>
Lactobacillus	Bacillus	40-44	<i>Lb. Bulgaricus</i>
			<i>Lb. Helveticus</i>
		25-30	<i>Lb. Acidophilus</i>
			<i>Lb. Casei</i>
			<i>Lb. Kefir</i>
Lactococcus	Cocos	25-30	<i>Lc. Lactis</i>
			<i>Lc. Cremoris</i>
			<i>Lc. Diacerylactis</i>
Pediococcus	Cocos	25-30	<i>P. Acidilactici</i>
Leuconostoc	Ovoide	25-30	<i>Ln. Cremoris</i>
			<i>Ln. Lactis</i>
			<i>Ln. Dextranicum</i>
Bifidobacterium	Bacils o bífidus	35-38	<i>B. Breve</i>
			<i>B. Bifidum</i>
			<i>B. Longum</i>
			<i>B. Infantis</i>

Taula 5.1.- Classificació dels bacteris acido-làctics

Tots els BAL són gram positius, tolerants a l'àcid, alguns resisteixen un pH d'entre 4'8 i 9'6, no formen espores, són immòbils i tenen unes característiques metabòliques i fisiològiques comunes.

L'acció d'aquests bacteris desencadena el procés microbià de la fermentació pel qual la lactosa (sucre de la llet) es transforma en àcid làctic. A mesura que l'àcid làctic s'acumula, l'estructura de les proteïnes de la llet es va modificant i el mateix passa amb la textura del producte. Existeixen altres variables, com la temperatura i la composició de la llet, que influeixen a les qualitats particulars dels diferents productes resultats.

L'àcid làctic és també el que dóna a la llet fermentada aquest sabor lleugerament àcid. Els elements derivats dels bacteris acido-làctics sovint produeixen altres sabors o aromes característics. El acetaldehid (CH_3CHO), per exemple, dóna al iogurt el seu aroma característic, mentre que el diacetil ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$) confereix un sabor de mantega a la llet

fermentada. L'alcohol i el diòxid de carboni produïts pels llevats, com a mostra, donen al kèfir, al kumis i al labneh una frescor i una esponjositat característiques.

Pel que fa al iogurt tradicional, la seva elaboració deriva de la simbiosis entre dos bacteris: el *Streptococcus thermophilus* i el *Lactobacillus bulgaricus*, que conformen l'anomenat cultiu estarter del iogurt, ja que desencadena els processos metabòlics que fan possible la seva formació. Es caracteritzen perquè l'un estimula el creixement de l'altre. Tot seguit estudiarem més a fons com actuen aquests dos bacteris.

5.1. Teoria de la simbiosis i dels factors estimulants

L'associació durant el creixement dels dos microorganismes presents al cultiu estarter del iogurt es coneix amb el nom de simbiosis i ha estat estudiada per molts autors. Pette i Lolkema (1950) van observar que la taxa de producció d'àcid làctic era major quan s'utilitzaven cultius mixtes de *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* que quan s'utilitzava un cultiu pur. A més a més, es va observar que el nombre de *S. Thermophilus* era molt superior als cultius mixtes i, en canvi, no s'observen aquestes diferències en el *L. Bulgaricus*.

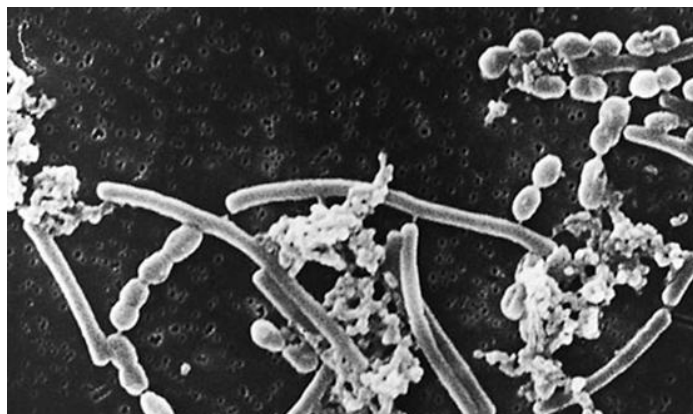


Figura 4.- Simbiosis

Aquests fets van comportar que Pette i Lolkema postulessin que la interacció entre aquests dos microorganismes era deguda a la producció de valina⁷ del *L. Bulgaricus*. No obstant, degut a les variacions de la composició química de la llet durant l'any, aquesta pot ser deficitària en alguns altres aminoàcids, per aquest motiu Pette i Lolkema van suggerir que durant la primavera el *S. Thermophilus* requereix els aminoàcids següents: leucina, lisina, cisteïna, àcid aspàrtic, histidina i valina, mentre que durant la tardor i el hivern els aminoàcids requerits són: glicina, isoleucina, tirosina, àcid glutàmic i metionina, a més dels sis mencionats anteriorment.

⁷ És un dels vint aminoàcids naturals més comuns a la Terra i, en els humans, és un dels aminoàcids essencials. La seva fórmula química és $\text{HO}_2\text{CCH}(\text{NH}_2)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$.

Altres autors com Bautista, Dahiya i Speck (1966) sostenien que el *L. Bulgaricus* estimula el creixement de *S. Thermophilus* per alliberació de glicina i histidina al medi de cultiu. Aquests autors va arribar a la conclusió que la histidina era més important que la valina. La estimulació de la glicina i la histidina però, era molt pobre en comparació amb la que van assenyalar Pette i Lolkema. Bracquart, Lorient i Alais (1978) va arribar a la conclusió de que l'esgotament de certs aminoàcids redueix l'estimulació del *S. Thermophilus* un 50%. No obstant, l'aminoàcid més efectiu és la valina.

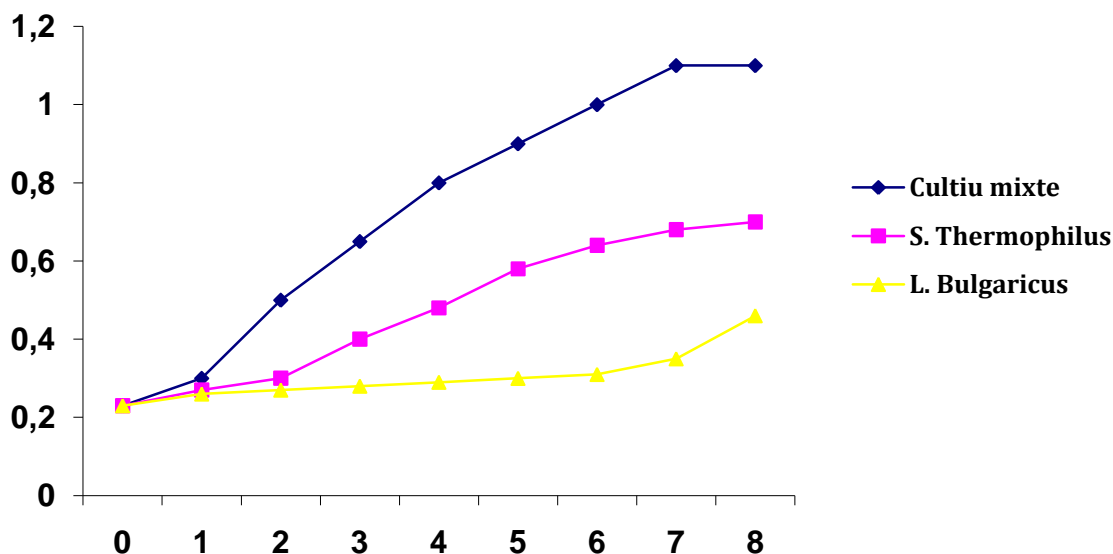


Figura 5.- Comportament d'un cultiu pur i un cultiu mixt de iogurt sembrats i incubats a 40°C en llet desnatada

Galesloot, Hassing i Veringa (1968) va investigar la relació simbiòtica inversa entre *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus*. Les seves conclusions van ser que en condicions d'anaerobiosis el primer microorganisme produeix un factor que estimula el creixement del *L. Bulgaricus*, el qual és igual, o almenys pot ser reemplaçat per l'àcid fòrmic. A més, van observar l'efecte de diversos tractaments tèrmics de la llet, trobant que en les llets sotmeses a un tractament tèrmic intens, per exemple esterilització o tractament UHT, aquesta estimulació es veia emmascarada per la formació d'un compost que podia ser reemplaçat amb igual efecte per l'àcid fòrmic. Tot i això, després del tractament normalment aplicat a la llet destinada a l'elaboració del iogurt, és a dir, de 85,90°C, el *L. Bulgaricus* necessita el factor estimulador produït pel *S. Thermophilus*. La presentació en condicions normals d'aquest efecte estimulador en la llet sotmesa a tractament d'esterilització en autoclau sembla no haver estat tinguda en compte per Pette i Lolkema i Bautista, Dahiya i Speck. La producció d'àcid fòrmic pel *S. Thermophilus* ha estat confirmada per Veringa, Galesloot i Dvelar (1968) que van demostrar que la presència d'àcid fòrmic a la llet augmenta la relació de bacils a coccus. Aquest fet coincideix amb l'efecte estimulador del creixement de *L. Bulgaricus* produït per concentracions d'àcid

fòrmic. Altres compostos estimulants produïts pel *S. Thermophilus* són l'àcid pirúvic i el diòxid de carboni.

Dels anteriors resultats es pot considerar que l'alliberació de factors estimulants dels cultius estarter té lloc durant el període d'incubació. El *L. Bulgaricus* aporta nutrients essencials per al *S. Thermophilus*, és a dir, aminoàcids, i aquest a la vegada produeix compostos com l'àcid fòrmic que estimulen el creixement i el desenvolupament del *L. Bulgaricus*.

5.2. Efectes dels agents i substàncies inhibidores

Els microorganismes del iogurt són molts sensibles a una àmplia gama de substàncies inhibidores, les quals es poden classificar de la següent manera:

a. Inhibidors naturals

A la llet existeixen sistemes antimicrobians per a protegir als lactants de les infeccions i malalties. Aquests sistemes inhibidors i la seva presència a la llet poden inhibir el creixement dels bacteris acido-làctics. Els autors Auclair, Hirsch i Berridge (1953) van assenyalar un efecte inhibidor dels cultius estarter per la llet crua així com la major activitat dels cultius quan la llet era sotmesa a pasteurització o ebullició, ja que alguns compostos inhibidors són termo-sensibles i es destrueixen per escalfament de la llet a temperatures de 68-74°C.

Un dels compostos bactericides més coneguts present a la llet és el sistema peroxidasa, constituït per lacto peroxidasa/tiocianat/aigua oxigenada (LP/SCN⁻/H₂O₂), abreviat com a sistema LP:

- La LP es sintetitza a la glàndula mamària.
- El SCN⁻ procedeix de la reacció catalitzada per l'enzim rodanasa sobre el tiosulfat al fetge i al ronyó.

- La H_2O_2 procedeix de l'activitat metabòlica de certs estreptococs o del creixement en anaerobiosis d'altres bacteris.

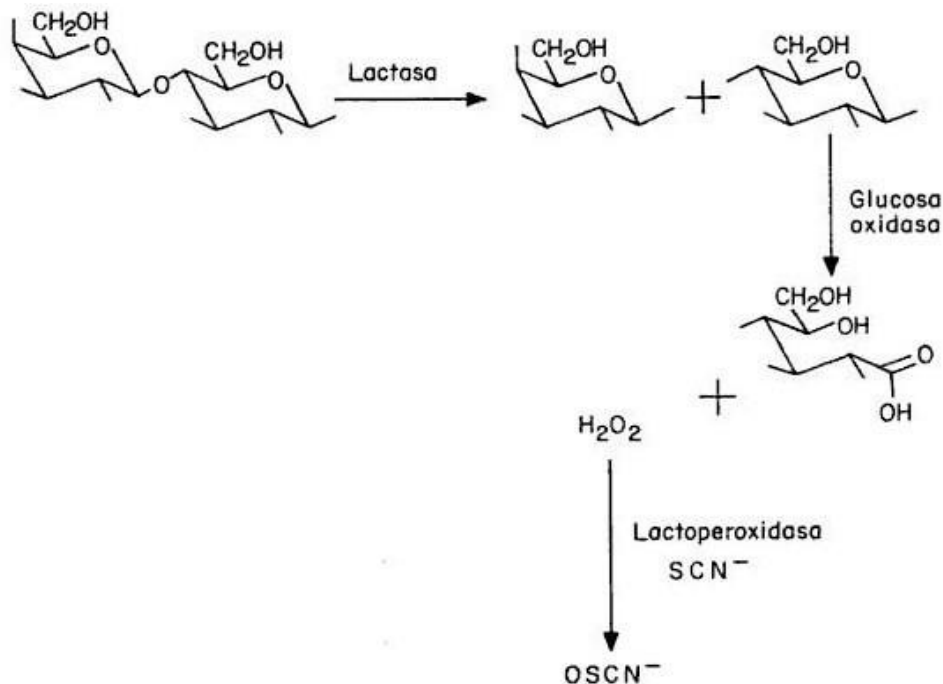


Figura 6.- Sistema peroxidasa

En aquest sistema els compostos inhibidors són els resultants d'una reacció d'oxidació en la que l'enzim LP es combina amb l'aigua oxigenada per oxidar el SCN^- . D'altra banda, el sistema queda inactiu al escalfar la llet a $85^\circ C$ motiu pel qual els tractaments tèrmics de la llet destinada a l'elaboració del iogurt ($85^\circ C$ durant 30 minuts o $90-95^\circ C$ durant 5-10 minuts) i de la llet per a la sembra dels cultius estàrter finals ($93^\circ C$ durant 2 hores) són adequats per destruir els inhibidors naturalment presents a la llet.

Altres sistemes inhibidors són: les *aglutinines bacterianes* que poden causar l'aglutinació dels microorganismes del estàrter afectant a la seva activitat metabòlica i al creixement i els *leucocits* presents a la llet que també poden inhibir els estàrter làctics per fagocitosis⁸.

b. Inhibidors químics

Existeixen un gran nombre de compostos químics de naturalesa diversa capaços d'inhibir el creixement (bactericides) o reduir l'activitat (bacteriostàtics) dels cultius estàrter del

⁸ Procés mitjançant el qual una cèl·lula especialitzada -macròfag- s'uneix a un altre microorganisme. La unió es realitza mitjançant l'emissió de pseudopodis per part del macròfag al microorganisme donant lloc al fagosoma.

iogurt. Aquests compostos poden arribar a la llet com a conseqüència d'una manipulació deficient, de negligència i/o contaminació ambiental.

i. Residus d'antibiòtics

Els antibiòtics i altres substàncies antimicrobianes són utilitzats pel tractament de diverses malalties, essent les mastitis⁹ les principalment patides pel bestiar lleter, les quals poden afectar a la qualitat de la llet i al rendiment lleter. Actualment es coneixen més de 1.000 classes d'antibiòtics. Els més utilitzats per al tractament de mastitis són: penicil·lina, estreptomicina, neomicina, cloramfenicol, tetraciclina, sulfonamida, cloxacil·lina i ampicil·lina. Depenent del tipus d'antibiòtic utilitzat, canviaran els efectes que aquests tenen sobre el *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* que poden ser:

- Interferència amb l'estructura i permeabilitat de la membrana cel·lular.
- Interferència amb el metabolisme cel·lular de les proteïnes, carbohidrats i lípids.
- Interferència amb les reaccions energètiques de les cèl·lules.
- Inhibició dels enzims i sistemes de fosforilació.
- Bloqueig de la síntesi del DNA i RNA durant la divisió cel·lular.

Després de la inoculació per via intramamària d'antibiòtics pel tractament de les mastitis del bestiar lleter, els compostos antimicrobians es retenen i es difonen gradualment a la llet. Conseqüentment, la llet produïda per les vaques a les 72 hores següents al tractament ha de ser rebutjada per dos motius: en primer lloc, els residus d'antibiòtics presents a la llet representen un risc potencial per la salut pública i en segon lloc, baixes concentracions d'antibiòtics poden afectar a l'activitat i característiques dels cultius estarter donant lloc a un iogurt de baixa qualitat o a pèrdues econòmiques dels fabricants.

El principal efecte de la presència de residus antibiòtics en la llet destinada a l'elaboració de iogurt és la desaparició de l'associació simbiòtica entre el *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* o un alentiment de la producció d'àcid làctic que podria desencadenar sinèresis¹⁰. Per evitar aquests problemes s'aconsella seguir les següents mesures:

- Utilitzar per a l'elaboració del iogurt llet que no contingui antibiòtics.

⁹ Inflamació de la glàndula mamària.

¹⁰ Expulsió d'aigua a l'exterior amb reducció del volum del coàgul.

- Addicionar penicil·linases o microorganismes productors de penicil·lina a la llet per a la inactivació de la penicil·lina residual.
- Sotmetre a la llet a un tractament tèrmic per reduir la potència d'alguns antibiòtics.
- Utilitzar microorganismes estàrter resistent als antibiòtics. No obstant, aquests cultius tenen característiques diferents, per exemple, menor taxa de producció d'àcid, aroma o incapacitat per fermentar determinats carbohidrats, canvis que poden afectar negativament a la idoneïtat dels cultius per a la seva utilització comercial.

ii. Residus de detergents i desinfectants

A les granges i a les indústries làctiques són molt utilitzats diversos detergents i desinfectants per a la neteja i desinfecció dels equips. Els detergents contenen compostos alcalins, com hidròxid sòdic, mentre que els agents desinfectants són generalment compostos a base d'amoni, clor o iode.

També es poden utilitzar per a la neteja i desinfecció àcids orgànics. La presència de residus d'aquestes substàncies a la llet pot atribuir-se principalment a dos causes: la primera és la negligència i maneig descuidat o errors en el sistema de neteja; la segona és el costum d'alguns productors d'afegir compostos antimicrobians a la llet per facilitar la seva conservació. Aquesta pràctica no és aconsellable per raons de salut pública i perquè pot afectar negativament l'activitat i el creixement dels cultius estàrter.

iii. Contaminació ambiental

S'ha assenyalat la presència de residus d'insecticides a la llet com a resultat d'una contaminació d'aquesta posterior al munyiment o a la secreció de llet ja contaminada degut a l'alimentació del bestiar amb aliments tractats amb insecticides per evitar les plagues.

La majoria d'insecticides, com N-metilcarbonat, inhibeixen el creixement dels microorganismes estàrter del iogurt. Tanmateix, no tenen gairebé cap efecte sobre la producció d'àcid làctic dels cultius estàrter. S'observen però, canvis en la morfologia de les cèl·lules després de diverses sèries. El *L. Bulgaricus* incubat en llet amb insecticides presenta les següents variacions: els bacils són més llargs, més amples o més estrets i presenten un protoplasma més compacte i freqüentment un aspecte porós de la paret cel·lular.

c. Bacteriòfags

Els bacteriòfags són virus que ataquen i destrueixen els microorganismes del iogurt amb la consegüent incapacitat per produir àcid làctic, el que condueix a un procés de coagulació

de la llet deficient. L'interès per la presència d'aquests virus als cultius làctics estarter mesòfils¹¹ s'ha intensificat notablement en els últims anys per diverses raons: primera, perquè la producció mundial de iogurt s'ha vist incrementada i els errors en la producció suposen importants pèrdues econòmiques i segona, perquè l'elaboració de iogurt s'ha centralitzat i la contaminació per bacteriòfags es pot convertir en un greu problema.

5.3. Bioquímica de la fermentació làctica

Els microorganismes mantenen els seus cicles vitals mitjançant un gran número de complexes rutes metabòliques, amb funcions biosintetitzadores i energètiques. Cada ruta metabòlica comprèn múltiples reaccions regulades per diferents sistemes enzimàtics. Per tant, és la síntesi i l'activitat dels enzims la que manté i controla les funcions de la cèl·lula microbiana. Un dels mecanismes de regulació és degut als compostos de baix pes moleculars resultants de la degradació dels nutrients (carbohidrats, proteïnes, lípids i altres constituents minoritaris) presents al medi de cultiu. La composició d'aquest té gran importància en relació amb el creixement microbià i, en el cas del iogurt, el seu efecte sobre el metabolisme i el creixement de *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus* influeix, a més a més, sobre les propietats i característiques del producte. Per aquest motiu, les reaccions químiques dels microorganismes del iogurt són fonamentals per a l'elaboració d'un producte d'alta qualitat. Seguidament les estudiarem amb detall.

a. Metabolisme dels carbohidrats

Els microorganismes cobreixen les seves necessitats energètiques per diferents vies, per exemple el sistema citocrom de transport d'electrons, el cicle dels àcids tricarboxílics o la fermentació. Els bacteris acido-làctics no disposen de cap dels dos primers sistemes mencionats, consegüentment només poden obtenir energia a través de la fermentació dels carbohidrats, essent la lactosa l'únic sucre present a la llet i utilitzat per aquest fi pels microorganismes del iogurt.

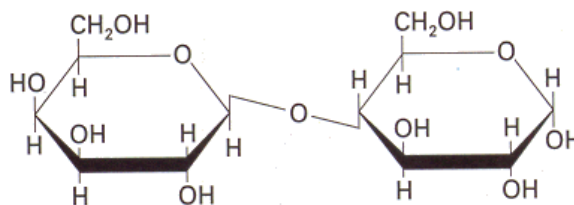


Figura 7.- Lactosa

¹¹ Organismes que tenen una temperatura òptima de creixement entre 20°C i 45°C.

El catabolisme de la lactosa pel *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* té lloc a l'interior de la cèl·lula microbiana, per això el pas inicial és el transport de les molècules de lactosa a través de la paret cel·lular.

En alguns casos, el transport de lactosa a través de la paret cel·lular requereix que la lactosa sigui fosfatada (Lactosa-P), això implica la participació del sistema fosfotransferasa. Un cop a l'interior de la cèl·lula, s'hidrolitza fins a D-glucosa i galactosa-6P. La glucosa és metabolitzada fins a piruvat, procés que rep el nom de glucolisis. Posteriorment, el piruvat passa a àcid làctic gràcies a l'acció l'enzim lactat-deshidrogenasa. Aquests passos corresponen als de la ruta glucolítica normal. El metabolisme de la galactosa-6P es diferencia del de la glucosa en que, en primer lloc, es convertida a gliceraldehid-3P i, en segon lloc, el gliceraldehid-3P és catabolitzat fins a piruvat i àcid làctic pel cicle glucolític. Si aquestes rutes metabòliques i de transport són les que tenen lloc als microorganismes del iogurt és un fet que encara no es coneix amb seguretat.

Resulta més probable que el transport de la lactosa a través de la paret cel·lular de *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* sigui mitjançant l'acció de l'enzim galactosa-permeasa, que hidrolitza la lactosa a l'interior de la cèl·lula fins a D-glucosa i β -D-galactosa. La D-glucosa és metabolitzada fins a àcid làctic, però l'evidència del cúmul de galactosa en el iogurt indica que aquest monosacàrid no és intensament metabolitzat i passa al medi a través de la membrana cel·lular. No obstant, s'ha assenyalat la presència d'uns segons enzims, el β -gal i el β -Pgal, que determinen que la hidròlisis intracel·lular de la lactosa doni lloc a D-glucosa, β -D-galactosa i/o galactosa-6P.

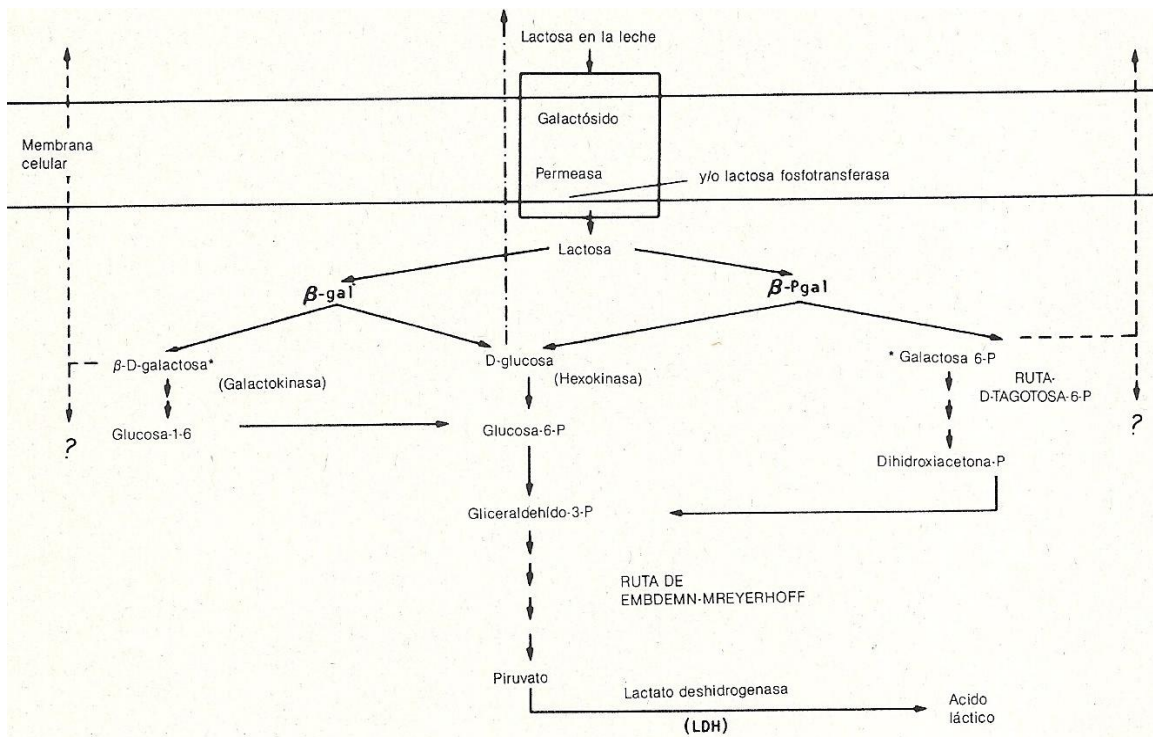
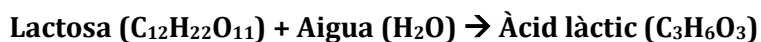


Figura 8.- Rutes principals d'utilització de la lactosa pel *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus*

Com ja sabem, el catabolisme de la lactosa pel *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* determina principalment la producció d'àcid làctic i, tot i que el procés comprèn moltes reaccions bioquímiques, es pot simplificar amb la següent equació:



La importància de l'àcid làctic en l'elaboració del iogurt es deu als següents motius: en primer lloc, contribueix a la desestabilització de les micel·les de caseïna mitjançant el pas del fosfat i del calci d'un estat col·loïdal (micel·les) a una forma soluble, donant lloc a la formació del gel que constitueix el iogurt; en segon lloc, l'àcid làctic proporciona al iogurt el seu sabor característic, és a dir, àcid, podent també contribuir a l'aroma del producte.

Els bacteris acido-làctics posseeixen l'enzim lactat-deshidrogenasa (LDH), que catalitza la síntesi de lactat a partir de l'àcid pirúvic. El LDH es localitza al citoplasma de la cèl·lula bacteriana i la seva activitat depèn, en els microorganismes del iogurt, del NAD (nicotina adenina dinucleòtid)/NADH (forma reduïda del NAD).

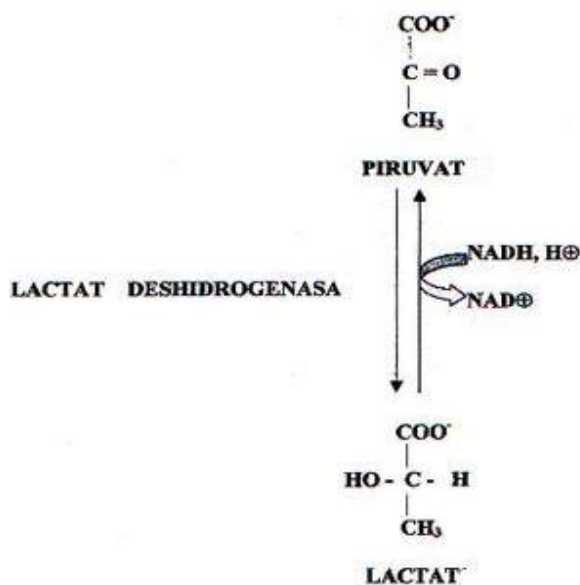


Figura 9.- Síntesi de lactat a partir d'àcid pirúvic

Els compostos produïts pels cultius estarter que contribueixen a l'aroma del iogurt poden ser agrupats en quatre categories:

- Àcids no volàtils, com el làctic, pirúvic o oxàlic.
- Àcids volàtils com el fòrmic, l'acètic o butíric.
- Un grup en el que s'inclouen substàncies com aminoàcids i/o altres compostos formats per degradació de les proteïnes, el greix o la lactosa per acció de la temperatura.

Els resultats de diversos estudis organolèptics manifesten que el gust típic del iogurt natural està directament associat amb la presència de compostos carboxil, principalment acetaldehid, en el producte final. Durant el procés d'elaboració del iogurt, la formació d'acetaldehid es fa evident tan sols en determinats valors d'acidesa. L'enriquiment de la llet destinada a l'elaboració del iogurt amb extracte sec làctic i determinats tractaments tèrmics de la mescla base pot augmentar considerablement la concentració d'acetaldehid al iogurt. No obstant, les pèrdues d'acetaldehid al iogurt acabat després d'un emmagatzemament de 24 hores, depenen del tipus de llet utilitzada pel la seva elaboració. Per exemple, al iogurt elaborat amb llet sencera gairebé no varia la concentració d'acetaldehid, mentre que aquesta disminueix que s'elabora a partir de llet desnatada. D'altra banda, la concentració també pot canviar en funció de l'espècie animal de la que prové la llet.

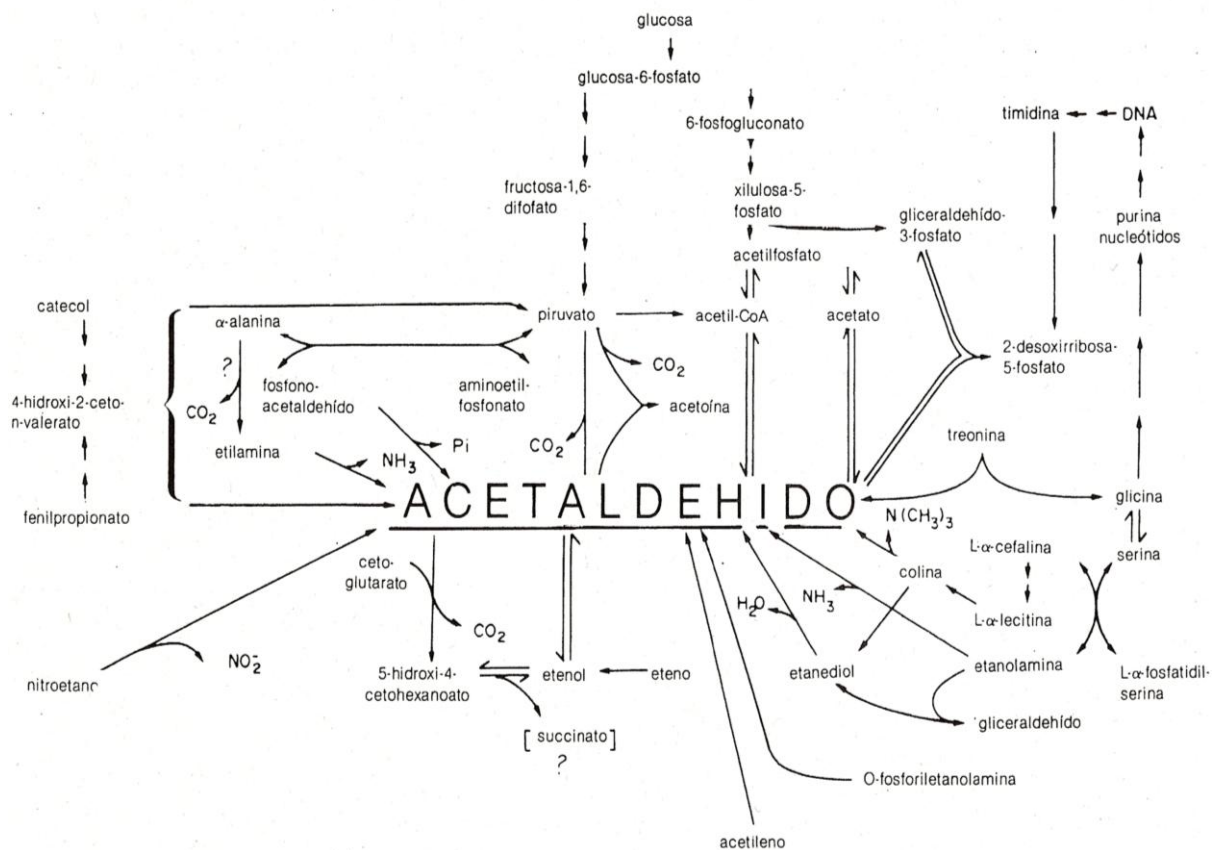


Figura 10.- Reaccions conegudes en les que participa l'acetaldehid

En resum, podem afirmar que la formació d'acetaldehid i altres compostos aromàtics pel *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* al iogurt, té lloc en el curs de la fermentació i les concentracions finals depenen de la presència d'enzims (treonina i metionina principalment) capaços de catalitzar la formació de compostos carboxil a partir de diversos components de la llet.

b. Metabolisme proteic

Encara que els cultius estarter del iogurt són dèbilment proteolítics, el *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* poden provocar durant la fermentació un significatiu grau de proteòlisis, activitat important per les següents raons:

- La proteòlisis enzimàtica de les proteïnes de la llet determina l'alliberació de pèptids de mida variable i d'aminoàcids lliures i aquests canvis afecten a l'estructura física del iogurt.
- Com ja s'ha dit anteriorment, l'alliberació d'aminoàcids a la llet resulta essencial pel creixement de *S. Thermophilus*.
- Tot i que els aminoàcids i pèptids no contribueixen directament en el desenvolupament del gust del iogurt, actuen com a precursors de multitud de reaccions que condueixen a la formació de compostos responsables d'aquest.

La diversitat de productes alliberats com a conseqüència de la proteòlisis depèn de dos factors principals: la composició de la fracció proteica de la llet i el tipus de enzims proteolítics dels microorganismes.

La fracció nitrogenada de la llet està constituïda per la caseïna, les proteïnes del sèrum i els compostos nitrogenats no proteics. Els constituents essencials de les proteïnes són els aminoàcids, havent-ne estat identificats uns 19-20 diferents en les proteïnes làctiques, sent la seva estructura la següent:

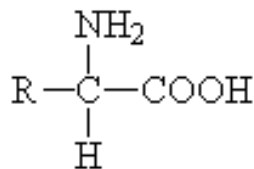
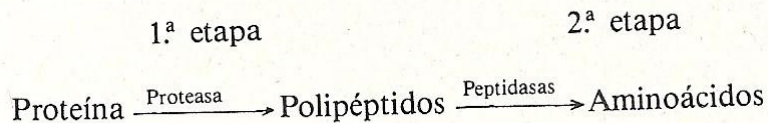


Figura 11.- Estructura d'un aminoàcid

Un conjunt d'aminoàcids formen una cadena peptídica. La formació d'aquesta suposa la pèrdua d'una molècula d'aigua per la unió de dos aminoàcids. Els enllaços entre aminoàcids es coneixen amb el nom d'enllaços peptídics: -NH.CO-. A més, les cadenes polipeptídiques es mantenen unides les unes amb les altres per diferents tipus enllaç, com ponts d'hidrogen, enllaços covalents i enllaços no covalents, per així donar lloc a una molècula proteica.

Els enzims proteolítics, com el seu propi nom indica, tenen una acció específica, essent la seva funció catalitzar la hidròlisis dels enllaços peptídics que mantenen l'esquelet de la molècula proteica. Els enzims que actuen sobre els enllaços peptídics es coneixen com

peptido-hidrolases i aquests es divideixen en proteases i peptidases. La hidròlisi de les proteïnes fins a aminoàcids té lloc principalment en dues etapes:

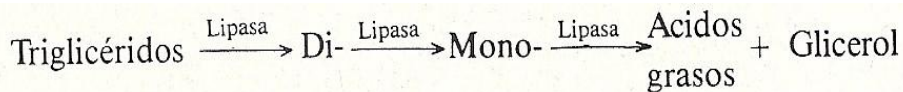


Ambdós microorganismes del iogurt posseeixen diverses peptidases i proteases. L'activitat peptidasa del *S. Thermophilus* és superior a la del *L. Bulgaricus*, però la capacitat per hidrolitzar la caseïna mitjançant l'activitat proteasa és molt superior en els lactobacils. Per tant, l'activitat de la proteasa del *L. Bulgaricus* hidrolitza les caseïnes, donant lloc a polipèptids que són degradats per les peptidases del *S. Thermophilus* fins a l'alliberació dels aminoàcids constituents.

El perfil de compostos nitrogenats del iogurt produïts mitjançant la proteòlisi canvia, en comparació amb el de la llet de partida, com a conseqüència de l'activitat proteolítica del *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus*, tan durant la fermentació com durant l'emmagatzematge del producte en refrigeració, tot i que en menor grau en aquest últim cas. El canvi bàsicament suposa un augment en la concentració de compostos nitrogenats solubles, que inclou l'alliberació de pèptids i aminoàcids a partir de proteïnes.

c. Metabolisme lipídic

Els acilglicerols representen el 96-98 % dels lípids de la llet, la resta són fosfolípids, esterols, vitamines liposolubles (A, D, E, K), àcids grassos, ceres i esqualè. Generalment, la hidròlisi enzimàtica dels lípids de la llet té lloc a nivell dels enllaços ester. Els enzims es coneixen com lipases i la seva acció es pot esquematitzar de la següent manera:



Les lipases del iogurt poden provenir del cultiu estàrter o dels microorganismes contaminants que resisteixen el tractament tèrmic de la llet. Les lipases pròpies de la llet s'inactiven a les temperatures de pasteurització. Per tant, qualsevol disminució en el percentatge de greix, augment en la concentració d'àcids grassos i increment en la concentració d'àcids grassos volàtils al iogurt, es pot atribuir al metabolisme lipídic dels microorganismes, incloent el *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus*. A banda d'això, abans d'avaluar el paper de les lipases dels microorganismes és necessari saber quins factors poden condicionar la intensitat de la lipòlisi: el contingut en greix del iogurt i l'homogeneïtzació.

El contingut en greix del iogurt varia des de <1% fins a >4,5% segons els països en funció de les normes legals essent major el grau de lipòlisis als iogurts amb un elevat contingut en greix.

L'homogeneïtzació s'efectua sobre la mescla base i és àmpliament aplicada a nivell industrial per dos motius: reduir la mida dels glòbuls de greix i així evitar la separació del greix de la llet durant la incubació i per millorar la viscositat i la textura del producte. No obstant, la intensitat de la lipòlisis en la llet homogeneïtzada és molt superior a la que té lloc a la llet no homogeneïtzada, degut en gran part a la destrucció de la membrana del glòbul gras. Tot i que els cultius estarter del iogurt produeixen un limitat grau de hidròlisis del greix, aquest pot ser suficient pel desenvolupament del aroma final del producte.

La lipòlisis comporta bàsicament canvis de la concentració d'àcids grassos lliures i esterificats i també en la concentració d'àcids grassos volàtils.

d. Metabolisme de les vitamines

La llet conté vitamines hidrosolubles i liposolubles. A la Taula 9.2 de l'apartat 9 s'indiquen les concentracions d'aquestes vitamines a la llet sencera i desnatada i el iogurt obtingut a partir d'aquestes. Les concentracions de les vitamines experimenten modificacions durant el procés d'elaboració del iogurt pels següents motius:

- Disminució:

A causa d'un excés d'oxigen en la dissolució i/o tractament tèrmic moderat de la llet, essent les vitamines C, B6, B12 i l'àcid fòlic les més susceptibles. També degut a un tractament tèrmic de la llet massa intens, per exemple l'ebullició durant 5 minuts, determina una pèrdua encara major de les vitamines nombrades. D'altra banda, els estarter del iogurt utilitzen part de les vitamines presents a la llet durant la fermentació per cobrir les seves necessitats de creixement. Aquest factor contribueix a la disminució del valor nutritiu del producte. Finalment algunes vitamines disminueixen durant l'emmagatzematge del iogurt a temperatura de 4°C, per exemple la vitamina B12.

- Augment:

Les vitamines en les que augmenta la seva concentració durant el procés d'elaboració del iogurt són la niacina i l'àcid fòlic, com a conseqüència d'una activa síntesi d'aquestes pels cultius estarter. Encara que s'ha arribat a un acord general sobre la disminució de la concentració de vitamina B12 durant el procés de producció del iogurt, s'ha descobert que algunes espècies del gènere *Lactobacillus* i alguns estarter del iogurt la poden sintetitzar.

A la vista d'aquesta evidència és més segur considerar que el *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* sintetitzen niacina i àcid fòlic i, en menor grau, vitamina B6 durant la producció

del iogurt, essent interessant considerar les possibles rutes metabòliques de síntesis d'aquestes vitamines.

i. Biosíntesis de l'àcid fòlic (Folacina)

La denominació de "grup de l'àcid fòlic" és el nom genèric que fa referència a 10 compostos diferents que comparteixen una unitat bàsica estructural a un nombre variables de restes d'àcid glutàmic. Tots ells contenen àtoms de carboni, hidrogen, oxigen i nitrogen, com per exemple:

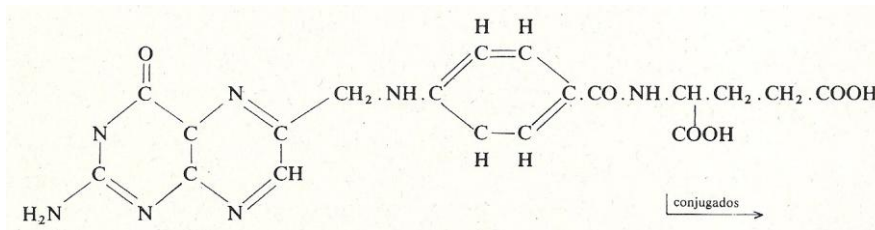


Figura 12.- Àcid fòlic

Molts organismes necessiten folacina com a factor de creixement. Aquesta vitamina actua de coenzim en moltes reaccions bioquímiques, com activador i transportadors de unitats carbonades durant l'oxidació i participa en el metabolisme de les purines, pirimidines i alguns aminoàcids. Tot i això, les rutes biosintètiques del àcid fòlic pel *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* no han estat ben caracteritzades i s'ha suggerit que la síntesis d'aquest compost en el animals, vegetals i microorganismes implica les següents reaccions bioquímiques:

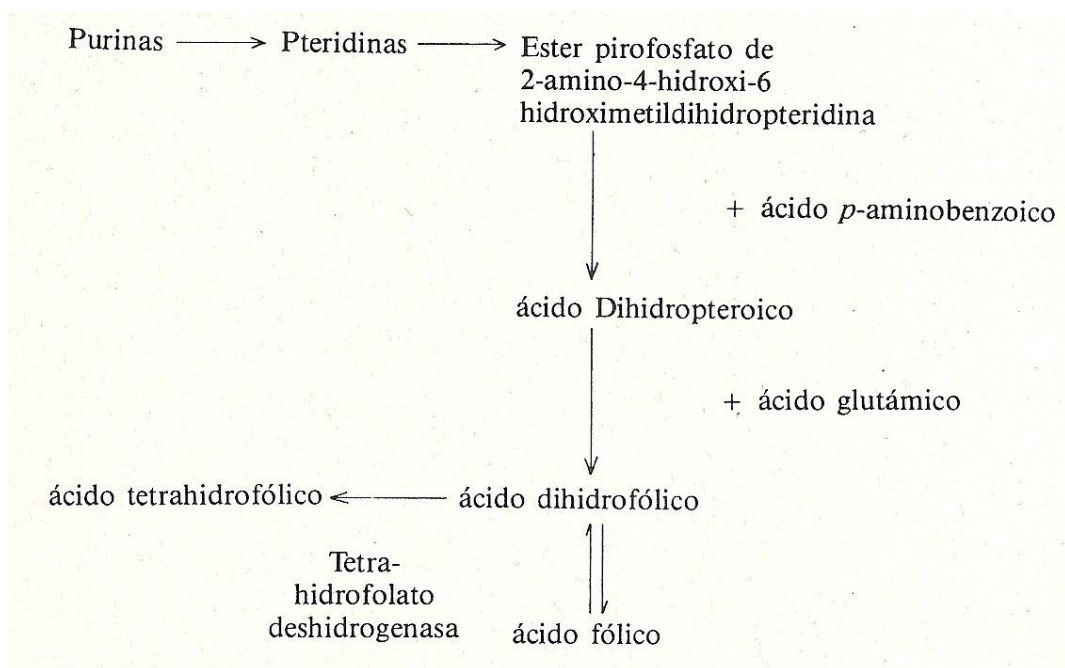


Figura 13.- Síntesi de l'àcid fòlic

ii. Biosíntesis de la niacina

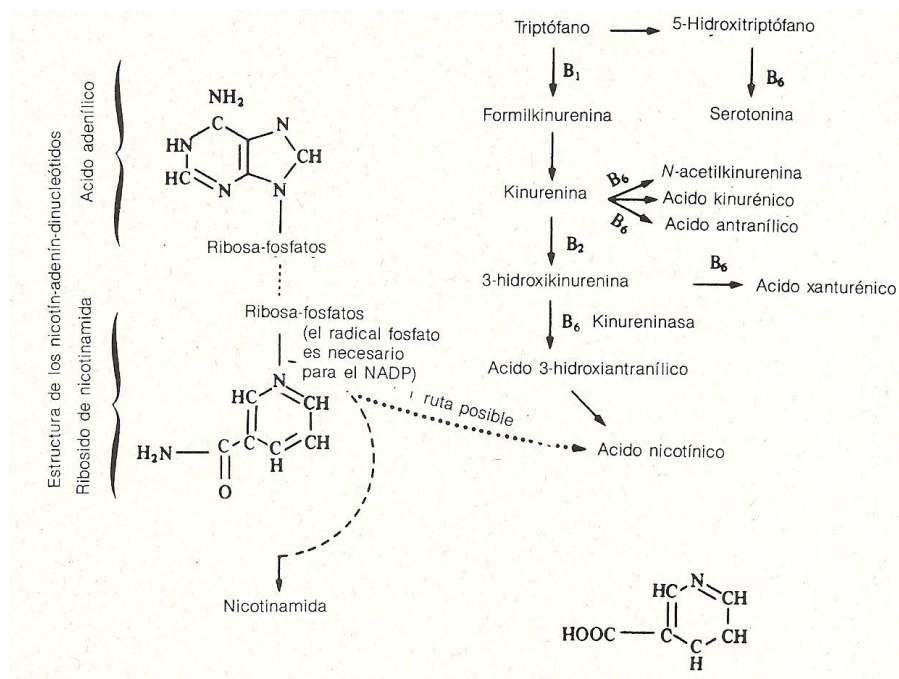


Figura 14.- Rutes de la síntesi de niacina pels microorganismes estàrters

Quan ens referim a l'activitat de la niacina, parlem de la exhibida per l'àcid nicotínic i la nicotinamida. El primer compost forma part de l'estructura de dos importants coenzims, NAD i NADP. Aquests dos enzims són essencials per un gran nombre de reaccions bioquímiques d'oxidació-reducció. La biosíntesi d'aquests nucleòtids implica les següents etapes: primer, la síntesi de la porció glucídica (possiblement a partir dels sucre de la llet) i, segon, la síntesi de la base púrica o pirimidínica. En ocasions, després de la formació del NAD o el NADP, la fracció nicotinamida pot ser alliberada com a resultat de la degradació dels nucleòtids. En qualsevol cas, alguns bacteris poden sintetitzar àcid nicotínic a partir del metabolisme o degradació del triptòfan, ruta dependent de la disponibilitat de diverses vitamines, com la tiamina, la riboflavina i la vitamina B6, necessàries per activar els enzims implicats. Donat que el *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* utilitzen aquestes vitamines i que no s'observa un cúmul de triptòfan al iogurt, és possible que aquests microorganismes utilitzin aquestes vitamines per a la síntesi de niacina. En vista de l'escassa informació sobre aquest aspecte, l'esquema anterior només inclou alguna de les possibles rutes de la síntesi de la niacina pels cultius estàrter del iogurt.

iii. Biosíntesis de la vitamina B6

La piridoxina, el piridoxal i la piridoxamina presenten activitat vitamínica B6. Aquests compostos posseeixen una estructura similar, basada en un anell pirimidina.

No es disposa d'informació sobre la biosíntesi del anell pirimidina pels microorganismes, els vegetals o els animals, però es sap que les diferents formes de vitamina B6 es poden convertir les unes amb les altres segons l'esquema que es presenta a continuació:

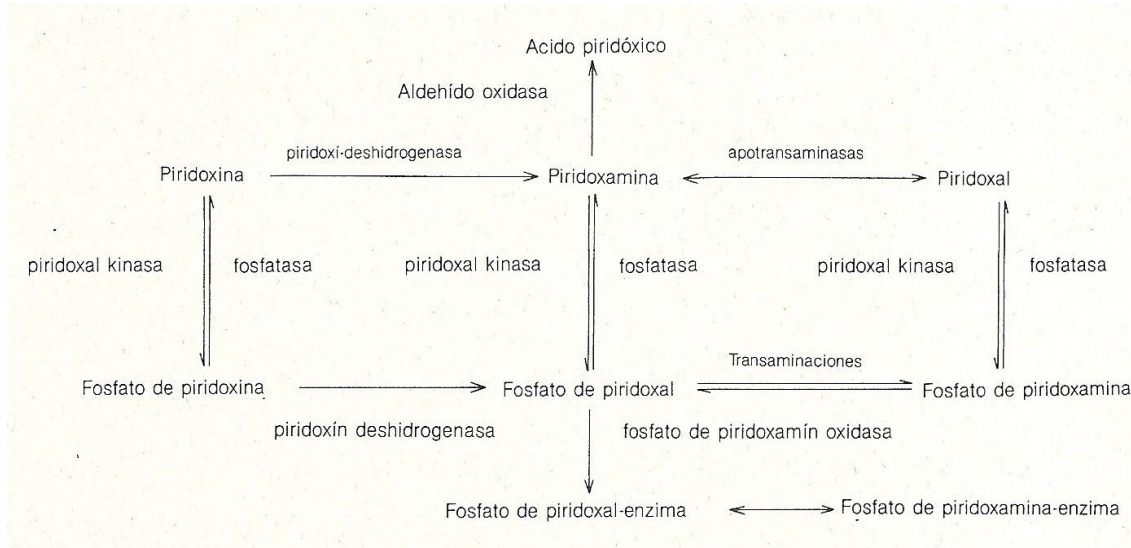


Figura 15.- Transformació de la vitamina B6

En vista de l'escàs coneixement que es té sobre la síntesi de vitamina B6, és difícil suggerir les rutes metabòliques de biosíntesi d'aquesta vitamina pel *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus*.

e. Altres modificacions

L'activitat biològica del *S. Thermophilus* i el *L. Bulgaricus* durant l'elaboració del iogurt és molt complexa, essent precís dur a terme més investigacions per saber algunes de les rutes metabòliques d'aquests microorganismes. En qualsevol cas es sap que la llet experimenta nombroses transformacions. Algunes d'aquestes modificacions addicionals dels constituents de la llet són: la disminució de la concentració d'àcid cítric i de les concentracions d'àcid hipúric i l'augment de la concentració d'àcid acètic i succínic.

Un altre compost present a la llet i al iogurt és l'àcid 4-uracil-carboxílic, conegut com àcid oròtic. Aquest compost es metabolitza pels cultius estarter del iogurt, més probablement pel *L. Bulgaricus*, i es redueix el seu contingut a la llet un 50%. Tot i això, l'àcid oròtic posseeix significatives propietats terapèutiques ja que, juga un paper important en la biosíntesi dels àcids nucleics.

Finalment la presència d'altres metabòlits, per exemple la β -galactosidasa i diversos agents antitumorals i anticancerígens, no han de ser oblidats perquè poden tenir valor mèdic o terapèutic.

5.4. Producció i conservació dels cultius estàrter

En l'actualitat l'elaboració del iogurt està més centralitzada que al passat. L'èxit de la producció depèn directament de les tècniques de processat utilitzades, però és la correcta selecció, conservació, manipulació i sembra dels cultius estàrter el que permet normalitzar i mantenir una qualitat uniforme del producte final. Els cultius microbians es guarden en petites quantitats conegudes com *cultius de reserva*. Quan aquests cultius es reactiven per a la seva utilització a les indústries làctiques, s'utilitzen sistemes de sembra a gran escala amb l'objectiu d'obtenir el volum necessari. Els cultius de reserva i els cultius mare es sembren al laboratori, però l'intermedi i el final es preparen a la sala de cultius estàrter de la indústria.

Els cultius estàrter es sembren en medis estèrils, principalment llet, en condicions d'asèpsia¹², podent mantenir-se la seva activitat aplicant alguns dels següents mètodes: primer, reduint o controlant l'activitat metabòlica dels microorganismes mitjançant la refrigeració; segon, a través de la concentració i separació dels microorganismes dels productes residuals del seu metabolisme.

Per tal de conservar-los s'apliquen diversos mètodes com la concentració dels bacteris, la deshidratació o la congelació. Per tant la viabilitat dels microorganismes conservats depèn: del medi de cultiu base, les condicions de deshidratació o congelació, la velocitat de descongelació, el mètode de concentració, etc. Aquest últim aspecte, conegut com a concentració de biomassa, és de gran importància. El nombre de bacteris per unitat de pes o volum es determina mitjançant el recompte de les colònies en medis sòlids després d'una sèrie de dilucions.

Una de les principals claus de l'èxit en la preparació dels cultius estàrter és la producció de cultius actius, o sigui, de cultius constituïts per un gran nombre de cèl·lules viables per a que el procés de fermentació comenci com més aviat millor. Durant el cultius dels microorganismes del iogurt, les cèl·lules es divideixen, augmentant el nombre total fins a un cert nivell i, posteriorment, comencen a "morir". La multiplicació cel·lular es divideix en quatre fases:

- **Fase de latència.** És la fase que segueix a la sembra de la llet. Aquest temps de latència de l'activitat bacteriana es pot atribuir al ajust o adaptació dels organismes al nou medi.

¹² Condició lliure de microorganismes que produeixen malalties o infeccions.

- **Fase logarítmica.** Durant aquesta fase les cèl·lules presenten la seva màxima activitat o temps de generació.

- **Fase estacionària.** A partir d'un moment determinat el nombre de cèl·lules viables es manté constant degut a la falta de nutrients i al cúmul de productes del metabolisme bacterià (àcid làctic) a la llet, existint un equilibri entre el nombre de cèl·lules "velles" que moren i el nombre de cèl·lules que es generen.

- **Fase de mort.** El nombre de cèl·lules viables disminueix degut a les condicions desfavorables del medi.

Es pot afirmar amb seguretat que existeix una relació directa entre l'activitat dels estàrter i la seva "edat". Un cultiu actiu es troba a la corba de creixement entre la fase logarítmica i el començament de la fase estacionària.

6. Elaboració del iogurt comercial estàndard

El procés d'elaboració del iogurt és un art molt antic que data de fa milers d'anys, com s'explica a l'apartat 2, però fins al segle XIX no es coneixien els fonaments de les fases de la producció. La supervivència d'aquest procés al llarg dels segles s'atribueix a que la producció s'efectuava a petita escala de forma tradicional i el mètode era tramés de generació en generació. Tanmateix, en les últimes dècades aquest procés s'ha racionalitzat molt degut als descobriments i avenços en diverses disciplines, com per exemple: microbiologia i enzimologia, física i enginyeria i química i bioquímica.

A continuació estudiarem el mètode tradicional i el mètode que s'utilitza en la indústria per elaborar el iogurt comercial estàndard. Tindrem en compte que dins del iogurt comercial, es poden englobar tres categories: en primer lloc, el iogurt natural, ensucrat o edulcorat. En el cas de ser ensucrat se l'hi afegeix sucre, si es edulcorat se l'hi afegeixen els edulcorants autoritzats com ara xarop de glucosa, fructosa, sucre invertit, etc. Després trobem el iogurt amb fruites i aromatitzat que se li afegeixen fruites, sucres o altres productes naturals. Finalment, el iogurt aromatitzat o de sabors és al qual se l'hi ha afegit agents aromàtics autoritzats.

El iogurt tradicional mostra alguns inconvenients com són:

- Les repetides sembres del cultiu estàrter tendeixen a estabilitzar la relació entre el *Streptococcus thermophilus* i el *Lactobacillus bulgaricus*, per tant sorgir comportar mutacions.
- La baixa temperatura d'incubació (temperatura ambient), determina una lenta acidificació de la llet (18 hores o més). Aquets fet pot tenir efectes secundaris que afectin negativament sobre la qualitat del producte.
- No permet controlar la concentració d'àcid làctic produïda durant la fermentació.

Tot i que presenta certs inconvenients, és obvi que el procés tradicional ha estat la base fonamental per l'actual producció industrial del iogurt. Les modificacions bàsiques es basen en:

- La puresa dels cultius estàrter dels iogurts obtinguts a partir de cases comercials provinents de centres d'investigació.
- La capacitat dels treballadors de les indústries làctiques per sembrar la llet esterilitzada amb aquests cultius en condicions escèptiques, aconseguint els estàrter realment actius.

- La possibilitat de controlar amb precisió la temperatura d'incubació i així determinar el desenvolupament de l'acidesa a la llet.

6.1. Elaboració tradicional

Per a l'elaboració artesanal del iogurt tan sols es necessita llet sencera i iogurt natural o desnatat. El procés consisteix en posar la llet a escalfar fins a 85-90°C i mantenir aquesta temperatura durant cinc minuts per aconseguir l'extracte sec desitjat. Tot seguit es deixa refredar fins als 40-45°C. És important realitzar tot aquest procés per evitar que quedin bacteris vius que puguin malmetre el iogurt. Quant la llet està tèbia, es posa en un recipient que no sigui metàl·lic, és a dir, de vidre o de fang, s'agregen dos cullerades de iogurt natural i es remena bé per a que es dissolgui. Seguidament es tapa el recipient amb una tapa o un mocador i es deixa reposar durant 6-7 hores mantenint la mateixa temperatura i evitant que es refredi. Un cop ha transcorregut aquest temps, la llet ha d'haver coagulat de forma homogènia, aquest procés rep el nom de fermentació. Si no és així, si la llet està poc coagulada i el seu sabor és lleugerament àcid, l'hi falta reposar una mica més. Quan el iogurt està llest desprèn un suau aroma làctic típic d'aquest producte. Llavors es posa al frigorífic i ja està a punt per menjar.

El iogurt posat al frigorífic té una durada d'aproximadament una setmana; tanmateix, el iogurt industrial té una durada de tres a quatre setmanes a conseqüència de l'addició de conservats tal i com veurem més endavant.

Escalfar la llet fins a 85-90°C durant cinc minuts

Refredar la llet fins a 40-45°C

Afegir cultiu estàrter (iogurt)

Deixar reposar durant 6-7 hores

Refrigerar

Consumir

Taula 6.1 Elaboració tradicional del iogurt

6.2. Elaboració industrial

Tot i que l'elaboració tradicional és força senzilla, la industrial consta de més passos a seguir:

a. Tractament de la mescla base

i. La llet com a matèria primera

Per a la producció de iogurt s'ha utilitzat llet de diferents espècies animals. Tal i com es mostra en la taula, la composició de la llet varia segons l'espècie, i per tant també variarà la qualitat del iogurt. Per exemple, les llets amb un elevat contingut en greix, com la d'ovella o búfala, donen lloc a un iogurt més ric i cremós comparat amb el iogurt elaborat a partir de llets amb baix contingut en greix o llets desnatades. La lactosa de la llet és la font d'energia per als microorganismes estarter del iogurt, però les proteïnes desenvolupen un paper essencial per a la formació del coàgul i per tant, la consistència i la viscositat del producte estan relacionades amb la concentració de la proteïna present. El iogurt elaborat a partir de llet d'egua o burra no enriquida és menys viscos que el elaborat amb llet d'ovella.

Espècies	Aigua	Greix	Proteïna	Lactosa	Cendres
Búfala	82,1	8,0	4,2	4,9	0,8
Camella	87,1	4,2	3,7	4,1	0,9
Vaca	87,6	3,8	3,3	4,7	0,6
Cabra	87,0	4,5	3,3	4,6	0,6
Egua	89,0	1,5	2,6	6,2	0,7
Ovella	81,6	7,5	5,6	4,4	0,9

Taula 6.2 Composició química de la llet de diferent espècies

Tot i que el sabor del iogurt és el resultat de complexes reaccions bioquímiques degudes a l'activitat dels microorganismes, el sabor de la llet varia d'unes espècies a les altres i es reflecteix al producte final. A conseqüència de que la major part dels països disposen de grans quantitats de llet de vaca estudiarem el procés d'elaboració del iogurt emprant aquesta llet.

La composició de la llet de vaca canvia segons la raça de l'animal. Inevitablement, dins d'una mateixa raça, també varia segons la selecció de l'animal, la lactància, l'edat de la vaca, les infeccions, l'alimentació, les condicions climàtiques, l'estació de l'any o inclús el temps transcorregut entre les muntides. Per evitar els efectes d'aquestes variacions intrínseques de la composició de la llet s'ha de recórrer a la normalització d'aquesta amb la finalitat de:

- Complir les especificacions exigides per la normativa legal de la composició del iogurt que veurem més endavant, és a dir, el contingut mínim en greix i/o extracte sec magre.
- Normalitzar la qualitat del iogurt, per tant, l'acidesa, la suavitat i la consistència/viscositat del coàgul, a fi de satisfer les exigències dels consumidors. Els dos primer factors poden ser controlats durant les diferents fases de producció, però la consistència/viscositat del iogurt està controlada per la concentració de proteïnes a la llet, pel que l'enriquiment d'aquesta amb extracte sec magre és un factor d'importància fonamental.

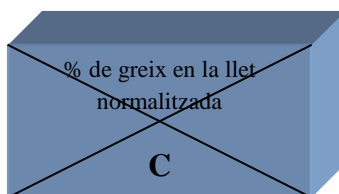
ii. **Eliminació de les cèl·lules i contaminants presents a la llet**

La llet pot contenir cèl·lules epitelials procedents de la glàndula mamària de la vaca i, en alguns casos, per la falta de cura durant l'obtenció de la llet, aquesta queda exposada a la contaminació de palla, fulles, llavors, excrements, etc. L'objectiu principal dels productors de llet és eliminar aquests contaminants per garantir una màxima qualitat dels productes elaborats i, malgrat que a les vaqueries i indústries làctiques s'utilitzen diversos mètodes, el sistema més generalitzat per aquesta depuració física és la filtració. No obstant, aquest sistema té algunes limitacions, entre altres, que només permet eliminar les impureses macroscòpiques presents a la llet.

La utilització de separadors bacteriòfags en el procés d'elaboració del iogurt no és estrictament necessària, ja que el tractament tèrmic al que es sotmesa la mescla base és suficient per eliminar o com a mínim reduir notablement el nombre de microorganismes presents a la llet. Per tant, l'ús de tamisos de tela per filtrar la llet crua resulta més que suficient, encara que en algunes ocasions, quan s'utilitzen productes làctics en pols per augmentar el contingut en extracte sec de la llet és precís utilitzar tamisos de tela metàl·lica que permetin a més separar les partícules de llet en pols aglomerades i no dissoltes.

iii. **Normalització del contingut en greix de la llet**

% de greix en A



(B-C) o (C-B)= D parts de A

% de greix en B

(A-C) o (C-A)= E parts de B

$$A = (B-C) \text{ o } (C-B) \times 1000 / F ; B = (A-C) \text{ o } (C-A) \times 1000 / F$$

Exemple: ¿Quants litres de nata amb un 50% (A) de matèria grassa i de llet desnatada amb un 0,1% (B) de matèria grassa són necessaris per obtenir 1.000 litres de llet desnatada per l'elaboració de iogurt amb un 1,5% (C) de matèria grassa?

Quantitat de nata necessària (A) = $(1,5-0,1) \times 1000 / 1,4+50,0 = 28,1$ litres

Quantitat de llet desnatada (B) = $(50-1,5) \times 1000 / 1,4-50,0 = 971,9$ litres

1.000,0 Litres

Taula 6.3 Mètode de Pearson

El contingut en greix dels diversos tipus de iogurts elaborats en les diferents parts del món varia d'un 0,1% a un 10%, sent necessari normalitzar la composició de la llet per complir les especificacions fixades per les normes legals o recomanades de composició del iogurt. Els mètodes utilitzats per la normalització de la llet inclouen: l'eliminació de part del greix de la llet, la barreja de llet sencera i llet desnatada, l'addició de nata a la llet sencera o desnatada i la utilització de centrífugues per la normalització. La quantitat de cada un dels components necessaris per la normalització de la llet mitjançant algun dels mètodes anteriors pot ser fàcilment calculada pel mètode de Pearson.

iv. Normalització del extracte sec magre de la llet

L'extracte sec magre és el percentatge de dessecació o extracció de l'aigua d'un líquid o un sòlid de tipus alimentari.

$$\text{Extracte sec (\%)} = (P' / P) \times 100$$

(**P'**: Pes en grams de la mostra després de la dessecació. **P**: Pes en grams de la mostra abans de la dessecació.)

El percentatge d'extracte sec magre de la llet destinada a l'elaboració del iogurt (inclou principalment lactosa, proteïnes i sals minerals) ve regulat per les normes legals de cada país i de forma indirecta, per la necessitat dels fabricants d'aconseguir un producte amb unes determinades propietats físiques i gust.

Quan existeixen normes legals l'extracte sec magre mínim fixat oscil·la en el 8,5%. L'establiment d'aquests valor mínims té com objectiu la protecció dels consumidors, garantint el manteniment d'un valor d'extracte sec magre semblant al de la llet. Des del punt de vista dels fabricants, les propietats físiques del iogurt, és a dir, la consistència/viscositat del coàgul, són de gran importància i, en general, quan major sigui el contingut en extracte sec magre de la mescla destinada a l'elaboració del iogurt, major consistència i viscositat tindrà el producte final. La llet utilitzada en la producció de iogurt desnatat ha de contenir aproximadament un 9% d'extracte sec magre total (inclòs el greix) i fins un 30% per altres tipus de iogurt. Possiblement el iogurt de millor qualitat s'obté a partir de llet amb un extracte sec total del 15-16%, havent de destacar que la major part dels iogurts comercials en contenen un 14-15%. Tot i que per a l'elaboració del iogurt enriquit s'aconsellen concentracions d'un 30%, un extracte sec total superior al 25% pot determinar una disminució de la quantitat d'aigua disponible pel creixement dels cultius estarter i conseqüentment una inhibició de la seva activitat.

Degut a l'efecte tampó (regulador del pH) de les proteïnes, fosfats, lactats, i altres components de la llet, l'augment del extracte sec magre d'aquesta es veu acompanyat d'un augment d'acidesa, el que pot conduir a una disminució del temps de coagulació.

L'augment del extracte sec de la mescla destinada a l'elaboració del iogurt es pot aconseguir per diversos mètodes. Com ja em vist, en el sistema tradicional s'escalfa la llet a 85-90°C i així es redueix el volum a 2/3 parts del valor inicial. En la indústria però, s'utilitzen altres sistemes com l'addició de llet en pols, l'addició de sèrum de llet en pols¹³, l'addició de caseïna en pols, la concentració per evaporació, etc.

Producte	Component (%)				
	Aigua	Proteïna	Greix	Lactosa	Cendres
Llet sencera	87,4	3,5	3,5	4,8	0,70
Llet desnata	90,5	3,6	0,1	5,1	0,70
Sèrum	93,5	0,8	0,4	4,9	0,56
Nata	74,5	2,8	18,0	4,1	0,60
Llet evaporada	73,8	7,0	7,9	9,7	1,6
Llet desnatada evaporada	73,0	10,0	0,3	14,7	2,3

Taula 6.4 Comparació de matèries primeres utilitzades en la fabricació del iogurt

Cal destacar que el grau de complementació de cada un dels components de la llet varia segons el mètode utilitzat i que també poden tenir importància altres consideracions. Per exemple, l'addició de llet en pols per damunt de cert nivell pot donar lloc a un sabor a pols del producte degut a la elevada concentració de lactosa present a la mescla que, a més pot determinar el desenvolupament d'una acidesa excessiva durant l'emmagatzematge en refrigeració. S'ha de tenir present que la viscositat/consistència del coàgul té una importància fonamental en l'elaboració del iogurt i aquestes característiques depenen directament de la concentració de proteïna de la mescla base. Encara que comercialment l'elevada concentració de proteïna a la llet destinada a producció de iogurt es pot aconseguir afegint caseïna en pols, concentració de la llet per UF o afegint sèrum de llet, l'enriquiment de la llet amb caseïna presenta els següents avantatges:

- No és necessari dur a terme una concentració de la llet per augmentar la concentració proteica.
- Es manté el sabor i textura naturals dels iogurt.
- Millora la viscositat i redueix el problema de la sinèresis durant l'emmagatzematge en refrigeració.

¹³ Líquid obtingut en el procés de fabricació del formatge i de la caseïna, després de la separació de la quallada o fase micel·lar.

L'elecció del mètode d'enriquiment depèn del cost y disponibilitat de les matèries primeres, de l'escala de producció i de la inversió de capital per a l'equip necessari.

v. Addició d'estabilitzants/emulsionants

Per l'elaboració de diversos producte làctics, inclòs el iogurt, s'utilitzen estabilitzants i/o emulsionants. La finalitat d'addicionar d'estabilitzants a la barreja base és millorar i mantenir les característiques del iogurt, és a dir, textura, viscositat/consistència, aspecte i cos.

La seva utilització està regulada per la legislació vigent en la majoria de països i a nivell internacional, la FAO/OMS ha elaborat un llistat de compostos i de les concentracions a les que aquests poden ser addicionats al iogurt. Aquesta llista divideix els estabilitzants/emulsionants segons la tècnica de processat empleada: gomes naturals, és a dir, les que es troben a la naturalesa; gomes naturals modificades o semi sintètiques, o sigui, gomes naturals químicament modificades o materials semblants a les gomes; gomes sintètiques, per tant, obtingudes per síntesis química.

A la taula següent es mostren alguns estabilitzants autoritzats per la FAO/OMS.

Gomes naturals	Gomes modificades	Gomes sintètiques
Vegetals	Derivats de la cel·lulosa	Polimers
Goma aràbiga	Metil cel·lulosa	Derivats del polivinil
Goma de tragacant	Cel·lulosa microcristal·lina	Derivats del polietilè
Goma de Karaya	Hidroxietilcel·lulosa	
Pectines	Hidroxipropilcelulosa	
Goma de garroff	Productes del metabolisme microbià	
Goma de aguar	Dextrans	
Gomes de algues	Xantens	
Agar	Altres	
Alginats	Midó carboximetilat	
Carragenats	Midó amb grups hidroxietil	
Midons de cereals	Midó amb grups hidroxipropil	
Blat	Pectines poc metoxilades	
Panís		
Animals		
Gelatina		
Caseïnes		
Altres vegetals		
Proteïna de soja		

Taula 6.5 Classificació de les gomes que es poden utilitzar en la fabricació de iogurt

Els estabilitzants es denominen en alguns casos hidrosalines i la seva acció en el iogurt inclou bàsicament dos funcions: en primer lloc, una retenció de l'aigua i en segon lloc, afavorir l'augment de la viscositat. Les molècules dels estabilitzants són capaces de forma una xarxa mitjançant enllaços entres aquestes i els diferents components de la llet, degut a la presència de grups carregats negativament, com els grups carboxil (COOH-), o a la presència de grups capaços de segrestar ions de calci.

Com es pot observar a la Taula 6.4, existeixen una gran varietat de compostos que poden ser addicionats a la llet. Aquests estabilitzants es poden afegir sols, o bé com a mescles de varis d'ells. La finalitat de barrejar estabilitzants és aconseguir un funció específica o obviar alguna de les propietats limitadores d'un compost concret. Per tant, l'elecció d'un determinat estabilitzant depèn de diversos factors:

- Propietats funcionals, efecte i manera d'actuar del compost elegit.

- **Concentració òptima a utilitzar.** La concentració d'estabilitzants està limitada per les disposicions legals i els efectes secundaris que poden provocar. Per exemple, l'addició d'una quantitat massa elevada d'estabilitzants pot donar lloc a un aspecte o gust indesitjables. Les concentracions recomanades són: 0,002-0,2% per a pectines o midons modificats; 0,2-0,5% per la goma de agar, goma de guar, gelatina o carragenats; 1-2% per a preparacions de midó.

- **Efectes tòxics o inhibidors.** Tot i que algunes gomes com la de tragacant encara són objecte d'estudis toxicològics per avaluar la seva possible utilització com additius alimentaris, en general els estabilitzants no presenten un efecte inhibidor sobre els microorganismes del iogurt.

- **Aspectes legals.** Les normes legals són diferents en cada país i no tots els estabilitzants estan autoritzats per l'elaboració del iogurt.

- **Solubilitat i dissolució.** Alguns preparats de midó i carragenats són solubles a baixa temperatura, per tant, poden ser addicionats a la llet freda durant la preparació de la mescla base. No obstant, la majoria dels agents estabilitzants només són solubles a temperatures elevades, de 50-85°C, per aquest motiu s'afegeixen a la llet tèbia just abans de la pasteurització o a la llet calenta un cop sotmesa al tractament tèrmic. En alguns casos, per aconseguir la dissolució completa d'una determinada barreja d'estabilitzants, per exemple de les que contenen preparats de midó, és precís mantenir la barreja durant algun temps a temperatura elevada perquè resultin actius.

- **Efecte de la caseïna.** L'addició d'algunes hidrosalines a concentracions baixes, del ordre de 0,05%, per edulcorar la llet pot implicar una desestabilització de les micel·les de caseïna. Tot i que les micel·les de caseïna desestabilitzades acaben finalment coagulant,

tindran una capacitat de retenció d'aigua bastant limitada, és a dir, es produirà la sinèresis. Aquest problema es pot minimitzar mesclant els compostos anteriorment mencionats amb carragentats o altres.

- **Condicions de processat.** Com veurem més endavant, hi ha diferents tipus de iogurt i en molts casos la seva qualitat dependrà de l'addició d'agents estabilitzants. Per exemple, en l'elaboració del iogurt pasteuritzat, UHT o de llarga conservació és aconsellable afegir una mescla de derivats de midó per millorar el seu aspecte. Un altre cas és el dels iogurts líquids, en els quals l'addició d'un estabilitzant a base de goma de guar ajuda a mantenir la suspensió de les fruites del producte.

- **Característiques de solidificació.** La majoria dels estabilitzants empleats en l'elaboració de iogurt solidifiquen a temperatures de refrigeració, excepte la gelatina i el agar, que solidifiquen a 25 i 42-45°C respectivament, per la qual cosa poden causar problemes durant la fase de refrigeració, com per exemple dificultats durant el bombeig o l'envasament. A més a més, la gelatina pot conferir al coàgul una textura rugosa. Aquests problemes es poden reduir o eliminar filtrant el coàgul a través d'un tamís de malla molt fina.

- **Estàndards higiènics.** Les temperatures durant el processat de la llet destinada a l'elaboració de iogurt (85°C durant 30 minuts o 90-95°C durant 5-10 minuts) són suficient elevades per destruir la major part dels microorganismes que podrien estar presents als estabilitzants. Tot i això, els que s'afegeixen al coàgul després del períodes d'incubació han de ser d'excel·lent qualitat microbiològica, ja que si no ho fossin podrien determinar una notable disminució de la vida útil del producte.

vi. Addició de sucres i/o agents edulcorants

Normalment en l'elaboració de iogurt amb fruites, iogurt amb sabor a fruites i, en alguns casos, de iogurt natural ensucrat o edulcorat, es solen addicionar sucres o agents edulcorants. La principal finalitat d'afegir-los és atenuar l'acidesa del producte. La quantitat de sucre o edulcorant afegit depèn del tipus d'agent edulcorant o sucre utilitzat, les preferències dels consumidors, la fruita utilitzada, els possibles efectes inhibidors sobre els microorganismes estarter del iogurt, les limitacions legals i les consideracions econòmiques.

El iogurt de fruites i el iogurt aromatitzat contenen normalment fins un 20% de carbohidrats, els quals procedeixen de:

- La llet (lactosa, galactosa, glucosa), la concentració de la qual varia en funció del extracte sec de la mescla base i del mètode utilitzat per aconseguir el increment d'aquest.

- Els sucres presents a les fruites afegides (sacarosa, fructosa, glucosa i maltosa).
- Els sucres afegits pels fabricants de iogurt o de les barreges de fruites.

Les fruites poden tenir diferents concentracions i tipus de carbohidrats naturals, oscil·lant el contingut total d'un 1,6%, per exemple al llimó, a un 65% a les panses. Les fruites més utilitzades presenten el següent contingut en carbohidrats naturals:

Fruita	Carbohidrats (%)
Albercoc	7,5%
Cirera	12,0%
Mandarina	14,2%
Préssec	9,0%
Pinya	11,6%
Gerdó	5,6%
Maduixa	6,2%

Taula 6.6 Contingut en carbohidrats de les fruites utilitzades en l'elaboració del iogurt

Els principals carbohidrats presents a la fruita són: glucosa, fructosa, sacarosa i maltosa, per això el sabor dolç característic de cada fruita depèn de la concentració i tipus de carbohidrats presents. A la següent taula es presenta el poder edulcorant relatiu de diferents carbohidrats, incloent els sucres de la llet, prenent com a referència un valor 1 per la sacarosa.

Sucre o edulcorant	Poder edulcorant relatiu: Sacarosa=1
Lactosa	0,4
Maltosa	0,4
Sorbitol	0,5
Manosa	0,6
Galactosa	0,6
Glucosa	0,7
Xilosa	0,7
Mannitol	0,7
Sucre invertit	0,7-0,9
Glicerol	0,8
Sacarosa	1
Fructosa	1,1-1,5
Sacarina	240-350
Ciclamat	30-80

Taula 6.7 Poder edulcorant de diferents tipus de sucre o edulcorant

Els preparats de fruites utilitzats a la indústria del iogurt es poden englobar en dues categories: la primera inclou les conserves de fruita a les que no s'ha afegit edulcorants i la segona les fruites a les que s'ha afegit sucres o agents edulcorants. Aquest segon tipus és més popular que el primer i la concentració que s'afegeix al iogurt varia d'un 25% a un 65%, sent les concentracions més freqüents d'un 30-35%.

Actualment, l'addició de confitures i productes semblant a aquestes al iogurt acabat s'ha convertit en una pràctica universal, ja que la presència de carbohidrats a la mescla base pot inhibir el creixement dels microorganismes del iogurt. Aquesta inhibició es deu principalment a un efecte osmòtic¹⁴ advers dels soluts de la llet, així com d'una baixa activitat d'aigua.

L'activitat d'aigua és defineix com la pressió de vapor d'aigua de l'aliment dividida entre la pressió de vapor de l'aigua pura a la mateix temperatura. Aquest concepte és important des del punt de vista del control de qualitat, ja que tan la pressió osmòtica com l'activitat de l'aigua estan relacionades amb l'efecte inhibitor senyalat sobre els microorganismes del iogurt.

Els principals carbohidrats utilitzats per l'elaboració del iogurt de fruites o aromatitzat són:

- **Sacarosa.** És molt abundant al regne vegetal i es coneix vulgarment com "sucre". La seva fórmula empírica és $C_{12}H_{22}O_{11}$. El sucre refinat s'obté comercialment a partir de la canya de sucre o de la remolatxa sucrera. S'utilitza molt a la indústria alimentària com edulcorant.

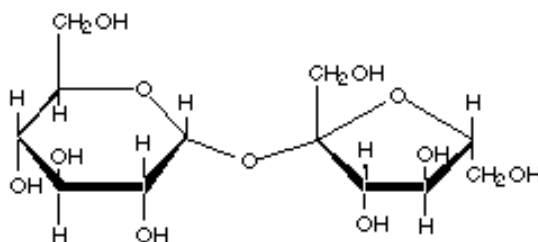


Figura 16.- Sacarosa

És aconsellable afegir sucre abans de procedir al tractament tèrmic, ja que així es garanteix la destrucció de les formes vegetatives dels microorganismes contaminants, fongs i llevats osmòtics i inclús d'alguns esporòfits. No obstant, si és precís afegir el sucre després de la formació del coàgul es tenen que adoptar les mesures necessàries per evitar la distribució heterogènia d'aquest i una excessiva disminució de la consistència del producte.

¹⁴ Pas d'aigua a través d'una membrana semipermeable a aquesta d'un lloc on hi ha més concentració a un altre on n'hi ha menys per tal de cercar l'equilibri.

- **Sucre invertit.** S'obté per inversió de un sucre amb activitat dextrogira, donant lloc a un amb activitat levogira o a l'inversa. Els diferents tipus de sucre invertit depenen del producte de partida i inclouen: el xarop de sacarosa invertida obtingut per la hidròlisis àcida de la sacarosa i el xarop de panís invertit procedent de la hidròlisis del midó de panís.

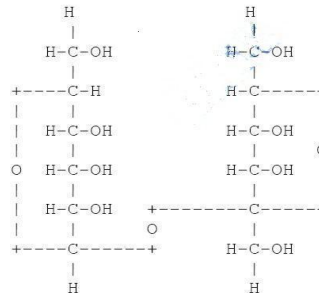


Figura 17.- Sucre invertit

- **Fructosa** (Levulosa). És el sucre de les fruites i la seva fórmula empírica és $C_6H_{12}O_6$. És més dolça que la sacarosa i la glucosa. Comercialment la fructosa s'obté per la conversió de midó.

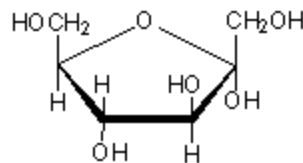


Figura 18.- Fructosa

- **Glucosa** (Dextrosa). La fórmula empírica és igual a la de la fructosa i s'obté comercialment per hidròlisis de midó de panís.

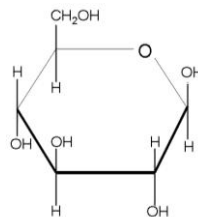


Figura 19.- Glucosa

- **Xarop de glucosa/galactosa.** Aquest tipus de xarop s'obté a partir de sèrum de llet. La quantitat de lactosa present al sèrum és normalment del 5%, però tal i com es mostra a la taula, el poder edulcorant relatiu de la lactosa en comparació amb el de la sacarosa és de 0,3, per aquest motiu ha de ser hidrolitzada en els seus monòmers –glucosa i galactosa– per impartir sabor dolç.

- **Altres edulcorants.** El sorbitol és un alcohol obtingut comercialment a partir de la glucosa per un procés de reducció pel qual el grup aldehid de la molècula de glucosa (CHO-) es converteix en un grup alcohol (CH₂OH-). El sorbitol té un gran aplicació en la fabricació de iogurt de fruites o aromatitzat per a diabètics. El motiu és la lenta absorció en el tracte intestinal que presenta aquest respecte a la glucosa, és a dir, té poc efecte sobre la concentració sanguínia de sucre. Tanmateix, no es recomana consumir-lo diàriament, ja que la ingestió de grans quantitats causa diarrees.

La sacarina i el ciclamat són agents edulcorants artificials amb un gran poder edulcorant de 240 a 350 i de 30 a 80 vegades superior a la sacarosa respectivament. Tanmateix, degut a la seva possible toxicitat, el ciclamat ha estat prohibit com additiu alimentari a molts països i, encara que la sacarina no està prohibida, la seva utilització és molt controlada per les autoritats sanitàries.

Alguns estudis han demostrat una inhibició de la producció d'àcid per *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* com a conseqüència de l'addició al iogurt d'un agent edulcorant format per sorbitol i sacarina, per tant, com a precaució aquests agents s'haurien d'afegir després de la fermentació de la llet.

vii. Addició de conservants

A la indústria alimentària, incloent la del processat de fruites, s'utilitzen diferents tipus de conservant per inhibir el creixement de fongs i llevats. L'addició d'aquestes fruites al iogurt suposa la presència d'alguns d'aquests compostos. Molts dels conservants estan autoritzats, per exemple: àcid sòrbic (300 ppm), àcid benzoic (120 ppm), diòxid de sofre (60 ppm), 4-hidroxibenzoat de metil/etil/propil (120 ppm) etc. per això molts fabricants tendeixen a addicionar a la mescla base algun dels agents mencionats. Aquesta pràctica però, no és aconsellable. Per una part el producte acabat podria incomplir les normes legals del mercat i per l'altra, perquè la presència d'aquests compostos a la llet pot afectar al creixement del cultiu estàrter. Un agent conservant que suposa una excepció a aquesta norma i es àmpliament utilitzat a la indústria làctica per fabricat formatges és l'àcid sòrbic.

L'àcid sòrbic es pot obtenir comercialment en pols, tan com a àcid (CH₃.CH-CH.CH-CH.COOH) com en forma de sal sòdica (sorbitat sòdic) o potàssica (sorbitat potàssic) (CH₃.CH-CH.CH-CH.COOK o Na). Les sals són més utilitzades que l'àcid i la seva activitat inhibidora equival només al 75% de la del àcid.

L'àcid sòrbic és un agent isostàtic, o sigui, no destrueix els fongs i els llevats presents al producte, sinó que simplement inhibeix la seva activitat. En canvi, s'ha observat que el sorbat potàssic disminueix el creixement dels cultius estàrter, per tant el desenvolupament de l'acidesa.

b. Homogeneïtzació

L'homogeneïtzació consisteix literalment en la formació d'una emulsió homogènia de dos líquids immiscibles, aquests són: oli-greix i aigua. Entre els productes làctics existeixen diversos tipus d'emulsions que es poden englobar en dos categories:

- Emulsions d'oli en aigua, en les que les gotes d'oli o greix es troben disperses en la fase aquosa. En aquesta categoria s'inclouen la majoria de productes làctics homogeneïtzats.
- Emulsions d'aigua en oli, en les que les gotetes d'aigua es troben disperses en la fase oliosa, sent la mantega el exemple més característic.

La llet destinada a la producció del iogurt és una típica emulsió del tipus oli en aigua, per tant, el greix presenta una clara tendència a separar-se formant una capa superficial. Per prevenir aquesta separació, la mescla base es sotmesa a un procés de mesclat a elevada velocitat o homogeneïtzació, és a dir, la llet es forçada a passar a través d'un petit orifici a elevada pressió. La importància d'aquest procés en la fabricació del iogurt és essencial per a garantir la bona qualitat. Alguns dels efectes que provoca són:

- Efectes sobre el greix. El diàmetre dels glòbuls grassos de la llet varia segons els mateixos factors que influeixen sobre la composició química de la llet, és a dir: raça, edat i estat sanitari de la vaca, alimentació, etc. En qualsevol cas, l'homogeneïtzació suposa una disminució del diàmetre mitjà dels glòbuls grassos, evitar la formació de grumolls de glòbuls grassos i la tendència dels greix a acumular-se a la superfície i per últim.
- Efectes sobre les proteïnes de la llet. La caseïna i les proteïnes del lacto sèrum poden experimentar varies modificacions com la desnaturalització de les proteïnes del lacto sèrum i interaccions entre caseïna i proteïnes del lacto sèrum com a resultat de la desnaturalització de les últimes.

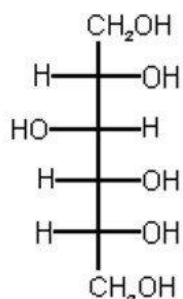


Figura 20.- Sorbitol

La llet destinada a la fabricació del iogurt es sotmet normalment a homogeneïtzació en una sola fase a 50-70°C i a pressions de 100-200 kg/cm². En algunes ocasions, s'efectua el procés després del tractament tèrmic de la mescla base, però aquest sistema presenta risc

de contaminació. La millora de la viscositat del iogurt aconseguida després de l'homogeneïtzació de la llet es deu principalment a la modificació de la capacitat de retenció de l'aigua de les proteïnes de la llet, que tendeix a reduir la sinèresis i a l'augment de la quantitat de material de membrana del glòbul gras, és a dir, de fosfolípids i proteïnes presents a la llet a la fase desnatada, que també millora la capacitat de retenció d'aigua del coàgul.

c. Tractament tèrmic

Tot i que l'escalfament de la llet per ebullició ha estat utilitzat en el procés d'elaboració de iogurt com a mètode per aconseguir incrementar la concentració de extracte sec làctic a la mescla base, els efectes del tractament tèrmic es poden resumir fonamentalment en els següents:

- Destrucció i/o eliminació dels microorganismes patògens i altres microorganismes indesitjables. El tractament tèrmic al que es sotmesa la llet destinada a la producció del iogurt és suficient per destruir la major part de les formes vegetatives dels microorganismes presents a la llet crua, però alguns microorganismes patògens i alguns enzims termo-estables poden resistir aquests tractaments. En aquests casos és necessari recórrer a tractaments tèrmics extremadament intensos, per exemple 150°C, per aconseguir la seva inactivació. Afortunadament, la presència d'enzims no representa un problema significatiu en la indústria del iogurt.

- Producció de factors estimulants o inhibidors dels cultius estarter del iogurt. L'escalfament de la llet pot determinar la producció de certs factors que estimularan i inhibiran l'activitat dels cultius estarter làctics. El cicle d'estimulació/inhibició/estimulació/inhibició és degut als canvis experimentats per les proteïnes del lacto sèrum i pot ser reproduït mitjançant l'addició de proteïnes del lacto sèrum desnaturalitzades. El pas d'una etapa a l'altra com a resultat dels diferents tractaments tèrmics podria ser conseqüència de l'alliberació de compostos nitrogenats desnaturalitzats. A més a més, la intensitat de l'escalfament té un efecte variable sobre l'activitat dels cultius estarter del iogurt, no havent estat discutides les raons d'aquest comportament.

- Canvis en les propietats físico-químiques dels components de la llet. La llet presenta una estructura molt complexa sent els seus constituents principals l'aigua, carbohidrats, greix, proteïnes i minerals. Aquests compostos es troben dispersos en dos sistemes col·loïdals: els glòbuls grassos i les seves membranes i les micel·les de caseïna. En general, tot i que ambdós sistemes col·loïdals són termostables, els efectes dels tractaments tèrmics sobre ells i la importància d'aquests en l'elaboració del iogurt són força considerables.

d. Procés de fermentació

Durant l'elaboració del iogurt, la llet, un cop sotmesa al tractament tèrmic es refreda fins a la temperatura d'incubació del cultiu estàrter (*S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus*) i la fermentació té lloc en general a temperatures de 40-45°C. En alguns casos el període d'incubació pot ser de només dues hores i mitja per als cultius estàrter actius, o sigui, amb una relació bacils/coccus adequada. No obstant, també es pot recórrer a mètodes d'incubació llargs a 30°C durant tota una nit o fins aconseguir l'acidesa desitjada.

La fase de fermentació pròpiament dita pot tenir lloc als envasos de comercialització, en el cas de l'elaboració del iogurt tradicional, o en tancs, per a l'elaboració industrial. Tot i això, les reaccions bioquímiques responsables de la formació del coàgul són les mateixes.

En resum, la formació del coàgul que constitueix el iogurt és el resultat de les següents modificacions físiques i químiques de la llet:

- Els estàrters del iogurt metabolitzen la lactosa present a la llet per cobrir les seves necessitats energètiques, donant lloc a la formació de l'àcid làctic i altres compostos importants.
- La producció gradual d'àcid làctic comença a desestabilitzar els complexos de caseïna-proteïnes del lacto sèrum desnaturalitzades per solubilització del fosfat càlcic i dels citrats.
- Els agregats de micel·les de caseïna i/o les micel·les aïllades es van associant i col·lideixen parcialment a mesura que el pH s'aproxima al seu punt isoelèctric, és a dir, 4,6-4,7.

e. Refredament

L'elaboració del iogurt és un procés biològic i la refrigeració un dels mètodes tradicionals més utilitzats per controlar l'activitat metabòlica dels cultius estàrter i els seus enzims. El refredament del coàgul comença immediatament després d'arribar a l'acidesa òptima del producte, o sigui, a un valor de pH d'aproximadament 4,6 o una concentració d'àcid làctic del 0,9%, depenent del tipus de iogurt produït, el mètode de refrigeració emprat i l'eficàcia de la transmissió de calor.

Degut a l'escassa activitat dels microorganismes a temperatures de 10°C aproximadament, l'objectiu bàsic del refredament és disminuir la temperatura del coàgul de 30-45°C a 10°C (preferiblement a uns 5°C) tant ràpidament com sigui possible, per així controlar l'acidesa final del producte.

El procés de refredament es pot dur a terme de dues maneres:

- **Refredament en una sola fase.** En aquest procés el coàgul es refreda directament des de la temperatura d'incubació fins a temperatures inferiors a 10°C abans de procedir a l'addició dels agents aromàtics i al envasat del producte. El fonament d'aquest mètode és que el coàgul és més estable a baixes temperatures que a temperatures superiors a 20°C, per tant, tenen lloc menys alteracions durant les etapes posteriors (addició de fruites i aromes o envasament).

- **Refredament de dos fases.** Durant la primera fase del procés es redueix la temperatura del coàgul de 30-45°C a 15-20°C abans de l'addició dels aromatitzants i del envasat. La segona fase de refredament es realitza en càmeres de refrigeració en les que el iogurt es refreda fins a temperatures inferiors a 10°C. El refredament final té lloc a l'envàs de comercialització, millorant notablement la viscositat del producte després de un o dos dies d'emmagatzematge en repòs.

Aquests dos tipus de refrigeració són molts utilitzats en la indústria per elaborar un iogurt de característiques i viscositat apropiades, sent difícil l'elecció d'un mètode o l'altre. S'ha d'assenyalar que el refredament del iogurt comença a valors de pH relativament alts i que per tant la velocitat de refredament (lenta o ràpida) condiciona l'acidesa final del producte.

f. Addició d'aromatitzants i colorants

L'augment del consum de iogurt per habitant i any observat en la majoria de països ha atribuït al augment de la diversitat de formes de presentació del producte i a la gama cada cop major de iogurt de fruites i diferents sabors. Normalment s'afegeixen al iogurt gran quantitat d'agents aromatitzants (fruites, aromes naturals i sintètics...). A la següent taula s'indiquen alguns dels que es poden utilitzar en l'elaboració del iogurt. Es pot apreciar que els sabors normalment més demandats són relativament pocs i que la resta són introduïts lentament pels fabricants amb la finalitat d'augmentar la popularitat del producte.

	Demanda comú	Demanda mitjana	Demanada escassa
Simple	Albercoc	Plàtan	Poma
	Cirera	Gerdó	Raïm
	Grosella	Pomelo	Kiwi
	Mandarina	Llima	Mango
	Préssec	Taronja	Pera
	Pinya	Meló	Codony
	Grosella	Mandarina	Llima
	Maduixa	Pruna	Gerdó
Mixtes	Macedònia	Poma/Taronja	Kiwi/Grosella
	Préssec/Grosella	Cirera/Pinya	Maduixa/Kiwi
Altres		Mel	Muesli
		Caramel	Tomàquet

Cava	Nou
Xocolata	Vi
Coco	Vainilla
Café	Pebre
Avellana	Moka
Menta	Julivert

Taula 6.8 Agents aromatitzants que s'utilitzen en l'elaboració del iogurt

Els aromes i agents aromatitzants més utilitzats a la indústria del iogurt són:

i. Fruites

Les fruites es poden utilitzar fresques, però el caràcter estacional de la seva producció i la variabilitat de la seva qualitat limita considerablement la utilització en la indústria, sent més populars les conserves de fruites, especialment per la possibilitat d'estandarditzar la mescla de fruites amb l'objectiu de cobrir les especificacions requerides pels consumidors. Aquests tipus de fruites es poden classificar de la següent forma:

- **Confitures de fruites.** Les fruites són confitades amb petites quantitats de xarops de sucre per donar lloc a un producte final que conté un 70% de fruita i un 30% d'aigua. Aquest producte es pot denominar com "pur o natural", ja que no porta afegits conservants ni colorants. Depenent de la tècnica emprada, el producte pot ser notablement aromàtic, però els colors naturals de les fruites es tornen pàl·lids degut a l'efecte del tractament tèrmic. És també important senyalar que aquests productes resulten cars, raó principal de la seva limitada demanda a la indústria.

- **Fruites en conserva.** Aquest tipus de fruites és similar a l'anterior, però en aquestes conserves està permesa l'addició d'alguns additius, com per exemple: colorants que contrarestin la pèrdua de color natural de les fruites, estabilitzants que conservin l'estructura de la fruita processada i millorin la viscositat del producte i aromatitzants que millorin l'acceptació del producte final pels consumidors. Les fruites en conserva s'envasen en llaunes, en recipients de plàstic o en envasos d'acer inoxidable per a protegir els valors del pH. Tot i que el processat de les fruites es realitza en ocasions per grans organitzacions de productors de productes làctics, la majoria dels fabricants de iogurt s'abasteixen a partir de fabricats de fruites especialitzats.

- **Fruites congelades.** Algunes fruites poden congelar-se a temperatures de -2°C per a la seva posterior utilització. Quan aquest tipus de producte va a ser utilitzat es procedeix a la seva descongelació, s'afegeix aigua i finalment es sotmet al escalfament. Depenent de l'acidesa de la fruita, el tractament tèrmic pot ser més o menys intens, des de 60 fins a 95°C. Donat que la temperatura de descongelació pot deteriorar l'estructura de les fruites, és precís extremar les precaucions per evitar les lesions d'aquestes, per exemple recol·lectant les fruites quan estan agafant cert grau de maduresa, ultracongelant-les i/o

afegint estabilitzants durant el tractament. Durant el processat s'afegeixen en ocasions agents colorants per ocultar els efectes de les reaccions enzimàtiques o oxidatives que tenen lloc durant la descongelaçió i escalfament posterior. El processat final de les fruites congelades pot realitzar-se en la indústria làctica, el qual pot tenir interès en les grans indústries.

- Altres productes

- Purés de fruites. En aquest tipus de preparats les fruites són homogeneïtzades fins a donar lloc a una pasta en la qual es perd la forma de les fruites i de la que es pot eliminar la fibra.
- Xarops de fruites. Es tracta de productes lliures de sòlids als que s'addiciona un sucre o agents edulcorant. S'utilitzen en l'elaboració de iogurt aromatitzat tradicional o líquid. En el primer cas el xarop s'afegeix a la llet sembrada abans de procedir al envasat i incubació i en el segon, es poden afegir al iogurt natural una cop refrigerat.
- Mermelades. Les mermelades només s'utilitzen per a la fabricació de determinats tipus de iogurt tradicional o quan no es disposa d'un altre tipus de conserva de fruita. Quan s'utilitza la mermelada per l'elaboració de iogurt tradicional de fruites s'ha d'instal·lar un dispositiu de mescla especial a la màquina d'ompliment, per addicionar la quantitat necessària d'aquesta als envasos abans d'afegir la llet sembrada.

ii. Aromatitzants

El tractament tèrmic dels preparats de fruites pot originar una disminució de la intensitat del aroma, motiu pel qual és freqüent l'addició d'agents aromatitzants per compensar aquestes pèrdues. Els aromatitzants es divideixen en funció del seu origen en tres grups:

- Aromes i aromatitzants natural d'origen botànic.
- Substàncies aromatitzants idèntiques a les naturals.
- Substàncies aromatitzants sintètiques o artificials.

Tot i que aquesta classificació pot semblar molt simple, en realitat engloba milers de substàncies. Els aromatitzants químics o sintètics són molt utilitzats de vegades degut al seu aroma semblant al ingredient natural. No obstant, en cada país existeix un llistat de compostos permesos específic.

iii. Altres agents aromatitzants

Per elaborar el iogurt aromatitzat s'utilitzen diversos tipus de productes alimentaris, incloent: begudes alcohòliques, productes dolços (mel, caramel, etc.), fruites secs (nous,

avellana, etc.), cereals (muesli), hortalisses (tomàquet, cogombre, etc.), altres (cafè, moka, vainilla, etc.).

iv. Colorants

L'addició de colorants als iogurts de fruites o aromatitzats té la finalitat d'augmentar l'atractiu del producte. Les substàncies utilitzades poden ser colorants naturals o sintètics i la legislació que regeix el seu ús varia segons el país. A Espanya, el més utilitzat és el E-120 cotxinilla (àcid caminis) que és d'origen natural, pot produir hiperactivitat als nens i el trobem al iogurt de maduixa; el E-124 vermell de cotxinilla que és sintètic del grups dels azoics, també el trobem al iogurt de maduixa. Altres colorants amb un ús menys utilitzats són E-101 Riboflavina (iogurt de raïm), E-102 Tartrazina (iogurt de préssec), E-100 Curcumina (iogurt de llimona), entre altres.



Figura 21.- Cotxinilla

g. Envasament

L'envasament és una etapa important per a la elaboració del iogurt perquè assegura la distribució del producte fins al consumidor final en adequades condicions i amb el mínim cost. El material del envàs juga un paper important per a que arribi en bones condicions i en contacte directe amb els aliments no han de ser tòxics ni químicament actius. Si fos així reaccionarien amb el producte i produirien modificacions. Per aquests motius els plàstics són molt utilitzats en la indústria làctica, juntament amb les tapes d'alumini, degut a la naturalesa àcida del iogurt, o els materials plàstics de obertura fàcil. Però cal recordar que les tendències en envasament han evolucionat al llarg del temps, així com els materials utilitzats.

i. Materials d'envasament

Els materials d'envasament del iogurt es divideixen bàsicament en dos tipus: l'envàs pròpiament dit, és a dir, el recipient que conté el iogurt i per tant està en contacte directe amb el producte; i l'embalatge que no està en contacte directe amb el iogurt i la seva finalitat és facilitar la manipulació i distribució dels envasos a les cadenes de comercialització.

Al mercat existeixen diferents tipus d'envasos que poden classificar-se en tres grups segons la resistència física que tenen: els envasos rígids, els semi rígids i els flexibles. Els dos primers són utilitzats per envasar el iogurt tradicional, iogurt batut, iogurt concentrat i/o iogurt congelat, mentre que els flexibles només poden contenir productes a basa de iogurt deshidratat.

- Envasos rígids

- Envasos de vidre. En alguns països, per exemple a França, alguns països d'Europa de l'est i Orient Mitjà, es segueixen utilitzant envasos de vidre per a envasar el iogurt. Tot i que el vidre és un material d'envasament excel·lent, la seva utilització està limitada degut al seu alt cost de fabricació i la tendència del mercat actual en utilitzar envasos d'un sol ús. No obstant, aquest material va ser força utilitzat fa unes dècades i és el més atractiu per a envasar els iogurts líquids. Els tancaments són de metall i amb una anella de fàcil obertura. El desenvolupament d'un sistema de tancament utilitzant làmines d'alumini podria fer ressorgir el vidre com un material interessant per a envasar el iogurt.
- Envasos d'argila. Aquests tipus de recipients es fabriquen amb argila, estant vitrificada la part que entra en contacte amb el iogurt. Són envasos recuperables que s'utilitzen molt a l'Orient Mitjà i l'Índia. Durant la incubació del producte els envasos estan oberts, el que permet la formació d'una crosta superficial i abans de procedir al refredament es cobreixen amb una tela especial. El problema que presenten aquests tipus d'envasos i el motiu pel qual no són molt utilitzats és la difícil garantia d'higiene i l'elevat cost de fabricació.
- Altres. Per envasar alguns productes derivats del iogurt, per exemple el iogurt deshidratat, és recomanable la utilització de recipients metàl·lics per aconseguir millores en la conservació de la qualitat del iogurt si se li introdueix un gas inert (nitrogen o diòxid de carboni). Aquests tipus d'envasos serien similars als de la llet en pols.

- Envasos semi rígids. Aquests recipients es fabriquen normalment amb plàstics. En el cas del iogurt, els envasos utilitzats han de ser resistents als àcids, evitar la pèrdua de substàncies volàtils responsables de l'aroma i impermeables a l'oxigen, ja que aquest afavoreix al desenvolupament dels fongs.

Entre els diversos materials que poden ser utilitzats per a fabricar envasos hi ha: polietilè (PE), polipropilè (PP), poliestirè (PS), clorur de polivinil (PVC) i clorur de polivinilidè (PVDC). Els recipients finals poden tenir qualsevol forma o disseny que resulti atractiu al consumidor.

Bàsicament hi ha dues tècniques per a la fabricació dels envasos de plàstic:

- Moldeig per injecció. Consisteix en formar el material mitjançant una injecció a elevada temperatura i d'aquesta manera s'aconsegueix la forma desitjada. Seguidament s'injecta a pressió en un motlle fred on endureix i un cop format, l'envàs és expulsat. Aquests recipients es distribueixen a les indústries làctiques on es duu a terme el 'omplir i tancar'.
- Termoformació. El segon procés rep el nom de termoformació. El material és enviat a les indústries làctiques en forma de rotllos. Un dels extrems d'aquests rotllos s'acobla a la secció de la màquina d'envasament del iogurt. La làmina de plàstic adopta la forma desitjada gràcies al escalfament al que es veu sotmesa i d'aquesta manera es forma l'envàs i es procedeix a omplir-lo, operació que es coneix amb el nom de "formar/omplir i tancar". Els recipients formats per termoformació presenten unes parets menys espesses que els envasos obtinguts a partir de la primera tècnica. Els rotllos de plàstic han de ser transportats fins a les indústries làctiques coberts i protegits per a que no es deteriorin durant el transport.

Independentment de la tècnica de fabricació d'envàs empleada, sempre es sol utilitzar làmines d'alumini o tapes de plàstic a pressió per al tancament. Aquestes tapes són utilitzades perquè eviten la contaminació, és escassa o nul·la la permeabilitat als gasos i olors, la seva opacitat, l'aspecte brillant i la facilitat per ser decorades. Degut a la naturalesa àcida del iogurt és recomanable envernissar aquestes làmines per evitar la seva corrosió i fer possible l'adhesió al recipient.

Un tipus d'envàs cada cop més popular és el "muti-pack", en el que es distribueixen 4 o 6 recipients units i s'utilitza per al llançament d'un nou tipus de iogurt o com a substitut dels envasos familiars.

- **Envasos flexibles.** Els envasos flexibles es poden presentar com a bosses de plàstic o envasos de paper. El primer tipus està format per làmines, com per exemple, de polietilè, alumini, paper... i s'utilitzen exclusivament per al iogurt deshidratat. El mètode més popular d'omplir l'envàs és el de "formar/omplir/segellar" i el recipient sempre ha de ser impermeable als gasos i a l'aigua. Els recipients de cartró van tenir gran popularitat a la dècada dels 50 amb la introducció dels cartrons encerats, però presentaven diversos inconvenients com la tendència a deformat-se. A Nord-Amèrica, Europa i al Regne Unit, els envasos de cartró s'utilitzen actualment per envasar la llet, però també en alguns casos en continuen utilitzant per al iogurt.

Els envasos es poden enviar a les indústries làctiques pre-formats i plegats ("Pure Pack", "Combibloc" o "Tetra Rex"), o bé en forma de rotllo ("Tetrabrick").

Els passos que s'han de seguir per als envasos pre-formats són: col·locar una pila d'envasos plegats en un cilindre especial de la maquinària d'omplir, agafar un envàs

d'aquesta pila i automàticament obrir i segellar el fons, omplir l'envàs, segellar per la part superior i el producte envasat ja està llest per a la comercialització.

La característica que presenten tots els recipients d'aquest tipus d'envasament és l'angle agut de la part superior que pot resultar útil per abocar el producte, però d'altra banda necessita més espai per al emmagatzemament.

Un últim tipus d'envàs és el de paper laminat utilitzat als Estats Units. Els envasos s'envien pre-formats a les indústries, s'omplen i es tanquen amb tapes a pressió o làmines termosegellades. Poden ser de diferents capacitats, de 150-200 ml es consideren recipients d'una sola ració i de 250-1000 ml són envasos familiars.

ii. Tapes d'alumini

Les làmines d'alumini són molt utilitzades per al tancament dels envasos de iogurt, per exemple per als recipients de plàstic, però degut a la naturalesa àcida del producte i a la necessitat de tancar els recipients per termosegellat, les làmines d'alumini solen estar revestides amb una capa de plàstic. Quan s'utilitzen recipients de plàstic prefabricats les tapes d'alumini solen estar pre-tallades en lots de 2.500 o 3.000 tapes per evitar el seu deteriorament. En el cas de la utilització del sistema formació/ompliment i segellat, les làmines d'alumini es distribueixen a les indústries en forma de rotlles. L'espessor de les tapes varia de 40 μ a 100 μ segons el tipus de iogurt.



Figura 23.- Tapa d'alumini

Com es pot observar en els productes que es comercialitzen al mercat, en ambdós tipus de tapes (pre-tallades o a partir de rotlles de làmina d'alumini) pot imprimir-se informació i dissenys atractius. La tècnica d'impressió pot ser flexografia o gravat. Aquest últim tipus és normalment emprat quan s'utilitzen més de cinc colors.



Figura 22.- Disseny d'una tapa d'alumini

La cara interna de les tapes es recobreix normalment amb un material termosegellable. A la cara impresa de les làmines d'alumini s'aplica una capa de vernís resistent a les altes

temperatures amb objecte de protegir els gràfics durant el procés de termosegellat dels

Taula 6.9 Informació de l'etiquetatge

envasos a les indústries.

iii. Embalatges

Els materials d'embalatge no contacten amb el iogurt, però són de gran importància en la indústria per facilitar el maneig i emmagatzematge dels recipients durant la comercialització, transport i distribució als supermercats i minoristes.

Es poden utilitzar diferents tipus d'embalatges, els quals es divideixen en dos grans tipus:

- Embalatges reutilitzables. Són capses de metall o plàstic rígid, però pels problemes derivats del seu emmagatzematge no són molt utilitzats. Els embalatges de metall són bastant emprats per la comercialització de iogurt envasat en recipient de vidre, la incubació dels quals es duu a terme en bany d'aigua.

- Embalatges d'un sol ús. Són més utilitzats que els reutilitzables i es poden classificar en: embalatges de plàstic semi rígid, capses de plàstic flexible i capses de cartró. Els dos últims tipus de capses poden cobrir-se amb materials termo-segellables o presentar-se apilades les unes sobre les altres a l'interior de caixes de cartró.

L'elecció del sistema d'embalatge dependrà principalment del cost, el grau de mecanització, la facilitat de distribució i comercialització i la facilitat pel seu apilament i possibilitat de circulació d'aire fred entre elles durant el seu emmagatzematge en refrigeració.

En les grans empreses les caixes de cartró que contenen els iogurts són apilades de manera que s'elevin mitjançant carretes que faciliten el seu transport. També es poden utilitzar prestatges metàl·lics transportables. D'aquesta manera els envasos de comercialització no són manipulats fins a que són adquirits pel consumidor.

h. Etiquetatge

Tot seguit es procedeix a l'etiquetatge del iogurt, que està regulat per la Norma General del Etiquetat aprovada al Real Decret 1334/1999.

Les indicacions que ha de tenir un bon etiquetatge es recullen en la Taula 6.9.

Denominació de venda	Iogurt edulcorat desnatat sabor a maduixa
Quantitat neta	125 gr.
Llista d'ingredients	Llet desnatada, lactosa i proteïnes de la llet, aroma (maduixa), edulcorants (aspartamo, acesulfamo potàssic), colorant (cotxinilla), ferments làctics. Conté una font de fenilalanina.
Al·lèrgens (1)	No consta el contingut de cap al·lergen
Valor nutricional (100g)	39 kcal; proteïnes 4,0g; hidrats de carboni 5,5g; greixos 0,1g; fibra alimentària 0,0g; sodi 0,05g
Data de caducitat	05/09
Condicions de conservació	Conservar entre 1 i 8°C
Lot	B
Empresa	Carrefour
País d'origen	França
Núm. Registre Sanitari	FR 29.179.90 CE
Codi de barres (2)	3431876088946
Altres (3)	Punt verd

(1) Traces d'ingredients externes al producte.

(2) Està format per tretze números. Els dos primers són els de l'Associació Espanyola de Codificació Comercial (AECOC), l'entitat que adjudica els codis de barres als diferents productes al nostre país. Li correspon el número 84. Seguidament hi ha cinc números que es refereixen a la marc, en aquest cas Carrefour està representada pel 31876. Després hi ha uns altres cinc dígits que corresponen al producte. L'últim és el dígit de control.

(3) El punt verd, informacions addicionals, beneficis, etc.

A part de constar tota aquesta informació es requereix que la denominació de venda, la quantitat neta i la data de caducitat estiguin al mateix camp visual.





Figura 24.- Etiquetatge d'un iogurt

i. Emmagatzematge frigorífic, transport i distribució

La refrigeració del iogurt a temperatures inferiors a 10°C i el seu emmagatzematge fins al moment de la seva venda faciliten les reaccions bioquímiques i biològiques que tenen lloc al producte. Les reaccions biològiques són el resultat de l'activitat metabòlica dels èsterts del iogurt i possiblement dels microorganismes contaminants que resisteixen al tractament tèrmic i els processos de fermentació, o bé contaminen el producte després de l'elaboració, per exemple llevats i fongs.

Les reaccions bioquímiques inclouen:

- Oxidació dels greixos en presència d'oxigen.
- Hidratació de les proteïnes.
- Modificació dels color de les fruites addicionades, que es tornen més pàl·lides degut a l'acidesa del producte.
- Lleugera deshidratació amb el consegüent canvi del aspecte del iogurt.
- Millora de la viscositat i consistència del producte durant l'emmagatzematge gràcies a la hidratació dels estabilitzants afegits i/o les pectines de la fruita.

La refrigeració del iogurt resulta essencial per reduir al mínim aquestes reaccions, permetent conservar la qualitat del producte fins a varies setmanes després de la seva fabricació. Durant les primeres 24-48 hores del emmagatzematge en refrigeració s'observa una millora de les característiques físiques del coàgul, especialment com a conseqüència de la hidratació i/o estabilització de les micel·les de caseïna, motiu pel qual resulta aconsellable retardar el repartiment i la distribució del producte durant aquest temps.

Donat que la qualitat del producte del iogurt després de l'elaboració depèn de molts factors és aconsellable seguir les següents recomanacions amb la finalitat de garantir que el producte arriba al consumidor en condicions òptimes.

i. Durant l'emmagatzematge en refrigeració

- Reduir al mínim la manipulació dels envasos.
- Mantenir la temperatura de refrigeració tant baixa com sigui possible (a menys de 5°C).
- Assegurar l'adequada circulació de l'aire a les càmeres, especialment quan el iogurt s'envasa a 20°C i el refredament final té lloc a la mateixa temperatura.
- Evitar les pèrdues de fred utilitzant aïllaments adequats a les càmeres.
- Protegir el producte amb una il·luminació especial per minimitzar les decoloracions i oxidacions del producte envasat en envasos transparents.
- Esperar un mínim de 48 hores abans de procedir a la distribució comercial del producte per a permetre que el coàgul aconseguixi la seva estabilitat.

ii. Durant el transport

- A l'estiu, als països de la zona temperada del hemisferi nord i sud, és necessari que el transport s'efectuï en refrigeració. Al hivern és suficient recórrer a vehicles isotèrmics.
- En les zones tropicals i subtropicals el transport s'ha de realitzar sempre en vehicles frigorífics.
- Durant el transport l'agitació del iogurt pot produir una disminució de la viscositat i augment de la sinèresis. Això és difícil d'evitar, especialment en grans desplaçaments.

iii. Als establiments de venda i a les cases

- El iogurt s'ha d'exposar en vitrines frigorífiques o conservar-se en les càmeres fins a la seva venda.
- El iogurt s'ha de consumir immediatament després de la seva adquisició o ser conservat en càmeres frigorífiques fins al seu consum.
- El iogurt s'ha de consumir a uns 10°C, ja que a temperatures inferiors no s'aprecia el gust del producte degut al fred i a temperatures superiors el producte perd la frescor i pot experimentar una disminució de la viscositat.

j. Normativa de qualitat

Tot el procés estudiat anteriorment està regulat per la Norma de Qualitat del iogurt destinat al mercat interior que va ser aprovada el dia 1 de juliol del 1987. L'objectiu és definir les característiques de qualitat, envasat i presentació que han de reunir els iogurts per a la seva adequada comercialització al mercat interior. Al llarg dels anys ha sofert alguns canvis, el més recent l'any 2008, pel qual és obligatori que consti la presència d'al·lèrgens a l'etiquetatge.

i. Definició del producte

Corresponent a la de l'apartat 4.

ii. Classificació dels iogurts

Segons els productes afegits, abans o després de la fermentació o l'aplicació de tractament tèrmic després de la fermentació, els iogurts es poden classificar en:

- Iogurt natural. És el iogurt definit en l'apartat 4.
- Iogurt ensucrat. És el iogurt natural al que s'ha afegit sucre o sucres comestibles.
- Iogurt edulcorat. És el iogurt natural al que s'ha afegit edulcorants autoritzats.
- Iogurt amb fruita, sucres i/o altres productes naturals. És el iogurt natural al que s'ha afegit fruites, sucres o altres productes naturals.
- Iogurt aromatitzat. És el iogurt natural al que s'ha afegit agents aromàtics autoritzats.
- Iogurt pasteuritzat després de la fermentació. És el iogurt definit en l'apartat 8.1.

iii. Factors essencials de composició i qualitat

- pH. Tots els iogurts hauran de tenir un pH igual o inferior a 4,6.
- Matèria grassa làctica. El contingut mínim de matèria grassa làctica dels iogurts serà del 2 %, a excepció dels iogurts semidesnatats, en els que serà inferior a 2% i superior a 0,5%, i pels iogurts desnatats, en els que serà inferior a 0,5%.
- Extracte sec magre làctic. Tot els iogurt tindran un contingut mínim d'extracte sec magre del 8,5%.

- Contingut en iogurt. Per als iogurts amb fruites, suc i/o altres productes naturals, la quantitat mínima de iogurt en el producte acabat serà del 70 %. Per als iogurts aromatitzats, la quantitat mínima serà del 80%.

iv. Matèries primeres i addicions essencials i facultatives

- Matèries primeres i facultatives. En tots els iogurts: llet pasteuritzada, llet concentrada pasteuritzada, llet total o parcialment desnatada pasteuritzada, llet concentrada pasteuritzada total o parcialment desnatada i mescla de dos o més d'aquests productes. A més, en els iogurts ensucrats, edulcorats, amb ingredients naturals i aromatitzats s'afegiran els ingredients convenients.

- Addicions essencials. Únicament de *Lactobacillus bulgaricus* i *Streptococcus thermophilus*, estant presents ambdós.

- Addicions facultatives.

- Llet en pols sencera, semidesnatada o desnatada en quantitat màxima de fins al 5 per 100 m/m en el iogurt natural, i fins el 10 per 100 m/m en altres tipus de iogurt.
- Sucre i/o sucres comestibles
- Edulcorants autoritzats
- Agents aromatitzants autoritzats.
- Gelatina només en els iogurts amb productes naturals i els aromatitzats amb una dosi màxima de 3g/kg de iogurt.
- Midons comestibles modificats únicament en els iogurts amb productes naturals i els aromatitzats amb una dosi màxima de 3g/kg de productes acabats.
- Additius autoritzats: colorants i edulcorants, es podran utilitzar en les dosis establertes pel Real Decret 2001/1995 i pel Real Decret 2002/1995 respectivament.

v. Higiene

- Els aspectes higièncs relatius a les matèries primeres, fabricació, productes acabats, emmagatzematge i transport estan regulats pel Real Decret 1679/1994.

- El iogurt des del moment de la seva fabricació fins a l'adquisició pel consumidor, es mantindrà a temperatures entre 1°C i 8°C.

- El iogurt haurà de ser venut al consumidor, com a màxim, passats vint-i-vuit dies a partir de la seva fabricació.

- Els dos últims punts no seran exigibles als iogurts pasteuritzats després de la fermentació.

vi. Norma microbiològica i contaminants

- Presa de mostres

- Presa, transport i conservació de les mostres. La presa de mostres per als iogurts es farà per triplicat segons la legislació vigent.
- Criteris microbiològics. Les normes microbiològiques seran senyalades al Real Decret 1679/1994, pel que s'estableixen les condicions sanitàries aplicables a la producció o comercialització de llet crua, llet tractada tèrmicament i productes làctics.

- Contaminants. Les toleràncies en residus de plaguicides i altres contaminants en tot els ingredients i en els productes acabats no hauran de sobrepassar els límits continguts en la legislació vigent.

vii. Envasament

Els diversos tipus de iogurt es presentaran al consumidor en envasats en recipients tancats.

- Material dels envasos. Vidre, cartró parafinat, porcellana, plàstic o qualsevol altre material autoritzat pel Ministeri de Sanitat i Consum.

- Contingut mínim del envasos. Els envasos tindran un contingut net mínim de 125 gr.

viii. Etiquetatge i presentació

L'etiquetatge dels productes ha de complir amb el Real Decret 1334/1999 que requereix que a l'etiqueta consti la informació assenyalada a l'apartat h.

ix. Prohibicions

Queda totalment prohibit utilitzar la paraula iogurt en la denominació de qualsevol producte sinó compleixen els requeriments d'aquesta norma.

Fent referència al procés d'elaboració del iogurt, l'any 1993 Stefanie Böge va publicar a Alemanya un estudi, ja famós arreu del món, sobre la intensitat de transport del iogurt i les seves matèries primeres.

Aquesta autora va calcular els kilòmetres que havia de recórrer un iogurt travessant quatre països abans d'arribar al consumidor. Darrera de cada envàs de iogurt s'amaguen tres mil kilòmetres recorreguts en camió. Però donat que el proveïdors de materials tenen també els seus propis subministradors de matèries primeres, s'està encarint

innecessàriament un producte fàcil de fabricar artesanalment a les nostres cases. Al consum de combustible fòssil no renovable, s'agrega el impacte mediambiental. D'altra banda, la utilització d'envasos de plàstic d'un sol ús, en lloc d'envasos reutilitzables de vidre, significa emprar uns altres cent litres de petroli per cada set mil unitats que acaben a les escombraries.

La instal·lació de petites plantes de fabricació de iogurt per cobrir els mercats locals és una activitat competitiva i capaç de generar ocupació. A més la iniciativa resulta altament rentable encara se s'utilitzi llet comercial en l'elaboració. No obstant, els costos podrien baixar notablement si la matèria primera s'obtingués de la munyida de vaques criades en petites superfícies properes al lloc d'elaboració i consum.

7. Varietats de iogurt i la seva elaboració

A continuació, descobrirem les variants del iogurt comercial estàndard que podem trobar al mercat, per exemple: el iogurt pasteuritzat, el iogurt congelat, les begudes de iogurt, el iogurt de soja, etc. i les seves respectives elaboracions.

7.1. Iogurt pasteuritzat/UHT o de llarga conservació

S'entén per “iogurt pasteuritzat després de la fermentació” el producte obtingut a partir del “iogurt” que, com a conseqüència de l'aplicació d'un tractament tèrmic posterior a la fermentació equivalent a una pasteurització ha perdut la viabilitat dels bacteris làctics específics i compleix tots els requisits que estableix aquesta norma per al iogurt, llevat de les excepcions que s'hi indiquen.

La vida comercial del iogurt mantingut en refrigeració és, depenent dels estàndards d'higiene observats durant l'elaboració i la qualitat microbiològica dels ingredients i els materials d'envasament, d'unes tres setmanes. Per a millorar la capacitat de conservació del iogurt s'han proposat diverses tècniques de pasteurització. S'aconsegueix augmentar la vida útil del producte, ja que la seva aplicació inactiva als microorganismes estàrter i els seus enzims, així com als altres contaminants, per exemple fongs i llevats. En una planta mecanitzada les relacions temps-temperatura utilitzades per a la pasteurització són semblants a les aplicades per al processat de la llet pasteuritzada, tot i que, en general es necessita un tractament menys intens pel iogurt.



Figura 25.- Iogurt pasteuritzat Pascual

L'elaboració del iogurt pasteuritzat presenta dos problemes principals. En primer lloc, una disminució de la viscositat i una tendència a la sinèresis. En segon lloc, possibilitat de pèrdues de gust.

Existeix també una polèmica sobre denominar aquest producte com a “iogurt”, ja que la majoria de les normes legals estableixen que el “iogurt” ha de tenir un cert nombre de cultius viables de *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus bulgaricus*. És per això que tots els productes que s'hagin sotmès a un tractament tèrmic s'han de denominar “Iogurt pasteuritzat, UHT o de llarga conservació”. Realment la única diferencia entre ambdós iogurts és el baix nombre de microorganismes estàrter del pasteuritzat i segons alguns

científics les propietats nutritives. Entre els components del iogurt, els que podrien resultar més afectats per la calor són les vitamines i els enzims. Comparant el iogurt sotmès al procés tèrmic i el iogurt tradicional s'obtenen els següents resultats:

- El contingut de tiamina no es veu afectat en cap dels dos iogurts.
- Les pèrdues de vitamina B6 durant l'emmagatzematge són majors en el iogurt pasteuritzat que en el tradicional, 85% i 50% respectivament.
- L'àcid fòlic descendeix nivells inapreciables en el iogurt pasteuritzat.
- L'àcid pantotènic es redueix un 70% en el iogurt sotmès al tractament tèrmic.
- El tractament tèrmic redueix l'activitat dels enzims proteasa, cel·lulasa, amilasa i B-D-galactosidasa un 60, 25, 50 i 100% respectivament.

La vida útil del producte obtingut és de 4-6 setmanes a temperatura ambient, a més a més no és necessari addicionar-hi estabilitzants.

Tractament preliminar de la llet (normalització, augment del extracte sec...)

Preescalfament de la llet a 50-60°C

Homogeneïtzació

Tractament tèrmic de la llet

Refredament fins a la temperatura d'incubació

Sembra del cultiu estàrter

Obtenció del iogurt tradicional

Incubació i refrigeració

Envasament i comercialització

Taula 7.1 Procés d'elaboració del iogurt pasteuritzat/UHT o de llarga conservació

7.2. Iogurt amb lactosa hidrolitzada

Durant el procés d'elaboració del iogurt els microorganismes estàrter només utilitzen com a font d'energia, una part de la lactosa disponible amb la consegüent producció d'àcid làctic. La lactosa restant pot ser utilitzada per a donar al iogurt un sabor dolç sense augmentar el seu contingut en calories. Aquest efecte s'aconsegueix mitjançant la hidròlisis de la lactosa amb l'enzim B-D-galactosidasa, la qual hidrolitza la lactosa produint glucosa i galactosa.

El poder edulcorant relatiu de la lactosa i dels monosacàrids resultants de la seva hidròlisis en comparació amb la sacarosa (=1) és de 0,4 per a la lactosa, 0,6 per a la

galactosa i un 0,7 per a la glucosa. No obstant, només és necessari hidrolitzar un 50% de la lactosa per aconseguir el sabor desitjat.

Aquesta hidròlisis només és desitjable durant la fabricació del iogurt de fruites o aromatitzat, ja que el iogurt natural mai és edulcorat ni ensucrat. Tanmateix, la reducció de la concentració de lactosa al iogurt natural millora els seu valor terapèutic perquè la lactosa de la llet determina un augment de l'activitat del *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* degut a la presència de galactosa i glucosa.

Així doncs, es pot fabricar iogurt a partir de llet amb lactosa hidrolitzada, però existeix poc estímul per a la producció d'aquest tipus de iogurt a causa de que no resulta econòmic en comparació amb la simple addició de sucre o edulcorants. És aquest el motiu pel qual és difícil trobar un exemple d'aquest producte.

Normalització i/o enriquiment de la mescla base	
Afegir el preparat enzimàtic a la llet freda (10°C) i deixar-lo una nit.	Escalfar suaument la llet fins a 30-35°C i afegir l'enzim. La hidròlisis pot durar 1-2 hores depenent de l'activitat de l'enzim i la quantitat afegida.
Fabricar el iogurt pel mètode tradicional	

Taula 7.2 Procés d'elaboració del ILH

7.3. Iogurt líquid o per beure

El iogurt líquid o per beure és un iogurt batut de baixa viscositat que es pot aconseguir per diferents mètodes, per exemple:

El procés tradicional, representat a la Taula 7.3, consisteix en la producció de iogurt a partir de llet sencera sense sucre. Després de la incubació, el iogurt es sotmet a una agitació, es refrigera i finalment es dilueix en un volum igual d'aigua. A l'Orient Mitjà és costum condimentar aquest producte amb sal, i en ocasions amb aromatitzant, per exemple menta. Aquest producte sol presentar-se en botelles i una característica que el distingeix és la separació dels sòlids i del sèrum, el que exigeix que tingui que ser agitat abans del consum. A Turquia és coneix aquest iogurt com "Ayran".

Refrigeració del iogurt i dissolució del producte amb un volum equivalent d'aigua
Envasament en botelles de vidre i tancament amb tapes d'alumini
Conservació en refrigeració i comercialització

Taula 7.3 Elaboració del iogurt líquid tradicional

En la majoria de les plantes de fabricació de iogurt és possible elaborar iogurt líquid a part d'una barreja amb un baix extracte sec total. En la fabricació industrial de iogurt tradicional el coàgul ha de ser manipulat amb molta cura, però en l'elaboració de iogurt líquid les bombes positives es substitueixen per bombes centrífugues per a la transferència del iogurt des dels tancs d'incubació als refrigeradors. Alternativament es pot recórrer a l'agitació a alta velocitat per a trencar el coàgul després de la fermentació, o bé fer passar el iogurt a través d'un homogeneïtzador sense aplicar pressió. Per a solucionar el problema és precís incorporar a la barreja base un agent estabilitzant. El procés que es segueix en les plantes de fabricació és el de la Taula 7.4.

Elaboració del iogurt tradicional partint d'una mescla base amb un baix contingut en greix, extracte sec magre i sucre

Refrigeració del iogurt, addició de xarops de fruita i bombeig de la mescla mitjançant una bomba centrífuga o a través d'un homogeneïtzador però sense aplicar pressió

Envasament, conservació en refrigeració i comercialització

Taula 7.4 Elaboració del iogurt líquid industrial

En ocasions aquest producte és sotmès a un tractament tèrmic, es a dir, a la pasteurització, amb la finalitat d'augmentar la seva capacitat de conservació.



Figura 26.- Iogurt batut Yosport de Pascual

7.4. Iogurt condensat/concentrat

Tradicionalment els recipients utilitzats pels nòmades d'Orient Mitjà per a l'elaboració de iogurt estaven fets a partir de pells d'animals i en ells es deixava el iogurt fins que es consumia. Mentre el iogurt estava en aquest tipus de recipient, es produïa l'absorció de part del sèrum per la pell i d'aquesta forma tenia lloc una concentració del iogurt i s'obtenia el iogurt condensat o concentrat. Aquest producte presenta una capacitat de conservació superior a la del iogurt normal, principalment a conseqüència de la major concentració d'àcid làctic.

Aquest tipus de iogurt condensat s'elabora a diferents zones, rebent altres noms: than a Armènia, leben zeer a Egipte, kurut a Turquia i labneh al Líban. Actualment per motius d'higiene s'utilitzen sacs de tela en lloc de pells d'animals. La sal es addicionada com agent aromatitzant i conservant, possiblement per a neutralitzar l'acidesa del producte.

El labneh es consumeix normalment amb pa com part dels àpats principals, però la possibilitat d'introduir aquest producte al mercat europeu i nord-americà no ha estat considerada sèriament. A l'Índia es coneix com shirkhand un producte semblant, en el que s'utilitza nou moscada i extracte de safrà com aromatitzants.



Figura 27.- Labneh

La fabricació a gran escala de iogurt condensat es pot dur a terme utilitzant centrifugues o en grans sacs de tela, amb capacitats per uns 25 kg de iogurt que s'apilen sobre altres per facilitar la alliberació del sèrum.

Fabricar el iogurt tradicional sens addició de sucre i de fruites

Separar el sèrum del iogurt batut fred utilitzant una centrifuga

Addicionar els additius, per exemple: sal, conservants o aromatitzants

Envasar en envasos de poliestirè o cartró

Conservar en refrigeració i comercialitzar

Taula 7.5 Fabricació a gran escala de iogurt concentrat

7.5. Productes derivats del iogurt concentrat

El iogurt concentrat, és a dir, el labneh, s'utilitza a més a més com a matèria primera per a la fabricació d'alguns productes làctics tradicionals molt populars a l'Orient Mitjà. El processat implica normalment la extracció de major quantitat de sèrum del iogurt concentrat i, en casos extrems, la deshidratació del producte final. La Taula 7.6 recull el mètode d'elaboració del iogurt concentrat i dels seus derivats.

Eliminar el sèrum i concentrar fins un extracte sec del 30-40%		
Apilar els sacs de tela contenint el iogurt en una premsa mecànica per arribar a un extracte sec del 50%		
Buidar el contingut dels sacs o passar el producte per un homogeneïtzador		
Moldejar en forma de boletes	Afegir herbes	Barrejar amb blat molt
Labneh anbaris	Moldejar en forma de boletes	Dessecar, liofilitzar i polvoritzar

Chanklish

Kishk

Taula 7.6 Elaboració dels productes derivats del iogurt concentrat

Aquests aliments tradicionals es fabriquen a partir d'excedents de llet de la primavera i l'estiu i es consumeixen durant el hivern. A continuació estudiarem algun d'aquests productes.

a. Labneh Anbaris

Aquest tipus de iogurt concentrat presenta un extracte sec total del 30-40% i inclús superior. El processat tradicional parteix de labneh amb un extracte sec total del 24% i el producte final es moldeja en forma de boletes que es deixen assecar al sol. El producte dessecat es col·loca en recipients de fang o vidre i es cobreix amb una capa d'oli. En les zones on s'utilitza la llet de cabra o d'ovella en lloc de la llet de vaca, el producte té un sabor més fort.

A Polònia s'utilitza llet concentrada, amb un extracte sec total del 30-40%, per a la fabricació d'un producte conegut amb el nom de super-iogurt que permet obviar els problemes higiènics que representa la utilització de sacs de tela.

b. Chanklich

El procés d'elaboració del chanklich és semblant a la del labneh anbaris, tant sols es diferencia en l'addició d'herbes o espècies al iogurt concentrat. Ambdós es consumeixen amb pa i oli com aperitius, existint la possibilitat d'introduir-los al mercat europeu i nord-americà com a ingredients per a "cocktails".

c. Kishk

Es tracta d'un producte deshidratat a base de iogurt i cereals. Es pot elaborar a partir de iogurt o de iogurt concentrat. Pot presentar-se en forma de rotllo o com una farina. Es prepara reconstituïnt el producte deshidratat amb aigua i bullint-lo suaument. Normalment es consumeix amb pa. En alguns casos s'afegeixen agents aromatitzants, com per exemple ceba, orenga...

Recentment s'ha investigat el valor potencial dels productes a base de kishk com a mètode de conservació de les proteïnes de la llet, arribant a la conclusió de que pot ser un mètode de gran valor.

El peculiar gust del kishk és molt acceptat pels habitants del medi rural d'Orient Mitjà, però la seva introducció en altres societats està bastant limitada, pel que fa referència a la seva acceptació i gust.

7.6. Iogurt congelat

El iogurt congelat es pot classificar en tres grups principals: tous, durs i mousses. Aquests productes s'assemblen als gelats en el seu estat físic i es caracteritzen per presentar el sabor àcid del iogurt i la frescor dels gelats. A més a més, aquests productes contenen altes concentracions de sucre i estabilitzants/emulsionants, en comparació amb el iogurt, substàncies necessàries per mantenir l'estructura esponjosa durant el procés de congelació.



Figura 28.- Gelat de iogurt La Lechera

La història i les dades tècniques de la fabricació del iogurt congelat ha estat estudiades a fons i en trets generals les etapes implicades en la seva elaboració són barrejar el iogurt natural batut fred amb xarops freds de fruites, estabilitzants, emulsionants i sucres. La congelació de la barreja té lloc en un congelador de gelats continu convencional. A continuació, es mostren els tres processos per a l'elaboració dels diferents tipus de iogurt congelat.

Iogurt congelat tou	Iogurt congelat dur	Mousse
Barrejar un 80% de iogurt amb un 20% de xarop de fruites més els estabilitzants i emulsionants	Barrejar un 65% de iogurt amb un 35% de xarop de fruites més els estabilitzants i emulsionants	Barrejar el iogurt amb una mescla base de mousse calenta (llet desnatada, sucre, estabilitzants i emulsionants)
Congelar en un congelador a una temperatura de -6°C		Refredar i agitar en un congelador
Envasar, emmagatzemar a 6°C i comercialitzar	Envasar i congelar a -25°C. Comercialitzar	Envasar i emmagatzemar a temperatures inferiors a 0°C

Taula 7.7 Elaboració del iogurt congelat

Tot i que el procés de fabricació ha quedat més establert, són aconsellables les següents mesures per eliminar els defectes que pugui presentar el iogurt congelat:

- Assegurar la pasteurització dels xarops de fruita i, excepte en l'elaboració del mousse de iogurt, addicionar-los en fred al iogurt.
- Mesclar suaument el iogurt i el xarop de fruites, ja que una agitació intensa podria determinar una pèrdua de sabor.
- Es pot millorar la capacitat de conservació substituint el aire utilitzat durant la congelació per nitrogen.
- Els agents utilitzats per edulcorar els xarops de fruites, o sigui, sucre i/o xarop de panís, poden ser substituïts per lactosa hidrolitzada.
- El mousse sense sucre no es pot emmagatzemar a temperatures inferiors a 0°C, ja que es produeixen fenòmens de sinèresis.

Aquests productes congelats es consumeixen normalment en estat de congelació, però s'ha intentat també congelar el iogurt batut aromatitzat per a la seva comercialització com producte congelat per a ser consumit un cop descongelat.

Es poden presentar fenòmens de sinèresis i/o separació de fases, defectes que es poden minimitzar mitjançant l'addició d'agents estabilitzants o emulsionants.

7.7. Iogurt amb gas

Les begudes carbòniques tenen una gran acceptació a tot el món i la gasificació amb anhídrid carbònic de begudes a base de iogurt amb taronja, llimó, cirera o poma, tenen els següents efectes:

- Milloren la qualitat i sabor refrescant del iogurt tradicional.
- Causen una agradable sensació de formigueig a la llengua.



Figura 29.- iogurt amb gas Vio

El iogurt amb gas es pot fabricar de forma líquida o deshidratat. El primer tipus és en efecte un iogurt amb gas i aromatitzat per a beure, mentre que el producte deshidratat

allibera lentament l'anhidrid carbònic a mesura que es reconstitueix en aigua. Les diferències en les etapes d'elaboració d'ambdós tipus de iogurt amb gas s'il·lustren en la següent taula.

Procés líquid	Procés deshidratat
Elaborar el iogurt pel mètode tradicional	Deshidratar el iogurt preparat pel mètode tradicional.
Després del períodes d'incubació, agitar suaument el coàgul i homogeneïtzar.	Barrejar el producte deshidratat obtingut amb els següents ingredients: àcids orgànics en forma solida, carbonats de metalls, extracte sec làctic, espessants, aromatitzants, edulcorants, estabilitzants i colorants.
Escalfar el iogurt homogeneïtzat a 53°C i afegir: sucre, aromatitzants i estabilitzants.	Reconstituir el producte a part de 30 gr. de iogurt en pols amb aigua, amb el que s'obté un refrescant iogurt amb gas.
Barrejar, refredar la barreja a 15-20°C, afegir el carbonat i homogeneïtzar.	
Envasar i emmagatzemar a 4°C	

Taula 7.8 Diferències en l'elaboració del iogurt gas líquid i deshidratat

7.8. Begudes de iogurt

La fermentació de la llet per bacteris acido-làctiques i llevats és àmpliament utilitzada a Europa del Est i Rússia per a elaborar el kèfir i el Kumis. Aquest tipus de fermentacions alliberen àcid làctic, alcohol, anhidrid carbònic i compostos aromàtics. Recentment s'ha desenvolupat un producte per al mercat japonès en el que el llevat del gènere *Kloeckera* es precultiva a la llet abans de procedir a l'elaboració del iogurt. A continuació, la barreja s'esterilitza i es refreda fins a la temperatura d'incubació i finalment s'incuba amb un cultiu format per *S. Thempophilus* i *L. Bulgaricus*. Es pot veure el procés esquematitzat en la Taula 7.9.



Figura 30.- Begudes de iogurt

Una beguda búlgara bastant diferent, especialment formulada per a la seva comercialització a Rússia, conté un 35-54% de iogurt, un 20-40% de puré de fruites o hortalisses naturals, un 28-30% de xarop de poma i un 0,1-0,2% d'àcid cítric. La barreja s'homogeneïtza, s'esterilitza a 120-130°C duran 50-70 segons, es refreda i s'envasa. No obstant no s'ha estudiat la popularitat d'aquest producte en mercats més amplis.

Preincubar la llet, sencera o desnatada adicionada a un 2-3% de sucre amb llevat a 25-30°C duran 15-20 hores

Esterilitzar la llet a 100°C durant 30 minuts

Refredar a 35°C i sembrar amb cultiu estàrter de iogurt

Incubar a la mateixa temperatura

Refredar el coàgul, afegir xarop de té verd i barrejar

Homogeneïtzar la barreja

Envasar i conservar en refrigeració

Taula 7.9 Procés d'elaboració de les begudes de iogurt

7.9. Iogurt deshidratat/instantaneïtat

L'objectiu principal de la fabricació de iogurt en pols es conservar la llet en una forma estable i fàcilment utilitzable. El iogurt deshidratat es divideix en dos tipus. El primer ha de ser incubat un cop reconstituït durant unes hores per a permetre que tingui lloc el procés de coagulació, mentre que el segon forma el coàgul en una període de temps curt, per aquest motiu s'anomena instantani.

Bàsicament existeixen dos mètodes de deshidratació per a l'elaboració del iogurt: deshidratació per polvorització i liofilització. Tot i que el segon pot semblar més atractiu perquè la temperatura necessària per a la deshidratació (20-35°C) és inferior a la necessària per polvorització (55-60°C), el que causa una alteració mínima dels constituents de la llet i/o pèrdua de gust, resulta massa car per aplicar-ho a escala industrial.



Figura 31.- Iogurt deshidratat Newghurt

Aquests tipus de iogurt tenen una textura diferent degut a la presència d'excessives quantitats d'estabilitzants. Resulta evident que la formació instantània del coàgul

dependrà de la presència de midó i altres hidrosalines més que de la desestabilització de la caseïna per l'àcid.

A la taula es mostra el procés d'elaboració del "iogurt per esportistes". És un tipus de iogurt deshidratat que augmenta la potència muscular, eleva la taxa d'hemoglobina en sang i millora el rendiment dels esportistes.

Hidrolitzar la llet desnatada mitjançant un enzim proteolític	Sembrar el sèrum de llet amb el cultiu estàrter de iogurt i la llevadura
Elaborar el iogurt i deshidratar fins a un extracte sec total del 95%	Concentrar el cultiu microbià i deshidratar
Mesclar els productes deshidratats	

Taula 7.10 Elaboració del iogurt per a esportistes

7.10. Iogurt dietètic/terapèutic

El valor nutritiu del iogurt s'estudia a fons en l'apartat 10, però a més a més s'ha de tenir en compte que freqüentment es fabriquen tipus especials de iogurts amb finalitat dietètica o terapèutica. El fet de que alguns científics pensin que els cultius de *L. Bulgaricus* i *S. Thermophilus* no sobreviuen al intestí pot ser un factor limitant si es pretén utilitzar el iogurt com a teràpia antibiòtica o amb altres finalitats mèdiques. Tot i que la incorporació de *L. Acidophilus* i *Bifidobacterium bifidum* als cultius estàrter del iogurt pot resultar contrària al que estableixen les definicions del iogurt, el producte làctic resultant té un extraordinari valor terapèutic. Per exemple, el iogurt amb baix contingut en lactosa és adequat per a pacients amb intolerància a la lactosa; l'addició de vitamines al iogurt augmenta el seu valor nutritiu; el iogurt de baix contingut en calories és ideal per a les persones preocupades per la dieta; el iogurt sense colesterol pot ser beneficiós per a pacients amb problemes cardiovasculars. També es fabriquen "tabletes de iogurt", producte de confiteria sense sucre especialment per a les persones diabètiques. No obstant, és evident que el valor terapèutic del iogurt dins de la medicina és limitat i els possibles beneficis econòmics per a les indústries depenen de la resposta i el recolzament de la professió mèdica. Més endavant, veurem alguns d'aquests productes dels quals estudiarem a fons la seva composició química a l'apartat 16.

a. Iogurt sense colesterol

Per aconseguir un iogurt sense colesterol el greix làctic de la barreja es substituït per olis insaturats en un 1,5-6,4%, elaborant seguidament el iogurt de manera tradicional.



Figura 32.- Iogurt sense colesterol Benecol de Kaiku

Recentment el primer assaig clínic realitzat a Espanya amb el producte Benecol de Kaiku ha demostrat que un iogurt amb estanol vegetal pot ser eficaç per a reduir el colesterol. L'assaig ha estat promogut per l'Institut Kaiku per a la Salut i dirigit per la Unitat de Assajos Clínics de la Fundació Leia i és el primer que es realitza al nostre país amb un producte d'aquest tipus.

En la prova clínic i van participar 30 pacients amb colesterol superior a 120 mg/dl. L'estratègia consistia en consumir durant 3 setmanes 2 gr. d'esters d'estanol vegetal.

Els resultats revelen que amb Benecol de Kaiku es produeix una reducció en els nivells de colesterol després de tres setmanes de tractament, superior a la que es produeix només amb la dieta. Aquest fet inicia un pla d'investigació clínic amb centenars de pacients per confirmar dita eficàcia en diferents circumstàncies.

El consum d'estanol vegetal com a reductor dels nivells de colesterol ha estat recomanat també per la National Cholesterol Education Program de EEUU i la American Heart Association.

b. Iogurt ric en vitamines/minerals

Elaborar un iogurt ric en vitamines és molt senzill. Partint del iogurt tradicional, s'afegeix, per exemple, extracte de taronja abans d'addicionar el cultiu estarter. El extracte de taronja presenta un alt contingut en vitamina C.

Existeixen iogurts enriquits amb vitamines i amb calci, com és el cas de Densia de Danone. Aquest producte aporta el doble de calci que un iogurt normal i vitamina D, que ajuda a l'absorció del calci. És indicat per a les dones de més de 40 anys, ja que per processos fisiològics naturals de la vida, a partir dels 40 anys la pèrdua de la densitat òssia és constant i tenen que afrontar l'etapa en la que la pèrdua encara serà major, la menopausa.



Figura 33.- Iogurt ric en calci Densia de Danone

c. Iogurt hipocalòric

Per elaborar un iogurt hipocalòric es parteix de llet amb baix extracte sec magre. El valor energètic serà d'uns 170 KJ/100g, mentre que el tradicional és de 250-335 KJ/100 g aproximadament. Són aconsellables per persones que segueixen una dieta baixa en calories.



Figura 34.- Iogurt hipocalòric Vitalinea de Danone

d. Iogurt BIO

Aquests tipus de iogurts són excel·lents probiòtics perquè contenen principalment el bacteri *Bifidobacterium Bifidum*, per tant regulen la flora intestinal y defensen el nostre organismes dels microorganismes perjudicials. Al estimular els moviments del intestí i regular el trànsit intestinal, reben el nom de Bífidus Acti-regularis.

El procés d'elaboració és idèntic al del iogurt estàndard, però enlloc d'afegir tan sols *L. Bulgaricus* i *S. Thermophilus*, també es posa *L. Acidiphilus*, *B. Bidifum* i/o *L. Casei*, etc.



Figura 35.- Iogurt Bio de Danone

7.11. Acidificació directa de la llet

L'addició a la llet d'àcids orgànics determina la formació d'un coàgul quan el pH descendeix per davall de 4,6. El producte obtingut es coneix com iogurt d'acidificació directa. Aquest s'assembla al iogurt tradicional en l'aspecte, l'estructura del gel, el cos i la textura, però manca d'aroma, gust i propietats terapèutiques pròpies del iogurt. El procediment d'elaboració s'esquematitza en la Taula 7.11.

Procés A	Procés B
Enriquir o normalitzar la llet	Barrejar una solució aquosa de goma de garrofi amb llet
Barrejar el agent edulcorant amb l'estabilitzant i afegir-los a la llet	Afegir l'acidificant a 35-60°C fins arribar a una pH de 3,4-3,6
Escalfar la llet a 71°C durant 30 minuts	Agitar per estabilitzar l'emulsió
Afegir el acidificant a la llet	Homogeneïtzar i esterilitzar la llet acidificada
Homogeneïtzar	Envasar, refrigerar i emmagatzemar
Envasar, refrigerar i emmagatzemar	

Taula 7.11 Processos d'elaboració del iogurt d'acidificació directa

7.12. Iogurt amb llet de soja

Degut a l'actual escassetat mundial d'aliments es busquen contínuament fonts alternatives de proteïnes, especialment destinades als països en vies de desenvolupament, en els que la malnutrició representa un problema. Donat que la soja és una producte relativament abundant, barat i ric en proteïnes s'ha dut a terme un gran esforç per a la fabricació de productes a base de soja. El principal inconvenient d'aquests aliments és el seu gust a mongeta i la flatulència que provoquen (és a dir, la producció de diòxid de carboni, hidrogen i metà per la flora intestinal com a resultat de la degradació i/o metabolisme dels oligosacàrids presents a les llavors de la soja). Òbviament, aquest tipus de problemes poden ser resolts per diverses tècniques de processat i/o fermentació.



Figura 36.- Llavors de soja

La soja té moltes propietats beneficioses, aporta un gran nombre de proteïnes, fibra i greixos poliinsaturats. Destaquen la presència de dos àcids grassos: el linoleic (omega-3) i linoleic (omega-6), ambdós fonamentals i beneficiosos per a la salut dels vasos sanguinis i del cor. També conté lecitina i varies vitamines i minerals, per exemple: vitamina E, ferro, calci, magnesi, potassi, fòsfor... Per últim cal destacar la presència d'isoflavones¹⁵. En comparació amb la llet de vaca, la llet de soja no conté lactosa (sucre de la llet), caseïnes (proteïnes làctiques), vitamina B12, greixos saturats, colesterol i aporta menor quantitat de sodi i calories.

¹⁵ Substàncies diferent als esteroides endògens humans amb capacitat d'unir-se als receptors estrogènics.

Dos formes d'obtenció de productes alimentaris fermentats són: primer, la utilització de llet de soja per a l'elaboració de productes similars al iogurt i segon, el enriquiment de la llet de mamífers amb extractes de soja per a l'elaboració de iogurt.

La producció de iogurt a partir de llet de soja ha estat avaluada per diversos científics i s'ha arribat a les següents conclusions:

- Es pot obtenir un producte de qualitat acceptable similar al iogurt a partir de llet de soja fermentada per *L. Bulgaricus*.
- El producte fermentat permet la formació d'un coàgul homogeni sense separació del sèrum i amb un gust superior al de la llet de soja.
- El gust de la llet de soja fermentada depèn de les concentracions de n-pentanal i n-hexanal; el *S. Thermophilus* és responsable de la formació del primer, mentre que el segon es troba a la llet de soja,
- La disminució de la concentració d'oligosacàrids no és significativa.

A més a més de ser un producte abundant, barat i ric en proteïnes, és excel·lent per a cuidar els nivells de colesterol. S'elabora de manera anàloga a un iogurt tradicional: es parteix de la llet de soja que es fa fermentar, quan ha recorregut un temps obtenim el resultat final, en el cas del iogurt de soja s'obté un producte menys àcid i amb una consistència menys sòlida que un iogurt de llet de vaca.



Figura 37.- Iogurt amb llet de soja Savia de Danone

Aquests iogurts aporten proteïnes vegetals a la dieta i, al mancar de lactosa són adequats per a les persones amb intolerància a aquesta substància.

Dispersar la farina de soja en aigua a 25° i a un pH de 4,2-4,6. Amb aquest tractament s'eliminen la majoria de sucres, minerals, certs enzims i compostos responsables del sabor a soja

Filtrar i tractar el residu sòlid amb una solució aquosa a 55°C i pH 9,0
Separar els sòlids per sedimentació i separar la fase líquida

Ajustar el pH a 6,7 amb un àcid orgànic comestible. Afegir sucre, oli vegetal, estabilitzants i lecitina

Homogeneïtzar mitjançant una vigorosa agitació per obtenir llet de soja

Esterilitzar a 116°C durant 4 minuts, refredar a 40°C i sembrar amb un cultiu estàrter de iogurt

Incubar durant 16 hores a 40°C i refredar. El iogurt de soja té un pH de 4,2-4,4

Taula 7.12 Procés d'elaboració del iogurt de soja

Un altre dels beneficis dels iogurt de soja és que ajuda a controlar la diabetis segons un article publicat el 10 de novembre del 2006 per Reuters, un grup d'investigadors dels EEUU. En aquest article del diari Journal of Food Biochemistry s'informa de que els iogurts de soja, especialment els que contenen fruites, poden ajudar a controlar tan la diabetis de tipus dos com la tensió alta. Això seria possible ja que aquests productes ajuden a regular els enzims que influeixen en els nivells de sucre en sang.

8. Altres ferments

A banda del iogurt, existeixen altres llets fermentades, generalment de vaca, sotmeses a un procés de fermentació per addició de microorganismes que l'acidifiquen i la fan espessa fins a donar-li el sabor i la consistència característica d'aquests productes. Les llets fermentades diferents al iogurt no inclouen fonamentalment els microorganismes *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* i no tenen una regulació específica. Tot seguit veurem algunes de les llets fermentades més consumides arreu del món.

8.1. Kèfir (Càucas)

El kèfir és la llet fermentada més antiga que existeix. És una beguda cremosa, similar al iogurt d'origen caucasià. S'elabora a partir d'una fermentació lacto-alcohòlica¹⁶ de la llet, sent els grans de kèfir els agents fermentadors. Inicialment s'elaborava fermentant llet de camell, més endavant s'utilitzava la llet de egua i posteriorment la de cabra i la de vaca. Obtenir aquesta matèria primera fresca seria ideal, però actualment és quasi impossible accedir-hi. A partir del seu cultiu amb llet directament munyida, el kèfir creix sa i amb una major qualitat. La llet tractada amb antibiòtics frenaria i danyaria l'activitat dels bacteris dels nòduls.



Figura 38.- Grans de kèfir

Les begudes que s'obtenen als cultius de kèfir tenen, segons la tradició històrica i verificacions científiques en laboratoris, propietats molt beneficioses per als humans, tant pels seus efectes preventius com curatius, perquè és un aliment probiòtic.

N'hi ha de tres tipus: el de llet, el d'aigua i el de té (kombucha). El més conegut és el de llet i, tot i que els tres tipus són el mateix kèfir, estan adaptats a medis diferents.

¹⁶ Transformació de la lactosa de la llet en àcid pirúvic (glicòlisi) i posteriorment en etanol i diòxid de carboni. La duen a terme els llevats del gènere *Saccharomyces*.

Un efecte característic del kèfir és que està en constant creixement, ja que són organismes vius. Els nòduls que creen es divideixen per gemació i aviat dupliquen la seva mida necessitant més aportació energètica i més espai. Quan es divideix se'n pot oferir a altres persones i així al llarg de la història ha passat de generació en generació.

a. Procés d'elaboració

Quan el kèfir s'elabora artesanalment és millor utilitzar llet fresca que llet pasteuritzada o UHT. En un recipient s'aboquen $\frac{3}{4}$ de litre de llet i es posa un quantitat de kèfir d'aproximadament la mida d'un llimó. Es deixa reposa 24 hores mentre la llet s'incuba amb els grans de kèfir. Posteriorment es col·la amb un col·lador i es pren la beguda. Si es deixa més de 24 hores, la beguda obté un sabor més intens, àcid i resultaria astringent. Si al contrari el procés de fermentació fos menor seria més suau, per tant seria laxant.

Després de netejar el recipient es posa més llet i de nou els nòduls de kèfir. Degut a que es tracta d'un organisme viu aquestes operacions faran que els nòduls de kèfir augmentin de mida amb el pas dels dies.



Figura 39.- kèfir artesanal

Per a l'elaboració industrial de kèfir es parteix de llet normalitzada amb 0,1-3,2% de greix. S'escalfa a 70°C, s'homogeneïtza i es pasteuritza a temperatures de 85-90°C durant 3-10 minuts. Es refreda a 22°C i es deixen fermentar els grans de kèfir a aquesta temperatura durant 10-12 hores fins que augmenta l'acidesa a un 1% d'àcid làctic i s'aconsegueix un 1% de contingut en etanol.



Figura 40.- kèfir industrial

El procés es pot realitzar amb dos variants de cultiu estàrter: els grans de kèfir activats per incubació prèvia de llet estèril a 8-10°C durant 18 hores es retiren de la llet mitjançant filtració i el producte obtingut s'utilitza com a cultiu mare per a la línia de producció; o bé, utilitzar els grans junt amb la llet incubada de la mateixa manera mencionada anteriorment. Això implica que durant la producció del kèfir s'ha de realitzar un filtrat abans d'omplir els envasos per recuperar els grans, els quals són rentats per ser reutilitzats.

b. Diferències entre el kèfir i el iogurt

Encara que és similar al iogurt, la diferència principal entre el procés de fermentació del kèfir i del iogurt està en que el primer fermenta la llet mitjançant una reacció lacto-alcohòlica, mentre que la del iogurt és només làctica, com ja em vist a l'apartat 5.

El kèfir prevé putrefaccions intestinals i ajuda a la depuració del organisme. D'aquesta manera, l'absorció i l'assimilació de nutrients és més completa i es poden sintetitzar components necessaris com la vitamina K¹⁷. El iogurt afavoreix la flora intestinal, però el kèfir és una autèntic regenerador d'aquesta. És molt aconsellable prendre'l després d'un tractament antibiòtic perquè transforma la putrefacció intestinal en fermentació làctica, proveint a l'intestí d'abundant àcid làctic que converteix els residus de les substàncies albúmines¹⁸ que arriben al còlon.

El kèfir és una estructura de polisacàrids on conviuen en simbiosis diversos microorganisme probiòtics: *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *L. Biovar*

¹⁷ És requerida principalment en els processos de coagulació de la sang, però també serveix per generar glòbuls vermells.

¹⁸ Principal proteïna de la sang i a la vegada la més abundant en el ser humà. Es sintetizada al fetge.

diacetylactis, *Leuconostoc mesenteroides subs. cremoris*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* i *kluveromices marxianus var. Fragilis*. Tot i que s'ha comparat amb el iogurt, la microflora del kèfir és molt més complexa.

c. Com es pot aconseguir?

Tradicionalment ni es compra ni es ven, sinó que és un regal entre coneguts i amics en gest de bona voluntat. No és casual que signifiqui un desig de bonaventura, ja que etimològicament el seu nom en turc significa *vendició*.

No es comercialitza de forma industrial (el kèfir original), excepte a Europa, però es pot sol·licitar a moltes rets comercialitzadores de kèfir. Només s'ha d'enviar una carta amb franqueig per a que te'l remetin amb un sobre per correu.

Quan s'adquireix, el kèfir creix i arriba un moment en que se'n pot donar. Algunes herbolisteries, botigues biològiques o farmàcies en tenen i l'entreguen gratuïtament, si no és així no s'ha de deixar canviar les regles de la seva distribució pagant un preu a aquests establiments.

8.2. Kumis (Àsia central)

El kumis, també anomenat koumiss, kumys o kymys, és un producte làctic similar al kèfir però amb un major contingut alcohòlic (3%). Tradicionalment s'ha elaborat amb llet de egua, tot i que avui en dia s'utilitza la de vaca. És una beguda tradicional de la zona d'Àsia Central habitada per tribus mongols desenvolupada al s. XIII

Al igual que en l'elaboració del kèfir participen diversos microorganismes, sent els principals bacteris làctics: *Lactobacillus delbrueckii sbsp. bulgaricus* y *Lactobacillus acidophilus*, així com els següents llevats: *Candida utilis*, *Candida kèfir* y *Saccharomyces cerevisiae*.

El procés d'elaboració consisteix en pasteuritzar la llet a 90-96°C durant 5 minuts, afegir en una concentració bastant elevada (10-30%) de cultiu estàrter i incubar a 20-30°C durant 4-16 hores. A continuació es produeix la fermentació en un espai de temps variable.

Degut a que la llet de egua és pobra en caseïnes, el producte obtingut presenta un coàgul dispers d'una acidesa del 0,6-1,0% d'àcid làctic i un 1-3% d'etanol. Al ser un escàs contingut alcohòlic és difícil l'aparició de símptomes d'embriaguesa a no ser que es consumeix en quantitats molt elevades.



Figura 41.- kumis

Té un efecte lleugerament laxant i és una beguda molt apreciada en els llocs on es consumeix, ja que se li atribueixen propietats medicinals similars a les del iogurt i el kèfir.

8.3. Buttermilk (Sud-Amèrica i Irlanda)

El buttermilk és un producte d'alt consum al sud dels EEUU i a la República d'Irlanda. A Mèxic, d'acord amb la legislació, rep el nom de jocoque i sota aquesta denominació s'elabora comercialment. La seva producció es remunta a l'època colonial.

La forma tradicional d'obtenir aquest producte és com a subproducte de l'elaboració de mantega. El sèrum de la mantega que es separa durant el batut té un sabor i aroma característics derivats de l'acidesa i dels metabòlits produïts pels bacteris participants a la fermentació.



Figura 42.- Jocoque

Degut a la demanda i la necessitat d'obtenir un producte de característiques uniformes, el jocoque s'obté comercialment a l'actualitat a partir de llet pasteuritzada, descremada o parcialment descremada i fermentada amb els bacteris làctics que li atorguen el sabor tradicional del sèrum de mantega. La llet que s'utilitza té un contingut en sòlids no greixos de llet d'un 9-10% i un màxim de greix del 0,5%. Es pasteuritza a 82-87°C durant 30-45 minuts, es refreda a 21-24°C, s'incuba i es fermenta durant 14-16 hores. Les espècies bacterianes utilitzades en la fermentació són *Lactococcus lactis ss. Lactis* i/o *Lactococcus lactis ss. Cremoris* que són principalment responsables de generar acidesa i *Leuconostoc mesenteroides ss. Cremoris* que és responsable de la producció de diacetil a partir del citrat present a la llet. El coàgul s'incuba al voltant dels 22°C i al acabar la fermentació es trenca mecànicament per obtenir un producte viscos però fluït que pugui ser begut. L'acidesa del producte ha de ser de 0,7-0,9 d'àcid làctic, un pH pròxim a 4,5. S'acostuma a addicionar 0,1-0,2% de sal després de la fermentació. Existeixen productes a base de jocoque amb sabors de fruites, tot i això han tingut un mercat limitat als EEUU.

8.4. Llets escandinaves (Escandinàvia)

Les llet fermentades escandinaves són productes similars al jocoque, però s'elaboren amb la participació de cultius capaços de produir gomes. Les seves característiques generals són: sabor àcid i aroma a mantega per la presència de diacetil i la seva textura és viscosa a causa de la presència de la goma produïda pels cultius productors d'aquest. S'elabora normalment a partir de llet de vaca pasteuritzada fermentada amb *Lactococcus lactis ss. Lactis*, *Lactococcus lactis ss cremoris* i *Leuconostoc mesenteroides ss. Cremoris*.



Figura 44.- Lättil



Figura 43.- Filmjöl

Entre els més importants d'aquests producte trobem el filmjöl, que s'elabora amb llet amb un 3% de greix a Suècia i Noruega utilitzant *Lactococcus Lactis*, *Lactococcus Cremoris*, *Lactococcus Diacetylactis* i *Leuconostoc cremoris* i el lättil que és molt similar al filmjöl, però elaborat amb llet d'un 0,5% de greix. Ambdós productes són viscosos, però líquids i

es consumeixen en grans quantitats en aquests països en lloc de llet fresca. La seva fermentació s'efectua a 18-20°C i s'obté una acidesa de 0,8-0,9% d'àcid làctic i un pH de 4,2-4,6.

El villi, vilia o filia és un producte elaborat a Finlàndia molt similar al filmjölk, però amb el creixement a la superfície del llevat *Geotrichum candidum*, el qual li dóna un aroma particular. La seva fermentació s'efectua a 17-19°C durant 24 hores amb el *Lactococcus Lactis*, *Lactococcus Cremoris*, *Lactococcus Diacetylactis*, *Lactococcus dextranicum* i el llevat *Geotrichum candidum* com a protagonistes.

El ymer es consumeix a Dinamarca i té la particularitat de que es treu el sèrum per obtenir una major concentració de sòlids.

Els productes mencionats s'elaboren de forma industrial als països escandinaus. Els cultius fil·lants utilitzats pertanyen a les espècies *L. Lactis ss lactis* i *L. Lactis ss. Cremoris*, però tenen la desavantatge que la capacitat de produir goma és molt inestable i es perd amb facilitat; la raó d'això és que la característica de ser fil·lants es troba codificada als plasmidis.

8.5. Yakult (Japó)

El yakult és una llet fermentada originària de Japó que ha tingut també èxit en altres països com Mèxic. El seu nom deriva de la paraula "jahurto" i va ser inventat pel pediatra de la Universitat de Kioto, Minoru Shirota l'any 1930. Des de llavors, el Yakult ha anat presentant una línia de begudes per al mercat japonès.

S'elabora mitjançant la fermentació d'una barreja de llet desnatada i sucre amb *Lactobacillus casei* i *Bifidobacterium bifidum*, microorganismes que es troben a l'intestí. La fermentació s'efectua a 37°C durant 4 dies i s'obté una acidesa tant alta com 2,7% d'àcid làctic. El producte final té una consistència molt líquida i un sabor cítric.



Figura 45.- Yakult

Recentment, el yakult ha jugat un paper molt important en la cosmètica i en el desenvolupament d'una droga utilitzada en la quimioteràpia anomenada irinotecan. Avui en dia es ven en 29 països i es comercialitza en diferents mides de botella. A Austràlia i Europa les botelles són de 65 ml; als EEUU i a Mèxic són de 80 ml; mentre que a Taiwan i a Xina de 100 ml.

8.6. Llet acidòfila i iogurt acidòfil (Alemanya)

La llet acidòfila s'obté per la fermentació de llet estèril, sencera o descremada, amb *Lactobacillus acidophilus*. És un producte que deu el seu consum a les raons terapèutiques atribuïdes amb aquest bacteri i és molt consumida a Alemanya. En termes de sabor, es tracta d'un producte àcid sense aroma característic, ja que aquests microorganismes no produeix metabòlits de manera important a banda de l'àcid làctic.

El *L. Acidophilus* creix molt lentament a la llet, per aquest motiu aquesta ha de ser estèril, tot evitant que altres bacteris dominin la fermentació. L'esterilització es realitza a 120°C durant 15-20 minuts, a continuació s'inocula amb un volum del 2-5% i s'incuba a 37-38°C durant 18-24 hores. Arribarà a una acidesa del 0,6-1% d'àcid làctic, però per mantindre una alta població viable es recomana que l'acidesa no excedeixi el 0,65%. Després de la fermentació el producte es refreda a 5-10°C i el coàgul es trenca per agitació mecànica. Finalment s'envasa i es manté en refrigeració per mantenir la viabilitat del bacteri.

A partir de la llet acidòfila s'elaboren els iogurt acidòfils. Aquests contenen *L. Acidophilus* i també altres microorganismes com *Bifidobacterium bifidum*. L'elaboració és igual a la del iogurt tradicional, excepte que el temps de fermentació és molt llarg degut a la lentitud amb la que creixen els bacteris addicionals.

A Alemanya existeix un producte d'aquest tipus anomenat bioghurt que conté, a més a més de les espècies del iogurt, *L. Acidophilus*.



Figura 46.- Bioghurt

8.7. Ayran (Turquia)

L'ayran és la beguda més popular, típica i consumida de Turquia. És bàsicament iogurt líquid. El iogurt es mescla amb aigua i es bat durant mitja hora en un yayik. Al final el greix del iogurt apareix a la superfície, l'eliminen i obtenen el iogurt líquid que es pren com a refrescant. N'existeixen dos tipus, a Anatòlia central col·loquen el yayik en vertical i obert mentre amb un pal van batent la beguda fins aconseguir els resultats desitjats. L'altre tipus és originari del Mar Negre, on pengen el yayik del sostre. A dins es posa el iogurt i l'aigua i es tapa. Una persona sèu darrere i el mou durant mitja hora. Finalment amb un recipient gran es recull el greix de la superfície i el ayran es diposita en una caldera.

L'ayran es consumeix una mica salat, per aquet motiu es bo prendre'l en dies calorosos d'estiu per a recuperar la sal que perd el cos. Com que no conté sucre ni greixos, calma la set millor que altres refrescos i no engreixa.



Figura 48.- Ayran



Figura 47.- Yayik

8.8. Altres ferments similars al iogurt

El mazum és típic d'Armènia i es prepara amb llet de cabra, d'ovella o de búfala.

El dahí és una llet fermentada tradicional de la Índia, equivalent al iogurt. S'elabora a partir de llet de vaca o de búfala, la qual s'inocula amb un 20% de volum del producte anterior i es fermenta duran 1-3 hores amb l'ajuda de *Streptococcus Thermophilus*, *Lactobacillus Bulgaricus*, *Lactococcus Diacetylactis* i *Leuconostoc spp.* El lassi també és típic de la Índia. Es beu fred, ja que té un gran poder refrescant. Conté *Lactococcus spp.*, *Lactobacillus. Spp.*, *Leuconostoc spp.* i llevats. Pot ser dolç o salat; aquest últim de vegades està condimentat amb pebre o se li afegeix plàtan, mango o papaia.

El jameed és un iogurt sec elaborat amb llet de cabra. El procés de secat es fa amb sal fins que la crema s'asseca formant una bola de 20 a 30 centímetres de diàmetre. És molt

popular a Jordània, on és un dels components principals del plat nacional: el Mansaf. Un dels jameeds més celebrats procedeix de la ciutat jordana de Karak. S'utilitza també en l'elaboració d'altres plats com el rashoof i el shakreyeh basats en la utilització de iogurt.

El doogh, denominat també dugh és una beguda carbonada natural basada en iogurt molt popular a l'Iran, Afganistan, Azerbaijan i Armènia, així com d'altres països de l'Orient Mitjà.



Figura 49.- Dahi



Figura 50.- Jameed

9. Valor nutritiu

La composició química dels aliments és la millor indicació del seu potencial valor nutritiu. A la Taula 9.1 es presenten els principals constituents d'alguns tipus de iogurt natural sencer, desnatat i de fruites. Si s'accepten aquests valors com representatius resulta evident que el iogurt pot suposar una important contribució a qualsevol dieta. No obstant, s'ha d'acceptar que els valors de composició només són una part de la història i que deixant de banda les quasi màgiques propietats atribuïdes al iogurt, alguns aspectes dels seus efectes a l'organisme no es poden deduir directament del seu anàlisi químic. En aquest apartat estudiarem a fons els diferents components del iogurt, especialment per avaluar la importància nutritiva d'aquests.

	Valor energètic (kcal)	H. de carboni (gr.)	Proteïnes (gr.)	Greix (gr.)	Sodi (mg)	Calci (mg)
Iogurt sencer	72	14	4,5	3	59	145
Iogurt desnatat	64	4	4	1,6	62	150
Iogurt de fruites	98	18,6	5	1,25	----	176

Taula 9.1 Composició química d'un iogurt

9.1. Carbohidrats

a. Carbohidrats disponibles

El terme "carbohidrats disponibles" engloba tots els compostos hidrocarbonats que poden ser assimilats per l'organisme humà i que per tant poden representar una font d'energia pel seu metabolisme. El iogurt natural conté traces de diversos mono- i di- sacàrids, però la lactosa continua sent el sucre dominant. Inclús després de la fermentació el iogurt conté un 4-5% de lactosa. La raó d'aquest relativament elevat contingut es deu a que normalment s'addiciona a la llet un 14-16% d'extracte sec làctic, el que representa un 7% de lactosa, pel que el contingut d'aquesta en el producte final té poca diferència amb el de la llet. No obstant, és diferent l'efecte que aquest aparentment idèntic contingut de lactosa en la llet i el iogurt té en les persones amb intolerància a aquesta substància. Aquest fet fa que el iogurt tingui un gran interès des de el punt de vista mèdic.

i. Intolerància a la lactosa

La majoria dels nens acabats de néixer són capaços de segregat l'enzima lactasa, per tant, la lactosa present a la llet es hidrolitzada fàcilment en glucosa i galactosa mitjançant la inclusió d'una molècula d'aigua trenca l'enllaç glucosídic (1-4) que uneix als monosacàrids.

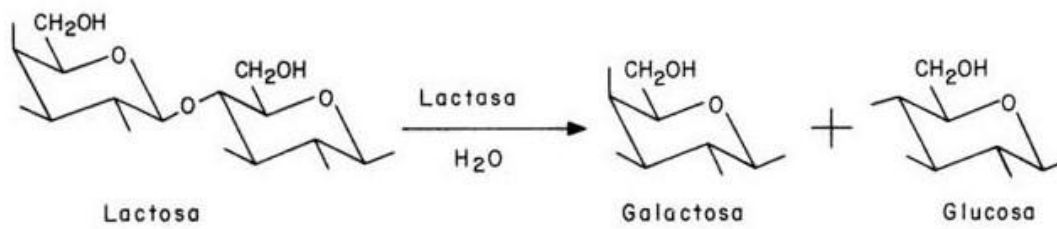


Figura 51.- Hidròlisi de la lactosa per donar galactosa i glucosa

Aquest enzim és produït pels mamífers a l'intestí prim, on s'efectua la hidròlisi i l'absorció dels monosacàrids. Aquests monosacàrids, especialment la glucosa, són fàcilment metabolitzats, però a mesura que augmenten les necessitats energètiques dels nens comencen a cobrar importància altres aliments diferents a la llet. En moltes comunitats aquest canvi implica una pèrdua progressiva de la importància de la llet a la dieta, és a dir, es disminueix la ingesta de lactosa i la segregació de lactasa. D'aquesta manera arriba un moment en el desenvolupament en el que es perd la capacitat d'assimilació de la lactosa, es queda lliure i desencadena una sèrie de símptomes adversos, com flatulència, dolor abdominal i diarrea. Aquesta reacció a la ingestió de la llet es coneix normalment com "intolerància primària a la lactosa" existint proves clíniques per a la seva detecció i confirmació. En pacients amb deficiència de l'enzim de la lactasa o que presenten alteracions importants de la paret intestinal com a resultat de la malnutrició es solen observar reaccions similars a les descrites.

La intolerància a la lactosa és molt poc freqüent entre els europeus, els quals solen consumir llet i productes làctics durant tota la vida, però és un fenomen freqüent en les comunitats on la ingestió de llet i làctics és escassa. Aquestes comunitats recorren a la fabricació de diversos tipus de iogurt per donar sortida a la llet disponible, ja que la lactosa present al iogurt no provoca reacció de intolerància.

L'explicació més evident del fenomen senyalat és que els microorganismes del iogurt continuen metabolitzant la lactosa després de la seva ingestió, per aquest motiu la quantitat de lactosa lliure residual que té l'intestí és massa baixa per desencadenar una reacció adversa. En efecte, alguns organismes làctics com el *Lactobacillus acidophilus* toleren l'acidesa gàstrica, per això es pot suggerir que continua havent una cert grau d'hidròlisi de la lactosa per als microorganismes al estómac i inclús al intestí. De manera semblant els enzims segregats pels microorganismes abans de la ingestió del iogurt poden continuar la seva acció després de la digestió, havent-ne trobat algunes evidències d'aquest fet.

Un altre aspecte rellevant dins d'aquest context és que el iogurt ja està coagulat quan arriba al estómac, mentre que la llet coagula en aquest per l'acció de l'acidesa i dels enzims segregats. Aquesta diferència pot determinar que el iogurt quedi parcialment intacte

després de la digestió, retardant-se així la difusió de la lactosa cap a les parets del intestí. Aquesta inhibició podria ser suficient per a permetre que la lactasa present al iogurt hidrolitzés la lactosa en un grau suficient per evitar els seus efectes adversos, però pel moment no es disposa de dades objectives que confirmen aquesta suposició. En qualsevol cas, el que si està confirmat és que el iogurt és un aliment perfectament assimilable per a les persones amb tendència a la intolerància a la lactosa.

Aquest grau d'acceptació implica que el iogurt pot representar una font d'energia important en la dieta degut a que el iogurt natural conté uns 6,4g/100g de carbohidrats i els iogurts de fruites fins a 18-20g/100g de sacarosa, a més a més d'altres carbohidrats assimilables. Tenint en comte que cada gram de sucre aporta unes 4 kcal d'energia metabolitzables, el iogurt pot jugar un important paper en la compensació de les deficiències energètiques.

b. Carbohidrats no assimilables

Tot i que el iogurt natural s'elabora exclusivament a base de llet, solen portar addicionats agents estabilitzants per a reduir la separació del sèrum durant la distribució. La utilització d'estabilitzants ja ha estat estudiada a fons a l'apartat 6, però és important ressaltar que molts d'ells són carbohidrats complexos. La goma de guar, la goma de garrofi, els carragenats i els derivats cel·lulòsics són polisacàrids de cadena llarga constituïts per unitats de monosacàrids disposats ordenadament, sent important senyalar dins d'aquest context que aquestes molècules no poden ser digerides pels enzims intestinals humans.

Aquesta és la raó per la qual són denominats carbohidrats no assimilables i com a tals poden tenir un paper nutritiu a l'organisme d'alguna de les següents formes:

- Augmentant el volum del contingut intestinal, el que estimula el peristaltisme¹⁹ i redueix els riscos de disfuncions del còlon.
- Absorbint certes substàncies químiques potencialment tòxiques que s'hagin pogut formar a l'intestí com a resultat de l'acció bacteriana.
- Retardant la difusió de sucres a través de la paret intestinal, el que resulta beneficiós per a les persones que tenen intolerància a la lactosa o que presenten tendència a la hiperglucèmia postprandial. La demanda d'insulina després de cada menjada necessària per estabilitzar la concentració sanguínia de glucosa suposa un important desgast del sistema hormonal, inclús en organismes sans, representant una brusca demanda pels

¹⁹ Moviments de contracció que fan els intestins per impulsar els materials de la digestió i expel·lir els excrements.

diabètics. Quan a la dieta s'inclouen carbohidrats no assimilables, l'absorció de la glucosa disminueix i amb això l'estimulació per a la producció d'insulina, podent resultar molt beneficiós des del punt de vista biològic aquesta tendència a la homeòstasis²⁰.

És rellevant el fet que alguns dels estabilitzants utilitzats actuen disminuint la concentració sanguínia del colesterol, acció també atribuïda directament al iogurt. La raó exacta d'aquest efecte del iogurt natural no està clar, però, ja que el iogurt presenta una major activitat en aquest sentit que la llet no fermentada, es pot suposar que guarda relació amb els sistemes enzimàtics o els metabòlits bacterians.

9.2. Proteïnes

Les proteïnes de la llet presenten un elevat valor biològic i, tant les caseïnes com les proteïnes del lacto sèrum (lacto albúmina i lactoglobulina), contenen una elevada proporció d'aminoàcids essencials. El fet de que la concentració de proteïnes del iogurt sigui superior al de la llet es deu a la diferent concentració d'aquesta o a l'addició d'extracte sec magre i fa del iogurt un producte amb una font de proteïnes més atractiva que la llet. La importància d'aquest producte queda evidenciada per la gran quantitat de iogurts enriquits amb proteïnes que es troben al mercat en els països industrialitzats.

Òbviament aquestes dades són suficientment importants per si mateixes, però existeixen uns altres dos aspectes relacionats amb proteïnes del iogurt que han de ser tinguts en compte.

En primer lloc, és important senyalar que les proteïnes del iogurt presenten una elevada digestibilitat, característica millorada per la proteòlisis causada pels microorganismes estàter. El grau de proteòlisis experimentat depèn del cultiu bacterià utilitzat, però en general durant la incubació té lloc com a mínim una certa alliberació d'aminoàcids i pèptids.

L'altra característica rellevant és que les proteïnes làctiques del iogurt es troben ja coagulades abans de la ingestió, motiu pel qual a més a més del efecte anteriorment discutit, la formació d'un coàgul suau al estómac pot representar avantatges. La diferencia entre el iogurt i la llet en aquest aspecte és semblant al diferent comportament de la llet freda i calenta, ja que les caseïnes de la llet freda formen al estomac un coàgul dur, mentre que les caseïnes modificades de la llet calenta formen un coàgul més suau. Els avantatges assenyalats per aquest tipus de coàgul són:

- La seva estructura més suau no provoca molèsties.

²⁰ Conjunt de fenòmens d'autoregulació que intenten mantenir equilibrades les composicions i les propietats del organisme.

- La naturalesa més oberta dels agregats de caseïna facilita l'accés dels enzims digestius i així de la digestió.

Òbviament, resulta impossible quantificar i, inclús assegurar amb un cert grau d'objectivitat, aquests efectes, per la creença generalitzada en els mateixos és suficient per donar credibilitat a la hipòtesis general. El que per descomptat queda fora de dubte és que el iogurt és una excel·lent font de proteïnes, fet que per si sol justifica la seva inclusió a la dieta.

9.3. Lípids

Tot i que la major part del iogurt que es comercialitza als països industrialitzats s'elabora a partir de la llet desnatada, les matèries primeres tradicionals contenen un 3-4% de greix làctic. Els lípids influeixen sobre la consistència i la textura del iogurt i són part integrant d'una dieta equilibrada.

Les persones necessiten una aportació lipídica en la dieta per dos motius:

- Com a greix de dipòsit -formada per àcids grassos saturats, que serveix com a font d'energia o com a protecció d'òrgans vitals-.
- Com a greix estructural, que junt amb les proteïnes forma part de les membranes de les cèl·lules animals especialment important al cervell.

Per tot això resulta essencial l'aportació d'una quantitat adequada de greixos a la dieta, aspecte d'essencial importància per als nens. Els greixos són una font d'energia de gran valor, ja que cada gram de greix aporta unes 9 kcal. Si es té en compte que tota la malnutrició infantil s'associa amb una falta de calories suficients per metabolitzar tota la proteïna digestible, queda demostrat la importància d'una font d'energia concentrada com són els greixos. També és important assenyalar que el iogurt té una gran acceptació entre els nens com aliment i, per tant, és interessant tenir en compte les avantatges d'aquests en els programes infantils, especialment en els països en vies de desenvolupament.

A més a més de la avantatja fonamental anteriorment assenyada de consumir iogurt elaborat a partir de llet sencera, el greix que conté la llet té una ampla varietat d'àcids grassos, la majoria dels quals es troben formant part de glicèrids. A la llet de vaca s'han identificat més de 400 àcids grassos diferents. Òbviament, resulta impossible atribuir un paper fisiològic a tots i cadascun d'aquests àcids grassos, però la seva presència en la secreció làctica confirma que el desconeixement de la seva funció no implica la inexistència d'aquesta.

És evident que els fabricants de iogurt obtenen un benefici del desnatat de la llet al vendre la crema així obtinguda, però també que els gustos i necessitats nutritius dels consumidors es satisfan més quan el producte conté un nivell de greix raonable. La relació existent entre la ingesta de greixos làctics i la presentació de problemes coronaris és escassa, pel que els fabricants de iogurt haurien de basar-se, a l'hora de fixar el contingut en greix al producte acabat, en la influència d'aquest sobre la qualitat.

Un cop més és el consumidor el que surt perdent, per no existir raons suficients en les que es fonamentin afirmacions objectives. El consumidor resulta igualment perjudicat perquè no s'exigeix en l'etiquetatge del iogurt i als aliments similars una informació clara i concisa sobre el seu valor nutritiu, ja que resulta més que evident que aquest no es pot resumir en les escasses xifres que figuren als envasos. Per tot això el consumidor acaba pagant per una sèrie de dades bastant inútils en les que:

- La informació que es presenta fa suposar que les quantitats de nutrients indicades siguin absorbides per l'organisme, tot i que en la realitat els anàlisis químics no es poden equiparar mai amb la disponibilitat real dels nutrients.
- En el cas del iogurt, un estudi seriós del seu valor nutritiu ha de tenir en compte les possibles propietats terapèutiques i en cap etiquetatge es pot indicar res que no sigui la simple composició química del producte.

9.4. Vitamines i minerals

El major contingut en extracte sec magre del iogurt en relació amb la llet líquida suposa una major concentració d'ions inorgànics, lo qual queda demostrat en les dades que es presenten en la Taula 9.2. En la majoria del cassos les xifres parlen per si mateixes, però el calci requereix una atenció especial. El iogurt no només pot ser una font de calci important per a les persones que tenen una intolerància a la lactosa, sinó que aporta calci més fàcilment assimilables i utilitzable que el present en altres productes.

L'avaluació de la disponibilitat relativa de les vitamines del iogurt resulta molt més difícil, ja que a diferència dels minerals, moltes d'elles són sensibles al processat, de manera que el mètode d'enriquiment, ja sigui per addició de llet en pols o per ultrafiltració, el tractament tèrmic de la mescla, el cultiu estàrter utilitzat i les condicions en les que es realitza la fermentació poden modificar la concentració absoluta o relativa de les vitamines més importants. Per aquest motiu, els valors indicats a la Taula 9.2 han de ser considerats exclusivament orientatius, pel que, encara que es consideri el iogurt com un aliment adequat en aquest sentit, no existeix una evidència important referent al seu potencial valor nutritiu.

Vitamina (unitats/100g)	Llet		Iogurt	
	Sencera	Desnatada	Sencer	Desnatat
Vitamina A	148		140	70
Tiamina	37	40	30	42
Riboflavina	160	180	190	200
Piridoxina	46	42	----	
Cianocobalamina	0,39	0,4	----	0,23
Vitamina C	1,5	1,0	----	0,7
Vitamina D	1,2	----	----	----
Vitamina E	0,13	----	----	Traces
Àcid fòlic	0,25	----	----	4,1
Àcid nicotínic	480	----	----	125
Àcid pantotènic	371	370	----	381
Biotina	3,4	1,6	1,2	2,6
Colina	12,1	4,8	----	0,6

Taula 9.2 Vitamines presents al iogurt

Les principals característiques de les vitamines esmentades són:

- **Vitamina A:** vitamina liposoluble que ajuda a la formació i manteniment de les dents sanes i els teixits tous i ossis, de les membranes mucoses i de la pell. Té un paper important en el desenvolupament d'una bona visió, a més a més de propietats antioxidants.
- **Tiamina** o també anomenada vitamina B1. És soluble en aigua (com totes les vitamines del complex B) i insoluble en alcohol. S'absorbeix a l'intestí prim, el qual s'afavoreix amb la presència de vitamina C. La seva carència en l'esser humà provoca una malaltia coneguda com beri-beri.
- **Riboflavina** o vitamina B2. És necessària per a la integritat de la pell, les mucoses i per a la bona visió. Té una importància vital en la producció d'energia en l'organisme, desintoxicar l'organisme de substàncies nocives i metabolitzar altres vitamines. Es troba a la carn, els làctics, els cereals, els vegetals...
- **Piridoxina** o també anomenada vitamina B6. És un coenzim que actua en nombrosos processos químics. Necessària per al bon funcionament del sistema immunitari, del sistema nerviós, de la creació d'hemoglobina en sang, per a transformar els hidrats de carboni en energia, etc.

- **Cianocobalamina** o B12. És important per a tenir les cèl·lules del cervell i la sang saludables. La trobem en productes d'origen animal. La carència d'aquesta vitamina pot provocar anèmia i problemes de memòria.
- **Vitamina C:** un nutrient essencial per als humans i per a altres espècies. La seva presència és necessària per a un cert nombre de reaccions metabòliques.
- **Vitamina D:** pertany al grup de les vitamines liposolubles i intervé en l'absorció del calci i del fòsfor a l'intestí i, per tant, en el dipòsit dels mateixos ossos i dents. Apareix en els aliments làctics, en el rovell d'ou i en els olis, entre altres. La seva carència genera alteracions òssies, trastorn dentals i alteracions metabòliques. L'excés porta a la debilitat, el cansament, cefalees i nàusees.
- **Vitamina E:** és liposoluble i un essencial antioxidant que protegeix els àcids grassos. Evita la destrucció de glòbuls vermells, trastorns oculars, anèmies i atacs cardíacs. Es troba al rovell de l'ou, als olis vegetals, en alguns vegetals, etc.
- **Àcid fòlic**, també anomenat vitamina B9. És important per la correcta formació de les cèl·lules sanguínies, per la formació de glòbuls vermells, mantenir sana la pell i per a prevenir l'anèmia. Està molt relacionada amb la vitamina B12. Es troba a les carns, així com a verdures, cereals integrals i patates. La seva carència provoca anèmies, trastorn digestius i intestinals, etc.
- **Àcid nicotínic** o vitamina B3. Ajuda a alguns enzims a funcionar correctament, a mantenir la pell, el nervis i l'aparell digestiu saludables i a disminuir el colesterol en sang. El podem trobar en molts productes vegetals i animals. És soluble en aigua i la seva manca pot provocar una malaltia, la pel·lagra.
- **Àcid pantotènic**, també anomenat vitamina B5. És necessari per a formar el coenzim A i considerat crític en el metabolisme i síntesi de carbohidrats, proteïnes i greixos.
- **Biotina** o vitamina H. És estable a la calor, soluble en aigua i alcohol i susceptible a la oxidació. Intervé en el metabolisme dels hidrats de carboni, greixos, aminoàcids i purines. Actua com a cofactor en la catàlisi de les reaccions metabòliques per a sintetitzar àcids grassos, en la gluconeogènesi²¹ i en el metabolisme de la leucina. Alleuja dolors muscular, el èczema, la dermatitis i ajuda a combatre la depressió i la somnolència.
- **Colina:** és un nutrient essencial per al funcionament cardiovascular i cerebral i per a la membrana cel·lular i el seu normal funcionament. Forma part del l'acetilcolina

²¹Ruta metabòlica anabòlica que permet la síntesi de glucosa a partir de precursors no glucídics.

(neurotransmissor) i la fosfatidilcolina (fosfolípid integrant de la membrana plasmàtica de totes les cèl·lules).

10. Iogurt i salut

Tot i que el iogurt i altres aliments similars han ocupat durant molt de temps un paper important en la dieta dels habitants d'Orient Mitjà i d'Europa Central, en occident només es consumia ocasionalment fins que van començar a sorgir les primeres teories dels seus efectes beneficiosos sobre la salut, especialment la de Metchnikoff (1908), que relacionava el consum del iogurt amb la superior longevitat de les tribus de les muntanyes de Bulgària.

Bàsicament es creia que una de les causes del envelliment humà era l'absorció intestinal i el pas al corrent sanguini de determinats compostos nocius resultants de l'acció dels bacteris de la putrefacció al còlon. Es va postular que si s'aconseguia eliminar l'acció d'aquests bacteris s'evitarien les manifestacions dels efectes adversos dels productes del seu metabolisme i les persones gaudirien d'una vida més llarga i saludable. Aquesta hipòtesis semblava completament raonable, explicant la inhibició d'aquesta acció dels bacteris pel iogurt per les següents raons:

- Els bacteris ácido làctics del iogurt resisteixen valors de pH baixos, mentre que la majoria dels bacteris restants presenten un creixement i activitat metabòlica òptimes a valors de pH pròxims a la neutralitat. Per tant, a mesura que el iogurt passa per l'intestí, l'àcid làctic que conté el producte i potser el que encara produeixen les bacteris del iogurt, destrueix la microflora indesitjada.

- En segon lloc es va suggerir que aquest efecte del iogurt es veia reforçat per la capacitat del *L. Bulgaricus* de quedar implantat a l'intestí i arribar a convertir-se en flora dominant, modificació que asseguraria la desaparició continuada de microorganismes de la putrefacció, inclús consumint poc iogurt, és a dir, que determinaria una major vitalitat dels consumidors.

Amb el temps aquestes idees han estat objecte de profundes discussions i investigacions. Encara avui segueix tenint un notable interès aconseguir una afirmació objectiva d'aquestes qualitats del iogurt.

10.1. Efecte de l'acidesa

No hi ha cap dubte sobre la producció d'una sèrie de compostos fenòlics²², com indol o escatol, per part dels bacteris del intestí gros, els quals poden danyar els teixits. L'efecte

²² Compostos orgànics les estructures dels quals contenen almenys un grup fenol, un anell aromàtic unit a un grup funcional hidroxil. Molts són classificats com metabòlits secundaris de les plantes.

d'aquests compostos sobre les parets del intestí gros i la seva possible absorció depèn de la concentració d'aquests, de la presència a l'intestí de altres substàncies que l'absorbeixin i del temps de permanència; tot i això, resulta evident la seva possible relació amb el desencadenament del càncer de l'intestí gros. Per tant, qualsevol procés que tendeixi a suprimir la producció d'aquests compostos resulta beneficiós, podent ser un d'aquests processos l'acció de l'àcid làctic sobre els bacteris de la putrefacció.

Una qüestió encara no aclarida en relació amb aquest tema és si l'àcid present al iogurt resisteix l'acció neutralitzant dels compostos biliars, no obstant es manté que el iogurt pot canviar, almenys lleugerament, el pH intestinal. Si aquest canvi té lloc, tindria fonament la teoria de Metchnikoff.

10.2. Efecte dels bacteris

El *Lactobacillus bulgaricus* aguanta l'acidesa dels sucus gàstrics de manera que almenys una part dels bacteris arriben al intestí. La reacció d'aquests bacteris amb les sals biliars és una qüestió discutida, ja que els estudis realitzats *in vitro* demostren que la seva presència inhibeix el creixement de *Lactobacillus bulgaricus*. No obstant, abans d'acceptar aquest fet és important assenyalar el següent:

- El comportament dels microorganismes en cultius *in vitro* pot ser diferent de la seva activitat a l'organisme.
- Certs cultius de *Lactobacillus Bulgaricus* s'han implantat a l'intestí de rates de laboratori i és possible que aconseguixin sobreviure i competir en el tracte intestinal humà.

Per tot això resulta difícil aconseguir una certa evidència que confirmi la hipòtesis de que el consum habitual de iogurt pot determinar una modificació de la flora intestinal humana, però tampoc s'ha demostrat el contrari. De tota manera, no s'ha d'oblidar que el iogurt natural consumit pels membres de les tribus de les zones muntanyoses d'Europa oriental era una producte molt diferent al que avui en dia es troba als supermercats.

La microflora de tal producte era extremadament variable, ja que mentre que el iogurt actual s'elabora quasi exclusivament per fermentació del *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus*, el tradicional contenia probablement una barreja de varies espècies de bacteris acido-làctics, com per exemple *L. Acidophilus*, *L. Jugurtii*, *L. Helveticus* i *Bifidobacterium bifidum*.

Aquests microorganismes són capaços d'assentar-se al intestí humà, fent possible l'eliminació dels bacteris de la putrefacció. Aquesta inhibició augmenta amb la secreció de substàncies antimicrobianes per alguns dels bacteris làctics han assenyalat la producció de substàncies bacteriostàtiques en els cultius de *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* en la llet

desnatada, demostrant l'activitat dels extractes d'aquests cultius davant de *Pseudomonas spp* i *Escherichia coli*, així com davant de salmonel·les.

No existeix el menor dubte del valor nutritiu del iogurt que fa que sigui un aliment equilibrat adequat en qualsevol dieta. Si a més a més li afegim els beneficis que aporta a la salut resulta excel·lent per als consumidors i el ferment làctic més popular arreu del món.

10.3. Estudis científics sobre les propietats del iogurt

“El iogurt natural combat la halitosis²³, les caries i les malalties de les genives”

Segons una investigació de científics japonesos presentada en una reunió de l'Associació Internacional de Investigació Dental, el iogurt natural pot ser útil per combatre la halitosis, les caries i les malalties de les genives. És un descobriment important si es té en compte que una de cada quatre persones pateix halitosis amb regularitat i 19 de cada 20 té problemes de genives.

Un grup de científics del Japó asseguren que ingerint aquest producte es redueixen els nivells d'àcid sulfhídric, una de les principals causes del mal alè. Els voluntaris que van participar en la investigació va rebre instruccions estrictes sobre higiene oral, dieta i consum de medicaments i la prohibició de menjar iogurts naturals, ni aliments similars durant dues setmanes. Després van menjar 90 gr. de iogurt cada dia durant sis setmanes. Un cop passades les primeres dues setmanes, els investigadors van prendre mostres de saliva per a mesurar els nivells de bacteris i components que causen el mal alè, incloent l'àcid sulfhídric. Al final del estudi, els investigadors van prendre de nou les mostres.

Van descobrir que els nivells d'àcid sulfhídric havien disminuït en el 80% dels participants. A més a més, els nivells de placa i la malaltia de les genives (gingivitis), eren significativament més baixos. Segons l'estudi, la clau rau en les bacteris actives que conté el iogurt: el *L.Bulgaricus* i el *S.Thermophilus*.

“Iogurt i restrenyiment”

Diversos estudis epidemiològics coincideixen en senyalar que la presència habitual de iogurt o altres llets fermentades a la dieta quotidiana disminueix el temps de trànsit intestinal, millorant així els efectes de malestar produïts pel restrenyiment. Aquests efectes positius s'observen inclús en les persones que porten una dieta pobra en fibra.

Des dels anys 20 del segle passat existeixen referències escrites per metges que recomanaven llet àcida, que contenia bacteris del gènere *Lactobacillus acidophilus*, per al

²³ Síntoma caracteritzat pel mal alè o l'olor desagradable de la cavitat oral.

tractament de la constipació. L'acció dels microorganismes de les llets fermentades sobre la prevenció i el tractament del restrenyiment són indirectes. La ingesta d'un major nombre de bacteris concentrades en un sol aliment ajuda al manteniment i a la restauració de les funcions de la flora intestinal que afavoreix al trànsit intestinal.

Són principalment bifidobacteris característiques d'un tipus de llets fermentades les que aporten majors beneficis a la regeneració de la flora intestinal i el tractament del restrenyiment. Així ho ha corroborat l'estudi publicat a "Alimentary Pharmacology and Therapeutics".

En aquest estudi van participar 274 persones adultes amb diagnòstic de constipació. Van ser assignats de forma aleatòria per a consumir durant 6 setmanes, o la prova (llet fermentada amb un tipus de bifidobacteris) o bé un iogurt tractat tèrmicament. Els símptomes digestius es van avaluar a les 3 i a les 6 setmanes. Es va observar com els participants amb menys de tres deposicions per setmana que van ingerir la llet fermentada amb bífidus van augmentar la freqüència de les deposicions al llarg de les 6 setmanes d'estudi. També van notar una reducció dels símptomes digestius associats normalment al restrenyiment com molèsties, mal de cap o inflamació abdominal.

"Iogurt, diarrea i antibiòtics"

Els investigadors comencen a estudiar el ús d'un tipus de bacteris làctics dels iogurts, els *Lactobacillus acidophilus*, com una possible resposta terapèutica a un dels efectes secundaris de la ingesta d'antibiòtics: la diarrea. En general els antibiòtics combaten tot tipus de bacteris, inclòs els beneficiosos del intestí (*Bifidus* i *Lactobacillus*), per això es freqüent la diarrea després de prendre'ls.

Investigadors canadencs del "Complementary and Alternative Research and Education Program" van efectuar un metanàlisis²⁴ que analitzava aquest efectes preventius en nens. Segons els investigadors, semblen prometedors els efectes beneficiosos dels probiòtics en la prevenció i el tractament de la diarrea després de prendre antibiòtics. Els probiòtics més estudiats i ens els que s'ha observat uns majors beneficis són els *Lactobacillus GG*.

Aquests resultats coincideixen amb els d'uns altres estudis realitzats també amb nens pel Departament de Gastroenterologia i Nutrició Pediàtrica de la Facultat de Medicina de Varsòvia, a Polònia.

²⁴ Estudi basat en la integració estructurada i sistemàtica de la informació obtinguda en diferents estudis clínics, sobre un problema de salut determinat.

No obstant, segons els experts, queda per determinar els nous descobriments del efecte dels probiòtics. A més a més, el seguiment del efectes en els estudis ha estat limitat i que s'hauria de tenir en compte en les pròximes investigacions.

“Iogurts antiúlceras”

Científics japonesos han desenvolupat un iogurt enriquit amb anticossos procedents d'ous de gallina que aconsegueixen acabar amb el *Helicobacter pylori*, un bacteri responsable de moltes úlceres d'estómac i algunes variants de gastritis

El equip d'investigadors ha observat com en 42 pacients infectats per *Helicobacter pylori* la activitat bacteriana es reduïa al mínim després d'ingerir dos copes d'aquest iogurt al dia durant quatre setmanes. Un cop neutralitzada l'activitat bacteriana en aquests pacients, els anticossos eren destruïts per l'àcid del estomac. El efecte d'aquest aliment amb propietats medicinals es deu als anticossos que es troben als ous de gallina, anomenats IgY-ureasa, i que ajuden al sistema immunològic d'aquests animals.

Segons expliquen els responsables de la investigació, tot i que actualment existeixen antibiòtics per combatre el *Helicobacter pylori*, l'objectiu és fer-ho d'una forma més accessible. A més a més, en molts països en vies de desenvolupament on el bacteri té una major incidència aquest iogurt tindrà un efecte doble perquè ajudarà a combatre la desnutrició i altres problemes de salut com la manca de calci i proteïnes.

El iogurt antiúlceras es comercialitza a Japó, Corea i Taiwan, encara que pròximament serà introduït a EEUU, país on el bacteri afecta al voltant d'uns 25 milions de persones.



Figura 52.- *Helicobacter pylori*

11. Consum del iogurt a Catalunya i Espanya

En els últims anys s'ha registrat un descens en el consum per càpita de llet i els seus derivats. Tot i que l'any 2007 es va registrar una lleugera remuntada, les dades del any 2008 tornaven a seguir la tendència a la baixa. Encara que ha disminuït el consum de llet, aquesta continua mantenint la major importància en volum consumit del total de productes làctics, representant un 82,42 %, mentre que el iogurt tan sols representa un 9,83 %. La Figura 53 mostra el consum de productes làctics a Catalunya l'any 2008.

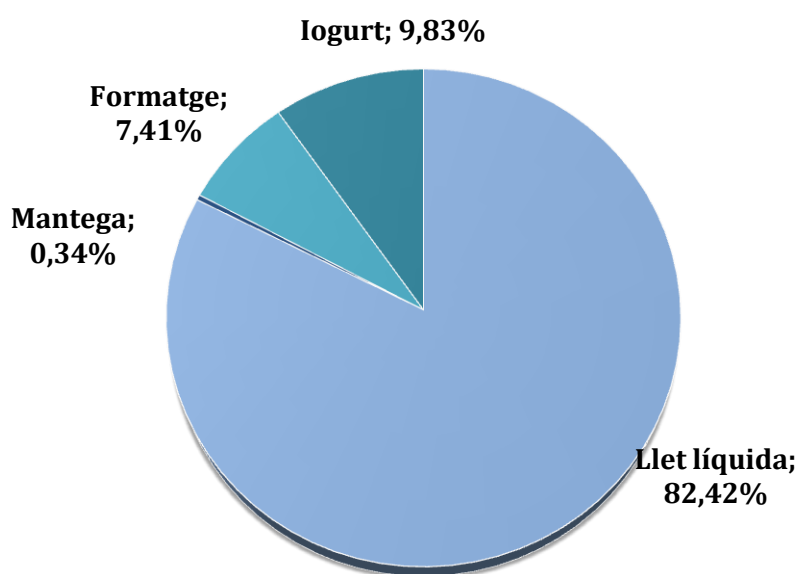


Figura 53.- Consum de productes làctics a Catalunya l'any 2008

El consum de llet fermentada a Catalunya i Espanya ha crescut des de 2004 a 2008. L'augment total ha estat del 7,56 % a Catalunya i del 12,52 % a la resta del Estat. El consum a Catalunya ha augmentat de 93.289 tonelades al 2004 a 100.343 tonelades al 2008. Aquest increment es degut a l'augment del consum d'altres tipus de iogurt (iogurts amb bifidus, iogurts de soja...). El consum dels iogurts més tradicionals com el natural, de sabors, amb fruita o desnatat ha disminuït, tot i això, el iogurt desnatat es el més consumit (3,09 kg/any), seguit del iogurt amb bifidus (3,01 kg/any) i del iogurt natural (2,82 kg/any). En total, de llet fermentada (iogurt i altres) se'n consumeixen 15,15 kg/persona i any. La Figura 54 mostra el consum per càpita (kg/persona) dels principals tipus de llet fermentada a Catalunya l'any 2008.

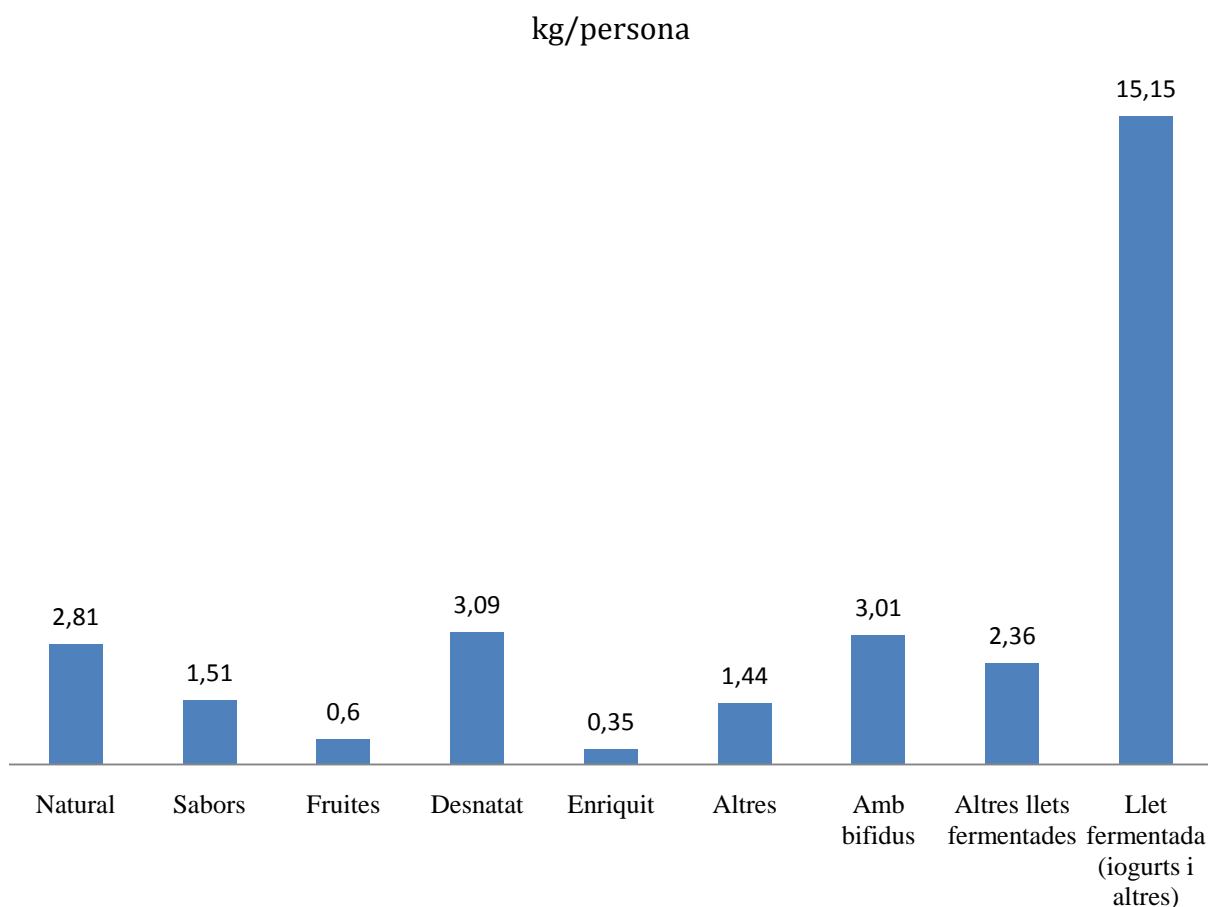


Figura 54.- Consum dels principals tipus de llet fermentada a Catalunya l'any 2008

Segons els panells de consum del Ministeri d'Agricultura, el consum anual mitjà de iogurts a Espanya és d'un 12 litres per càpita, superada per Navarra, La Rioja, País Basc i Andalusia; per davall de la mitjana es troben Castella-Lleó, Madrid, Extremadura i Castella-La Manxa. Els menys aficionats al iogurt són la Comunitat Valenciana i Múrcia. Una altra dada curiosa és que el iogurt sembla ser fonamentalment un aliment urbà, ja que en els petits municipis es registren consums més reduïts que en les ciutats. Els joves i els majors de 65 anys són els majors consumidors d'aquest producte.

Actualment la producció mundial anual de iogurt és de varis milions de litres. Tanmateix, el consum habitual de productes làctics a Espanya és bastant baix si el comparem amb els hàbits de consum de països nòrdics, on tenen major tradició. En la Taula 11.1 es veu reflectit el consum anual per càpita de iogurt a nivell mundial l'any 2000. Holanda, Suïssa i França encapçalen la llista de països més consumidors de iogurt.

País	Consum iogurt (kg/hab.)
Australia	1,9

Àustria	6,2
Bèlgica	4,8
Canadà	1,8
Xile	1,8
Txecoslovàquia	1,8
Dinamarca	8,8
Alemanya	6,9
Finlàndia	8,1
França	10,2
Islàndia	5,7
India	3,8
Irlanda	2,5
Israel	6,0
Itàlia	1,3
Japó	1,3
Luxemburg	5,2
Holanda	16,9
Noruega	2,7
Polònia	2,1
Espanya	6,1
Suècia	4,2
Suïssa	14,1
Regne Unit	2,9
Estats Units	1,2
Rússia	6,1

Taula 11.1 Consum del iogurt per càpita a nivell mundial l'any 2000

Bloc II

Treball de camp

12. Visita a la fàbrica de iogurts “La Fageda”

Amb la finalitat d’observar el procés d’elaboració industrial del iogurt de primera mà, des de l’obtenció de la llet fins a producció del iogurt, vaig realitzar una visita a la fàbrica de iogurts “La Fageda”.



Figura 55.- Mas “Els Casals”

“La Fageda” neix l’any 1982 per iniciativa conjunta d’un grup de professionals de l’àmbit de la psiquiatria i de l’Hospital Psiquiàtric de Girona davant la necessitat de cobrir un buit assistencial i d’acollir les persones amb discapacitat psíquica i malalties mentals de la comarca de la Garrotxa. Es considerava que el treball podia actuar com element rehabilitador important en el tractament de la discapacitat i de la malaltia mental. No obstant, el fet de poder trobar una feina estable era un repte molt difícil per aquest tipus de persones.

L’activitat s’inicià en uns locals cedits per l’Ajuntament Olot (Girona), on es duien a terme treballs per a empreses de la comarca del sector tèxtil, artesanía i altres. L’any 1984, amb la col·laboració de l’Administració Pública i una entitat bancària, s’adquireix la finca agrícola “Els Casals”, amb la intenció de centrar les activitats empresarials en l’àmbit agropecuari. Això, per dues raons: perquè són activitats de la pròpia cultura de la comarca i, a més a més, perquè es considerava que el treball amb la naturalesa i els éssers vius (animals i plantes) donaria un significat a l’empresa social que es volia construir.

Mas “Els Casals” es troba a la fageda d’en Jordà, una de les principals reserves del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa (Girona). *Un indret verd i profund com mai cap més n’hagis trobat al món* (Joan Maragall, 1908). En aquesta finca es duen a terme la majoria d’activitats, tant assistencials com productives. Aquestes últimes es basen en:

- Un viver forestal que produeix prop d’un milió de plançons cada any per a la reforestació i el paisatgisme.
- Una zona de jardineria que treballa per a una dotzena de municipis de la comarca i per al Parc Natural de la Zona Volcànica.

- Una granja formada per 500 vaques de raça frisona que produeixen una llet considerada com la de més qualitat de les comarques gironines.
- Una planta d'elaboració de productes làctics. Va ser creada el 1993 i elabora uns 30 milions d'unitats a l'any. Ha esdevingut el tercer fabricant de iogurts de Catalunya. A la finca "Els Casals" es va iniciar la producció i comercialització de llet, però passat un temps sorgí una llei que no els va permetre seguir amb aquest negoci. Així doncs, trobaren l'alternativa de fabricar productes làctics.



Figura 56.- Mapa de la finca agrícola mas "Els Casals"

El model de desenvolupament sostenible permet elaborar 30 milions de iogurts a l'any tot respectant les persones, els animals i l'entorn. Disposen d'una planta de compostatge per tractar les vint tones de purins que genera diàriament la granja de vaques. Les aigües residuals es tracten a través de la depuradora biològica que també es troba a la finca. Cada any es produeixen més d'un milió de plançons per a la reforestació.

Al llarg de la seva trajectòria "La Fageda" ha rebut diversos reconeixements com la placa Francesc Macià de la Generalitat de Catalunya, el premi a la Qualitat de la Generalitat de Catalunya, el premi ONCE a la Solidaritat i a la Superació i el reconeixement a la millor iniciativa solidària en el Premi Català de l'Any atorgat per El Periódico i TV3, entre altres.

12.1. "Iogurt de granja"

El iogurt de "La Fageda" es coneix com "iogurt de granja". Vegem les característiques del procés d'elaboració i sabrem el motiu pel qual rep aquest qualificatiu.

De les 500 vaques de raça frisona s'obté la llet, matèria prima per a l'elaboració del iogurt. A l'estable es poden diferenciar dos tipus de vaques: les seques, és a dir, les que no es

munyen perquè esperen al seu vedell, i les vaques normals. Aquestes últimes són munyides dos cops als dia cada dotze hores. La quantitat mitjana de llet obtinguda per vaca i dia són 30 litres de llet. L'estable on es troba el bestiar està dissenyat per a que les vaques no pateixin cap tipus d'estrès i, per tant, la llet sigui de la millor qualitat: és força espaiós i consta d'un mecanisme de reg al teulat per a disminuir la temperatura a l'estiu. Els purins dels animals s'utilitzen per adobar els camps de cultiu.



Figura 57.- Vaques lleteres de La Fageda

La llet recol·lectada es diposita en tancs de fred. Es tracta de dipòsits en els quals es conserva la llet recent munyida per sota de 4°C a l'espera de la seva certificació.

Posteriorment es prepara la llet per a la fabricació del producte final. La preparació consisteix en:

- Procés de desnatat mitjançant el qual s'eliminen els greixos de la llet (procés de centrifugació).
- Incorporació de sòlids a través d'un barrejador de sòlid en medi líquid. S'incorporen a la llet aquelles substàncies com el sucre, els extractes naturals de fruites, els midons de cereals, etc. necessaris per l'elaboració dels diferents tipus de iogurt.
- Procés de pasteurització que consisteix a pressionar la llet (180 kg/cm²) per tal de donar-li homogeneïtat.

A continuació, a la llet ja preparada se li afegeixen els ferments làctics (*S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus*) necessaris per a que aquesta es transformi en iogurt. Després s'envasa amb envasos semi rígids utilitzant la tècnica de termoformació i es posa al forn de fermentació a 47°C. En aquest moment comença la tasca de les persones amb alguna discapacitat o, com ells anomenen, amb capacitats diferents. Els processos es podrien automatitzar, però s'ha optat per continuar-ho fent d'una manera manual, ja que sinó perdrien el primer sentit pel projecte: l'ocupació. Un cop fermentat s'introdueix ràpidament al túnel de fred (-20°C) per estabilitzar-lo. Del túnel surt el producte a 15°C, és el moment de conservar-lo a la càmera per sota de 4 °C.



Figura 58.- Treballadors/es de La Fageda

Un cop fet tot això, el “iogurt de granja” està a punt per vendre. La distribució a tot Catalunya es fa en camions frigorífics per evitar que la temperatura dels iogurts superi els 4°C. Tot el procés va acompanyat d’unes exhaustives anàlisis de la llet i del iogurt per garantir la màxima qualitat.

Els productes de “La Fageda” no tenen les campanyes d’imatge, la publicitat i els mitjans dels que disposen les grans multinacionals, però al contrari d’aquestes, si que tenen vaques. Segons ells aquesta és la clau dels seus èxits.

13. Elaboració de iogurts casolans

Després de conèixer el procés d'elaboració tradicional del iogurt que s'explica a l'apartat 6.1, podem elaborar iogurts casolans molt fàcilment. A més a més, si contem amb l'ajuda d'una iogurtera, el procés encara es simplifica més. Tant sols és necessari:



- $\frac{3}{4}$ de litre de llet, en aquest cas semidesnatada
- 1 iogurt natural (125 gr.)
- Iogurtera

Figura 59.- Ingredients per elaborar iogurts casolans

El previ tractament de la llet abans d'elaborar el iogurt exposat en l'apartat 6.1 no és necessari, ja que partim de llet comercial i no de llet recent munyida, és a dir, es suposa que no hi ha bacteris que puguin malmetre el iogurt.

El procés a seguir és tant senzill com abocar en un recipient els $\frac{3}{4}$ de litre de llet i el iogurt natural.



Figura 60.- Mescla de llet i iogurt

Un cop estigui ben mesclat, omplim els recipients de vidre i els col·loquem a la iogurtera on prèviament es disposa una petita quantitat d'aigua. La iogurtera assegura les condicions ideals per a que els bacteris puguin realitzar la fermentació. Després de 6-7 hores, la llet coagula de forma homogènia. Seguidament es posen els iogurts al frigorífic per controlar l'acidesa del producte final. Ja estan llestos per menjar.



Figura 61.- Omplir els recipients amb la mescla i dipositar-los a la iogurtera

El iogurt desprèn el seu aroma típic procedent dels productes de les reaccions dutes a terme per *S. Thermophilus* i *L. Bulgaricus* (acetaldehid). El seu gust és més àcid que el del iogurt comercial a causa de que no s'ha afegit cap tipus d'edulcorant i la seva textura és una mica més líquida perquè no conté estabilitzants.

Els iogurts comencen a perdre el bon aspecte als 7-10 dies, mentre que els comercials tenen una durada de 3-4 setmanes perquè utilitzen conservants, al contrari que els iogurts casolans.

Tot i que en l'elaboració dels iogurts tradicionals no s'utilitzen edulcorants, estabilitzats ni conservants, el resultat obtingut és quasi idèntic al del iogurt industrial i el seu gust i aroma són excel·lents.



Figura 62.- Iogurts casolans

14. Els iogurts i la publicitat

La publicitat és una forma de comunicació comercial massiva de caràcter persuasiu i/o informatiu. El seu objectiu principal és aconseguir una resposta favorable als interessos de l'empresari utilitzant un llenguatge atractiu per tal de captar l'atenció del públic. Ara bé, és cert tot el que s'anuncia? Influeix la publicitat a l'hora d'escollir els iogurts que consumim?

Observant els anuncis televisius durant un període de quatre mesos –juliol, agost setembre, octubre- he pogut treure les següents conclusions: durant els mesos d'estiu gairebé són inexistents els espots de iogurts i làctics, mentre que al setembre ja es comencen a emetre amb més afluència; en els mesos de setembre i octubre els anuncis de iogurt a la televisió han estat continus essent però, la franja horària infantil (migdia i tarda) on més predominen; gairebé tots corresponen a la marca Danone; i és habitual utilitzar un personatge famós com a imatge del producte.

El fet de que Danone sigui la marca més anunciada no és estrany. És la marca líder en la indústria de l'alimentació i es caracteritza per la constant innovació en els seus productes encaminats a satisfer noves necessitats. Per tant, té la necessitat de promocionar aquests nous productes i s'ho poden permetre al ser la marca més reconeguda del món en l'àmbit dels productes làctics, és a dir, al contrari que els iogurts "La Fageda", Danone tenen grans campanyes publicitàries i d'imatge.

La imatge per a la campanya publicitària és important i pot ajudar a persuadir al consumidor. D'aquesta manera s'aconsegueix associar la persona amb el producte. Per exemple, tots recordem l'anunci del iogurt Bio de Danone on apareixia José Coronado, o bé actualment relacionem Actimel de Danone amb la presentadora Susanna Griso. És aquest el motiu pel qual tot seguit comprovarem que en alguns dels productes s'ha utilitzat la imatge de personatges públics del món de la interpretació, del ball, etc.

<<Densia de Danone “conté el doble de calci que un iogurt normal”>>

Fa uns mesos, l’anunci televisiu protagonitzat per la ballarina i coreògrafa Coco Comin ens indicava que el nou iogurt Densia de Danone **conté el doble de calci que un iogurt normal**, és a dir, uns 400 mg cada 125 gr. a més a més de 5 mg de vitamina D. Aquesta quantitat donaria peu a mantenir la densitat òssia d’una manera més eficaç que prenent altres iogurts amb menys aportació de calci. Ara bé, són vertaderes les informacions que dóna l’anunci?



Figura 63.- Coco Comín anunciant Densia de Danone

Podem afirmar que sí, perquè observant la composició química i comparant-la amb els altres iogurts efectivament ens adonem que conté el doble de calci (vegeu l’apartat 15.5). No ens dóna cap informació enganyosa, aquest és un dels motius pels quals només ha rebut elogis per part dels consumidors.

<<Danone Essensis “nodreix la nostra pell”>>

Recentment Danone ha creat una campanya publicitària del seu iogurt cosmètic Essensis. És el primer aliment desenvolupat per millorar la qualitat de la pell gràcies a Pronutris®, un complex d’ingredients naturals que es dirigeixen a les capes profundes de la pell per així nodrir-la des de l’interior. Els ingredients que conté són: oli de borraja (enforteix i equilibra la pell), antioxidants naturals (potencien la renovació cel·lular), vitamina E (protegeix de les agressions externes) i ferments exclusius Danone. Les cèl·lules de la pell neixen a l’epidermis i van pujant fins a la capa més externa. Aquest cicle de renovació cel·lular dura aproximadament quatre setmanes. Els Pronutris® d’Essensis proporcionen els nutrients essencials que necessiten aquestes cèl·lules al llarg del cicle.

Danone va dur a terme diversos estudis científics centrats amb l'eficàcia d'Essensis amb Pronutris®. Va mesurar i comparar l'absorció dels ingredients de Pronutris® dins d'Essensis vs. Prenent-los per separat. No només va demostra ser una forma eficaç d'aportar aquests nutrients, sinó que l'oli de borratja s'absorbia millor quan es consumia amb Essensis que si es prenia sol.

L'anunci televisiu d'aquest producte ens diu:



Figura 64.- Anunci d'Essensis de Danone

“Descobreix per què ara la bellesa comença a l'interior. Essensis de Danone amb Pronutris®, l'ajuda diària que nodreix la teva pell des de les capes profundes amb nutrients essencials. Essensis de Danone, nodreix la teva pell des de l'interior”.

L'espot té una durada de tan sols 15 segons, però el seu missatge és clar. Tenint en compte els estudis científics realitzats i els resultats obtinguts, no dona cap idea errònia o enganyosa. A més actualment no hi ha cap estudi que es contradigui amb els seus beneficis.

<<Savia de Danone “la decisió sàvia, 100% vegetal”>>

En l'apartat dels tipus de iogurt (apartat 7) ja em estudiat els beneficis de la soja i l'important que és dur una dieta equilibrada entre proteïnes vegetals i animals. Per tant, prendre aquest iogurt és una “decisió Savia”. No obstant, ens informen correctament de les característiques del producte a l'anunci? Vegem-ho:



Figura 65.- Retol de l'anunci Savia de Danone

“Tenies raó mare, ha valgut la pena venir (al camp). Vols un Savia? És de soja. Soja? Si jo ja menjo sa. No et creguis, ha classe de cuina ens van explicar que encara prenem massa greixos animals i poques proteïnes vegetals. I això passa factura. I Savia que fa? T’ajuda a equilibrar-te. Com que és 100% vegetal no té greixos animals ni colesterol (rètol: 0% lactosa; 0% colesterol). És com venir aquí, no saps el bé que et fa fins a que ho fas. Mmm... doncs està bo. I és molt lleuger. Savia de Danone la decisió sàvia.

Efectivament durant els trenta-cinc segons d’anunci ens informen correctament de les propietats d’equilibri de Savia. També és cert que és 100% vegetal (per tant, sense colesterol i sense lactosa), ja que si observem la composició química podrem comprovar que està elaborat a partir de beguda de soja, al contrari de altres productes similars elaborats a partir de llet de vaca enriquida amb extracte de soja.

No obstant, fa un temps hi havia un gran inconvenient degut al rètol: **0% lactosa**. S’assegurava aquesta informació, però a l’envàs en lletres petites hi deia: **pot contenir traces de llet**. Va suposar un greu problema perquè els consumidors intolerants a la lactosa compraven el producte després de veure l’anunci a la televisió pensant que no contenia lactosa, però si el prenien podien tenir reaccions al·lèrgiques. La veritat, és completament incoherent que un producte aconsellat per a intolerants contingui traces que poden ser tant perjudicials per a la seva salut. Amb el temps han millorat aquest aspecte i ja no conté traces de llet, per tant els intolerants a la lactosa el poden prendre tranquil·lament.

<<Activia de Danone “regula el trànsit intestinal”>>

A part dels ferments propis del iogurt, el *Bífidus ActiRegularis*® (*Bifidobacterium animalis* DN173010) que conté Activia és exclusiu i patentat per Danone. Des de fa 15 anys aquesta multinacional investiga aquest ferment. A la pàgina web de Danone consten varis estudis

científics que demostrin els beneficis que aporta al ritme intestinal, com el que s'explica en l'apartat 10 "Iogurt i salut".

L'anunci televisiu d'Activia de Danone ens informa:



Figura 66.- Anunci d'Activia de Danone

“Descobreix l'efecte dominó amb el repte Activia 14 dies. Un repte amb el que Activia ens assegura que ajuda a regular el trànsit intestinal en 14 dies. Això si, només amb Activia, si vas canviant no t'ho asseguren. Per això pren Activia cada dia. Perquè Activia és l'únic que ha demostrat que ajuda a regular el trànsit en 14 dies. I tu? Ajuda a posar en marxa la teva regularitat i que res te la canviï. Segueix el repte Activia!”

En els trenta-tres segons de durada inviten als espectadors a seguir el repte 14 Activia. Afirment que si vas canviant no tindrà el mateix efecte, fet que consciència al consumidor de no canviar de marca.

Ara bé, tenint en compte els efectes negatius que plantegen els estudis esmentats a l'apartat 4, el consum constant del iogurt probiòtic Activia desencadenarà una dependència als efectes dels seus bacteris. Aquest fet va provocar que la Secretaria de Salut obligués a indicar a la publicitat d'Activia que el producte no ha de consumir-se durant un temps prolongat; i ho han complit, però d'una forma tant subtil que el consumidor no ho percep: *“Un repte amb el que Activia ens assegura que ajuda a regular el trànsit intestinal en **14 dies**”*. Si una persona decideix completar la seva dieta amb Activia no percep cap avís sobre la seva inconveniència i no veu que pot estar fet un dany important en un futur a causa de les manipulacions publicitàries per impulsar negocis.

<<Vitalinea Compensa “t’ajudarà a cuidar la línia” i Vitalinea SatisfAcción de Danone “et saciarà la gana per més temps”>>

Vitalinea Compensa de Danone era anunciat a la televisió per l’actriu Paz Vega. Recentment Vitalinea de Danone ha tret al mercat un nou producte anomenat SatisfAcción del qual l’actriu també n’és imatge.

Vitalinea Compensa s’anunciava com *“l’únic desnatat amb 0% greix, 0% sucres afegits i 7 vitamines, ideal per ajudar a compensar l’alimentació. 100 gr. de Vitalinea Compensa tenen 7 vitamines i 100 gr. d’altres desnatats tenen una mitja de 3 vitamines”*.



Figura 67.- Paz Vega anunciant Vitalinea Compensa de Danone

En realitat la composició química d’aquest iogurt és: 0,20 gr. de greixos, 5,7 gr. de sucres per unitat (125gr.) i 7 vitamines (A, B1, B5, B6, B9, B12 i D. Si el comparem amb un altre iogurt 0% matèria grassa com el Sveltesse de Nestlé, veurem que aquest conté 0,10 gr. de greixos, 5,8 gr. de sucres per unitat (125gr.) i no consta el nom de cap vitamina. Així doncs, pel que fa als greixos i els sucres, Vitalinea Compensa no és únic, la diferència tan sols rau en les vitamines que fan que sigui el més complet.

L’spot televisiu vigent és el de Vitalinea SatisfAcción. És tracta d’un iogurt desnatat amb 0% de matèria grassa que es diferencia dels altres desnatats per ser l’únic que conté ProFibres®, una associació de fibres naturals i proteïnes de la llet seleccionades per haver

demonstrat el seu efecte saciant. Les fibres naturals absorbeixen l'aigua de l'estómac i s'inflen augmentant la sensació de plenitud. Les proteïnes de la llet actuen a l'intestí alliberant hormones que envien senyals de sacietat al cervell. Totes aquestes afirmacions estan recolzades pels estudis realitzats.

L'anunci diu el següent:



Figura 68.- SatisfAcción de Vitalinea

“Vols saber que em deixa realment satisfeta? El nou SatisfAcción de Vitalinea. La revolució en el món dels desnatats. El primer desnatat amb ProFibres® que entre hores t’ajuda a calmar la gana durant més temps. De veritat, em satisfà tant que m’ajuda a aguantar fins a l’hora de dinar. 9/10 dones arriben amb menys gana al següent àpat amb el nou SatisfAcción de Vitalinea. També amb cereals”

En aquest cas, l'anunci, que dura 25 segons, no ens dona cap informació falsa o que doni peu a la confusió. És cert que és l'únic iogurt al mercat amb aquestes propietats i fins ara no ha rebut cap crítica, sinó elogis. Tampoc consta l'existència de cap estudi que adverteixi del seu consum, com és el cas d'Activia.

<<ViveSoy de Pascual>>

Pascual també a decidit utilitzar la imatge d'un personatge conegut com és la presentadora de televisió Núria Roca. ViveSoy és un iogurt pasteuritzat després de la fermentació fet a partir de beguda de soja. Conseqüentment serà 100% vegetal, sense lactosa i no tindrà el colesterol que conté la llet de vaca.



Figura 69.- Iogurt ViveSoy de Pascual

L'anunci ens informa:

“Ara el nou de ViveSoy no es beu, es menja. ViveSoy (rètol: 0% colesterol; 0% vegetal; 0% lactosa), una manera deliciosa de gaudir de tots el beneficis de la soja. Mmm... estan per menjar-se'ls!”

L'espot dura 10 segons, un temps escàs si el comparem amb els anuncis de iogurt Danone. A banda d'això, a l'envàs no s'indica la presència d'al·lèrgens, o sigui, les informacions dels rètols (0% colesterol; 0% vegetal; 0% lactosa) són certes i no presenta cap problema com al inici ho feia Savia de Danone.




15. Anàlisi dels iogurts del mercat

Després de realitzar la part teòrica i el treball de camp, un dels objectius finals és analitzar alguns dels iogurts que trobem actualment al mercat.

Els productes analitzats s'agrupen en set taules en les quals hi figuren: iogurts tradicionals, iogurts desnatats, iogurts enriquits, iogurts bífidus, iogurts terapèutics/dietètics, iogurts de soja i per últim, iogurts infantils.

A banda d'estudiar el valor nutritiu, la composició, el cost i l'etiquetatge, amb la col·laboració d'un jurat es valorarà cada iogurt segons les seves característiques organolèptiques. Set membres totalment imparcials que atorgaran les seves valoracions sense conèixer la marca del iogurt i basant-se tant sols en les seves característiques. Aquest desconeixement de la marca permetrà saber si les marques blanques analitzades (Carrefour i Eroski), tot i ser més econòmiques, es poden equiparar a marques tant reconegudes com Danone, Pascual, Nestlé o Kaiku.

15.1. Iogurts tradicionals

Marca				
Denominació de venda		Yoghourt sabor a fresa	Iogurt gust de maduixa	Yogur sabor fresa
Format	Grams	125 gr.	125 gr.	125 gr.
	Envàs	Plàstic	Plàstic	Plàstic
	Kcal	84 kcal	98,1 kcal	88 kcal
Valor nutritiu (100gr)	Proteïnes	3,1 gr.	3,8 gr.	3,5 gr.
	H. carboni	13 gr.	13,3 gr.	14,4 gr.
	Greixos	1,9 gr.	3,3 gr.	1,8 gr.
	Calci	123 mg	129 mg	---
Composició Ingredients	Ingredients	Llet parcialment desnatada, sucre, llet en pols desnatada, ferments plàstics propis de Danone, aroma i colorant natural (E-120).	Llet pasteuritzada, sucre, llet desnatada en pols, aroma de maduixa i ferments làctics.	Llet parcialment desnatada, maduixes (7,8%), xarop de glucosa i fructosa de panís i blat, proteïnes làctiques, midó modificat de tapioca, aromes, colorant: carmins, ferments làctics, conservador de la fruita: sorbat potàssic. Pot contenir traces de gluten, soja i fruits secs.
Caract. Organolèp.*	Sabor	Dolç, maduixa	Àcid, maduixa	Dolç, maduixa
	Olor	Maduixa	Sèrum de llet	Maduixa
	Color	Rosa	Blanc	Rosa
	Textura	Suau, lleugera	Suau	Suau
	Homogeneïtat	Si	Si	Si
Preu (€)	Unitat	0,27	0,37	0,23
	Kg	2,18	2,96	1,88
Etiquetatge		Correcte	Correcte	Correcte
Valoració* (1-5)		3,55	1,88	3

* Valoració segons jurat

Taula 15.1 Iogurts tradicionals

Tot seguit, analitzarem i compararem les característiques de tres iogurts comercials estàndard amb gust de maduixa de les marques Danone, La Fageda i Carrefour, tots de format 125 gr. i envàs de plàstic.

100 gr. el iogurt Danone contenen 84 kcal, per sobre està la marca Carrefour amb 88 kcal i finalment el iogurt La Fageda té 98,1 kcal. El contingut en proteïnes, lípids i calci també és major en el producte de La Fageda, només el iogurt Carrefour el supera en els hidrats de carboni.

La resposta a perquè la marca La Fageda té més kcal la trobem en els ingredients, aquest iogurt utilitza principalment llet pasteuritzada, mentre que els de la marca Danone i Carrefour estan elaborats amb llet parcialment desnatada. A l'etiquetatge del iogurt de granja La Fageda i del iogurt Danone trobem escassa informació sobre els ingredients i poc detallada, per aquest motiu ens centrarem en la del iogurt Eroski. Aquest últim, igual que els altres dos conté aromes, a més utilitza xarop de glucosa i fructosa de panís com a edulcorants i està format per un 7,8% de maduixes (proporció que desconeixem en els iogurts La Fageda i Danone). Per espessir el coàgul fa ús de midó modificat de tapioca i els carmins (cotxinilla E-120) són els encarregats d'atorgar-li color, igual que al iogurt Danone. Per últim addiciona proteïnes de la llet i un conservador de la fruita (sorbit potàssic) que permetrà mantenir les maduixes en bon estat.

L'etiquetatge de tots tres no presenta cap irregularitat, però cal destacar que la marca Carrefour hi adjunta informació pel al·lèrgics: "Pot contenir traces de gluten, soja i fruits secs".





Figura 70.- Iogurt Danone; iogurt Carrefour; iogurt La Fageda

El Danone és el iogurt més ben valor pel jurat (3,55), seguit del Carrefour (3) i per acabar el de La Fageda (1,88). El jurat es va mostrar molt satisfet amb el gust de tots tres iogurts i la seva textura. Es va decantar pel iogurt Danone i Carrefour a causa de l'olor de sèrum de llet del iogurt La Fageda i el seu color blanc al no utilitzar colorants, sinó aroma de maduixa. A més a més, és amb diferència el iogurt més costós (0,37 €/unitat), en canvi la marca blanca Carrefour és la més econòmica (0,23 €/unitat).

Fent una valoració global de totes les característiques analitzades dels tres iogurts el jurat a la conclusió que el millor iogurt és el Danone, després el Carrefour i en últim lloc La Fageda.

15.2. Iogurts desnatats (0% matèria grassa)

Marca			
Denominació de venda		Fondant sabor maduixa. Llet desnatada fermentada amb aroma de maduixa.	Iogurt edulcorat desnatat sabor de maduixa.
Format	Grams	125 gr.	125 gr.
	Envàs	Plàstic	Plàstic
	Kcal	42 kcal	39 kcal
Valor nutritiu (100gr)	Proteïnes	4,4 gr.	4,0 gr.
	H. carboni	5,8 gr.	5,5 gr.
	Greixos	0,1 gr.	0,1 gr.
	Calci	125 mg	---
Composició ingredients	Ingredients	Llet desnatada, ferments làctics entre ells bifidobacteris, proteïnes làctiques, aroma de maduixa, gelatina, edulcorants (aspartamo, acesulfamo k), colorant (E-120). Conté una font de fenilalanina.	Llet desnatada, lactosa i proteïnes de llet, aroma (maduixa), edulcorants (aspartamo i acesulfamo potàssic), colorant (cotxinilla), ferments làctics. Conté una font de fenilalanina.
Caract. Organolèp.	Sabor	Maduixa, dolç	Maduixa
	Olor	Maduixa	Inodor
	Color	Rosa pàl·lid	Rosa pàl·lid
	Textura	Compacta	Compacta
	Homogeneïtat	Si	Si
Preu (€)	Unitat	0,14	0,18
	Kg	1,12	1,44
Etiquetatge		Correcte	Correcte
Valoració (1-5)		2,7	3,5

Taula 15.2 Iogurts desnatats

La taula anterior mostra dos iogurts desnatats 0% matèria grassa: “Sveltesse” de Nestlé i el iogurt Carrefour. Per aquesta raó tots dos presenten valors molt petits de lípids, 0,1 gr. exactament. Tot i això, em de tenir en compte que són iogurts amb sabor a maduixa i aquest fet fa que tinguin més kcal que un iogurt desnatat natural. Tant “Sveltesse” com el iogurt Carrefour els trobem en format de 125 gr. i amb envàs de plàstic, a més a més, tenen un valor nutritiu gairebé idèntic, exceptuant el contingut en calci que és superior al iogurt de Nestlé.

Evidentment, els dos iogurts estan elaborats a partir de llet desnatada, també contenen ferments làctics i una font de fenilalanina²⁵. Altres ingredients que tenen en comú són les proteïnes làctiques, l'aroma de maduixa, els edulcorants i el colorant natural E-120, més conegut com cotxinilla. Ens trobem doncs, davant de dos iogurts molt semblants i amb un etiquetatge correcte, essent la gelatina (espessant) l'únic ingredient que els difereix.



El iogurt Carrefour, tot i ser qualificat d'inodor, ha estat més ben valorat pel jurat amb un 3,5 en front del 2,7 atorgat al iogurt de la marca Nestlé. No obstant, en aquesta ocasió el producte de marca blanca (1,44 €/kg) supera el preu de “Sveltesse” de Nestlé (1,12 €/kg), fet no gaire habitual. Tenint en compte les característiques de tots dos i les valoracions que han rebut, d'acord amb l'opinió del jurat el iogurt Carrefour és millor que “Sveltesse”



Figura 71.- Iogurt desnatat Carrefour; Sveltesse de Nestlé

²⁵ Un dels nou aminoàcids essencials pels humans que es troba a les proteïnes com L-fenilalanina (LFA). La fenilalanina és part també de molts psicoactius.

15.3. Iogurts enriquits

Marca			
Denominació de venda		Yoghourt sabor a maduixa	La Lechera sabor maduixa
Format	Grams	135 gr.	125 gr.
	Envàs	Vidre	Vidre
	Kcal	100 kcal	97 kcal
Valor nutritiu (100gr)	Proteïnes	3,0 gr.	3,2 gr.
	H. carboni	13,5 gr.	13,4 gr.
	Greixos	3,5 gr.	3,0 gr.
	Calci	123 mg	---
Composició ingredients	Ingredients	Llet, sucre, llet en pols desnatada, nata, ferments làctics, aroma i colorant natural (E-120).	Llet, sucre, ferments làctics, proteïnes de la llet, sals minerals làctiques, nata, aroma de maduixa, colorant E-120.
Caract. Organolèp.	Sabor	Maduixa suau	Maduixa àcida, nata
	Olor	Maduixa, nata	No és aromàtic
	Color	Rosa fluix	Rosa pàl·lid
	Textura	Cremosa i suau	Pastosa i greixosa
	Homogeneïtat	Si	Si
Preu (€)	Unitat	0,50	0,45
	Kg	3,74	3,30
Etiquetatge		Correcte	Correcte
Valoració (1-5)		4,38	2,5

Taula 15.3 Iogurts enriquits

Els iogurts enriquits que ens mostra la taula són “Original” de Danone i “La Lechera” de Nestlé. A diferència dels altres iogurts analitzats, aquests dos el trobem envasats en recipient de vidre. “La Lechera” conté 125 gr. de producte com la majoria de iogurts, en canvi “Original” en conté 135 gr.

L’aportació de calories i greixos és més elevat que els altres iogurts perquè estan enriquits amb nata. Les dades de la quantitat de proteïnes i els hidrats de carboni no varien gaire, però el iogurt Danone conté 123 mg de calci, mentre que el Nestlé no consta de cap indicació sobre l’aportació d’aquest.

A part de la nata, els altres ingredients són els mateixos que podem trobar en qualsevol iogurt: llet i/o llet en pols desnatada, ferments làctics, sucre, aromes i colorant natural E-120. La única diferència entre els dos productes són les sals minerals làctiques que conté “La Lechera”, segurament per reemplaçar les sals perdudes durant el tractament tèrmic del procés d’elaboració. Cap de les dos etiquetes consten d’informació sobre possibles estabilitzants, conservants, etc.



El iogurt “Original” de Danone ha estat el més ben valorat amb un 4,38. D’altra banda, “La Lechera” ha obtingut un 2,5. La valoració més baixa d’aquest últim iogurt es deu al sabor a nata que presenta, a la manca d’aroma i a la textura pastosa i greixosa. És a dir, hi ha una quantitat massa elevada de nata. En canvi, el iogurt Danone té un sabor suau, aroma de maduixa i és cremós. En relació amb l’etiquetatge no hi ha cap objecció perquè els dos són correctes, però poc detallats.

El preu més elevat és el del iogurt “Original” (0,50 €/unitat), però també cal apuntar que els grams de iogurt són 135 gr. i els del iogurt “La Lechera” (0,45 €/unitat) són 125 gr. Tot i el preu major del iogurt Danone, la seva qualitat reconeguda pel jurat fa que el considerem millor que el iogurt “La Lechera”.



Figura 72.- Original de Danone; La Lechera de Pascual

15.4. Iogurts bífidus

Marca			
Denominació de venda		Llet fermentada amb bífidus ActiRegularis. Amb maduixes	Bífidus maduixa, amb bifidobacteris.
Format	Grams	125 gr.	125 gr.
	Envàs	Plàstic	Plàstic
	Kcal	99 kcal	90 kcal
Valor nutritiu (100gr)	Proteïnes	3,8 gr.	3,4 gr.
	H. carboni	13,7 gr.	16,0 gr.
	Greixos	2,9 gr.	1,4 gr.
	Calci	139 mg	---
Composició ingredients	Ingredients	Llet, maduixes (7,8%), sucre, llet en pols desnatada, proteïnes de llet, fibra alimentaria (0,6%), nata, bifidobacteris i altres ferments làctics actius, colorant natural (E-120) i aromes.	Llet parcialment desnatada (1,8 M.G.), preparat de maduixes (20%) [sucre (47,5%), maduixes (34%), xarop de glucosa - fructosa de blat, suc de maduixa a base de concentrat (6%), estabilitzants (pectina, midó, modificat de panís), aromes, correctors d'acidesa (àcid cítric, citrat de sodi), colorant (cotxinilla)], proteïnes de llet en pols, bifidobacteris i altres ferments làctics.
	Sabor	Àcid, dolç, maduixa	Molt dolç
Caract. Organolèp.	Olor	Maduixa	Inodor
	Color	Rosa esmorteït	Rosa esmorteït
	Textura	Cremós	Líquida
	Homogeneïtat	Trossos de fruita mal repartits (només a baix)	Trossos de fruita ben repartits
Preu (€)	Unitat	0,49	0,18
	Kg	3,9	1,46
Etiquetatge		Correcte	Correcte
Valoració (1-5)		3,5	1,48

Taula 15.4 Iogurts bífidus

Actualment un dels iogurts més consumits és el bífidus. En la taula anterior es presenten “Activia” de Danone i el iogurt de marca blanca bífidus de Carrefour, tots dos de maduixa. Tenen format de 125 gr. i estan envasats en un recipient de plàstic.

Dins del valor nutritiu, la major diferència la trobem en la quantitat d'hidrats de carboni que aporta “Activia” (13,7 gr.) i la que aporta el iogurt Carrefour (16,0 gr.). El iogurt Danone però, és superior al Carrefour en quan a les kcal, proteïnes, greixos i calci.

Els ingredients s'indiquen amb molt detall al iogurt Carrefour, en canvi al “Activia” hi figuren més resumits. En primer lloc, el iogurt Carrefour utilitza llet parcialment desnatada (1,8 M.G.) i per aquest motiu té menys kcal, mentre que “Activia” parteix de llet i llet en pols desnatada. La marca Danone afegeix maduixes en un 7,8%; la Carrefour addiciona un preparat de maduixes en un 20% format per sucre i xarop de glucosa (edulcorants), maduixes i suc de maduixa a base de concentrat, pectines i midó (estabilitzants), aroma, correctors d'acidesa i colorant E-120 cotxinilla. Tots aquests ingredients del preparat són els que produeixen una major aportació d'hidrats de carboni, ja que hi ha molts sucres. “Activia” també utilitza el colorant natural cotxinilla i aromes. Tots dos contenen bifidobacteris i altres ferments làctics i proteïnes de la llet, “Activia” a més a més conté fibra alimentària en un 0,6% i nata.




Els dos iogurts tenen un sabor dolç, però segons el jurat és superior en el iogurt Carrefour que, com ja em dit anteriorment, utilitza molts edulcorants i preparats a base de concentrat que augmenten la dolçor del producte. Els aspectes negatius a destacar relacionats amb les propietats organolèptiques són l'absència d'aroma en el iogurt Carrefour, tot i contenir aromes; el color rosa esmorteït que presenten ambdós iogurts; i els trossos de fruita mal repartits en “Activia”. L'etiquetatge és correcte en tots dos iogurts.

En aquest cas, com és habitual, el iogurt de marca blanca té un preu força inferior al Danone, 0,18 €/unitat i 0,49 €/unitat respectivament. Tot i ser més econòmic el iogurt Carrefour, el nostre jurat prefereix la relació qualitat-preu del iogurt Danone i l'ha escollit el millor iogurt amb un 3,5 en front del 1,48 obtingut pel iogurt Carrefour.



Figura 73.- Activia de Danone; iogurt bífidus Carrefour

15.5. Iogurts terapèutics/dietètics

Marca				
Denominació de venda		Densia maduixa	SatisfAcción maduixa	Benecol Kaiku redueix el colesterol
Format	Grams	125 gr.	135 gr.	125 gr.
	Envàs	Plàstic	Plàstic	Plàstic
	Kcal	74 kcal	60 kcal	90,6 kcal
Valor nutritiu (100gr)	Proteïnes	4,2 gr.	6,8 gr.	1,8 gr.
	H. carboni	11 gr.	8 gr.	4,7 gr.
	Greixos	1,6 gr.	0,14 gr.	3,0 gr.
	Calci	320 mg	117 mg	---
Composició Ingredients	Ingredients	Llet parcialment desnatada, sucre, llet en pols desnatada, ferments plàstics propis de Danone, aroma i colorant natural (E-120).	Llet pasteuritzada, sucre, llet desnatada en pols, aroma de maduixa i ferments làctics.	Llet desnatada (0,5 M.G.), preparat de sucre (15%): [sucre, fibra alimentaria, xarop de caramel, corrector d'acidesa (citrat sòdic), dextrosa de panís, esters d'esterol vegetal, proteïnes de la llet, aromes i ferments làctics]
Caract. Organolèp.	Sabor	Maduixa dolça	Maduixa	Préssec, dolç
	Olor	Maduixa	Maduixa	Préssec
	Color	Rosa pàl·lid	Blanc	Blanc
	Textura	Cremosa	Molt cremosa	Suau
	Homogeneïtat	Si	Conté trossos de maduixa en el fons del recipient	Si
Preu (€)	Unitat	0,35	0,50	0,48
	Kg	2,8	4	3,8
Etiquetatge		Correcte	Correcte	Correcte
Valoració (1-5)		4,13	4,5	3,7

Taula 15.5 Iogurts dietètics/terapèutics

Ens trobem davant de tres iogurts dietètics/terapèutics com són “Densia” de Danone, “SatisfAcción” també de Danone i “Benecol” de Kaiku. Tot i que els podem englobar als tres dins d’aquesta categoria, cadascun és molt diferent, ja que tenen distintes propietats per a la salut. Per aquest motiu no els compararem, sinó que els analitzarem per separat.

“Densia” de Danone és un iogurt enriquit amb calci, n’aporta el doble que un iogurt normal, és a dir, 320 mg. Es presenta amb format de 125 gr. i en recipient de plàstic. 100 gr. d’aquest iogurt aporten 74 kcal, 4,2 gr. de proteïnes, 11 gr. d’hidrats de carboni i 1,6 gr. de greixos. Tenint en compte que no és un iogurt encaminat a dietes baixes en greixos, presenta un contingut força baix d’aquests i també de calories degut a que s’utilitza llet desnatada per la seva elaboració. També cal destacar que conté citrats de calci que actuen com a correctors de l’acidesa, estabilitzants i edulcorants, el colorant natural cotxinilla, vitamina D i una font de fenilalanina. El preu de “Densia” és de 0,35 €/unitat, força barat si el comparem amb el preu que presenta “SatisfAcción”.

Ara passem a analitzar “SatisfAcción” de Danone, un producte encaminat a calmar la gana i a la vegada a cuidar la línia. La primera diferència que presenta amb els altres iogurts és que el seu envàs és de plàstic, però de 135 gr. Al ser un iogurt aconsellat per cuidar la línia conté menys calories que els altres (60 kcal), molts menys greixos (0,14 gr.), menys glúcids (8,0 gr.) i més proteïnes (6,8 gr.). La llista d’ingredients hi figura molt detalladament, per això tant sols destacarem els trets més rellevants com que conté, a més a més de llet desnatada, formatge fresc desnatat. Té un 18 % de fruites, un percentatge molt elevat si el comparem amb tots els altres iogurts de fruites analitzats. Utilitza goma de guar com estabilitzant; colorant natural cotxinilla; espessants (E-1422 i E-407); edulcorants (sucralosa); aromes. “SatisfAcción” té un preu bastant elevat, ja que una unitat de 135 gr. val 0,5 €.




En darrer terme trobem “Benecol” de Kaiku, iogurt especial per a les persones amb colesterol (els estudis que demostren les seves propietats els trobem en l’apartat 7.10). Dels tres iogurts analitzats a la taula, “Benecol” és el que aporta més kcal (90,6 kcal) i més greixos (3 gr.), però aporta menys proteïnes (1,8 gr.) i menys hidrats de carboni (4,7 gr.). Parteix de llet desnatada a la que afegeix un preparat de sucre que entre altres ingredients conté xarop de caramel, citrat sòdic per corregir l’acidesa, dextrosa de panís com a edulcorant i el més important: esters d’esterol vegetal que són els que aporten les propietats beneficioses a la salut humana. El preu de “Benecol” és de 0,48 €/unitat, semblant al de “SatisfAcción”, però si tenim en compte que aquest últim conté major quantitat de producte, “Benecol” és el més car dels tres iogurts.

“Densia”, “SatisfAcción” i “Benecol” han estat molt ben valorats pel jurat que ha elogiat sobretot el conjunt de característiques organolèptiques de “SatisfAcción” (4,5) i “Densia” (4,13). Del primer en destaquen la seva textura cremosa, possiblement degut a que conté formatge fresc desnatat, i la gran quantitat de maduixes; del segon el seu agradable gust. Fent una valoració conjunta de la relació qualitat-preu i de les característiques valorades pel jurat, el millor iogurt és “SatisfAcción”, seguit de “Densia” i finalment “Benecol”.



Figura 74.- Densia de Danone; SatisfAcción de Danone; Benecol de Kaiku

15.6. Iogurts de soja

Marca				
Denominació de venda		Biactive. Bífidus actiu soja	Sàvia 100% vegetal de soja	Vive soy de Pascual 100% vegetal pasteuritzat
Format	Grams	125 gr.	125 gr.	125 gr.
	Envàs	Plàstic	Plàstic	Plàstic
Valor nutritiu (100gr)	Kcal	111 kcal	104 kcal	82 kcal
	Proteïnes	4,4 gr.	3,6 gr.	2,9 gr.
	H. carboni	14,6 gr.	16,7 gr.	14 gr.
	Greixos	3,2 gr.	2,1 gr.	1,6 gr.
	Calci	96 mg	150 mg	120 mg
Composició ingredients		Llet pasteuritzada sencera, sucre (5%), extracte de soja (1,6%) (90% proteïna), nata, llet en pols desnatada, maduixes (4,7%) proteïnes de llet i bifidobacteris i altres ferments làctics actius	Beguda de soja 76,4% (aigua, faves de soja), sucre, maduixes (8,9%), espessant (E-1442), xarop de glucosa i fructosa, fosfat de calci, aroma, ferment, colorant (antocians), sal i vitamina B12	Beguda de soja 80% (aigua i beines de soja), sucre, maduixes 5%, midó modificat, dextrosa, sal de calci, estabilitzadors (pectina i agar), aroma, colorant (carmi), ferments, antioxidant: extracte ric en tocoferols i vitamina D
Caract. Organolèp.	Sabor	Maduixa, dolç	Maduixa, dolç	Maduixa, àcid
	Olor	Maduixa	Maduixa passada	Inodor
	Color	Rosa pàl·lid	Lila	Rosa esmorteït
	Textura	Pastosa	Pastosa	Aigüalida
	Homogeneïtat	Trossos de maduixa ben repartits	Trossos de maduixa ben repartits	Trossos de maduixa ben repartits
Preu (€)	Unitat	0,26	0,47	0,46
	Kg	2,1	3,74	3,70
Etiquetatge		Correcte	Correcte	Correcte
Valoració (0-5)		3,5	2	0,75

Taula 15.6 Iogurts de soja

“Vive Soy” de Pascual, “Biactive” d’Eroski i “Savia” de Danone presenten el mateix format i són iogurts de soja, però difereixen en molts aspectes.

En primer lloc, les calories del iogurt Pascual (82 kcal) són menors que les dels altres iogurts, així com els grams de proteïnes (2,9 gr.), hidrats de carboni (14 gr.) i greixos (1,6 gr.). Tanmateix, el que presenta un menor contingut de calci és “Biactive” (96 mg), seguit de “Vive Soy” (120 mg) i “Savia” (150 mg).

En segon lloc, en la composició podem observar com Danone i Pascual utilitzen beguda de soja, en canvi, Eroski elabora el iogurt a partir de llet pasteuritzada sencera, nata, llet en pols desnatada i extracte de soja. D’aquí el motiu pel qual “Biactive” presenta més calories. Tots tres utilitzen el sucre com a edulcorant i contenen maduixes en diferents proporcions, “Savia” i “Vive soy” però, també utilitzen xarop de glucosa i fructosa i dextrosa respectivament. El iogurt Eroski no consta de colorants, per això té un color quasi blanc; “Vive Soy” utilitza el colorant natural E-120 (cotxinilla); “Savia” conté antocians que li atorguen el seu color lila. Cal recordar que el iogurt Eroski és bífidus actiu i per aquest motiu, a part dels ferments propis del iogurt té bifidobacteris. Una altra menció a fer són els estabilitzants utilitzats: midó modificat, pectina i agar...tots ells gomes naturals.

Segons l’etiquetatge, “Vive soy” és una font de calci i vitamina D, per aquest motiu conté extracte ric en tocoferols i vitamina D i sal de calci. També és font de isoflavones i 0% colesterol degut a que no està elaborat amb llet de vaca, sinó amb beguda de soja. Aquesta última característica la comparteix amb “Savia”, que a més, té vitamina B12. L’etiqueta de “Biactive” és la única que té informació pels al·lèrgics: “conté llet i els seus derivats i soja”.



Figura 75.- Biactive d’Eroski; Savia de Danone; Vivesoy de Pascual

El jurat ha valorat més positivament el iogurt Eroski (3,5), seguit de “Savia” (2) i per acabar “Vive soy” (0,75). El factor determinant de la baixa qualificació del iogurt Pascual pasteuritzat ha estat la textura aigualida i la inexistència d’aroma. Si recordem, a l’apartat 8, s’explica que dos dels problemes que pot presentar un iogurt pasteuritzat és la tendència a la sinèresi i la disminució de la viscositat. D’altra banda la causa de que no

tingui aroma és la pèrdua de la viabilitat dels bacteris làctics després d'haver estat sotmesos al tractament tèrmic.

El preu presenta una mínima variació entre "Savia" (3,74 €/kg) i "Vive soy" (3,70 €/kg), però, com és habitual, la marca blanca Eroski té un preu bastant més reduït (2,1 €/kg)

Així doncs, a partir de la valoració del jurat, la relació qualitat-preu, i la resta de característiques que presenten els tres iogurts, determinem "Biactive" d'Eroski com el millor iogurt, seguit del Danone i finalment el Pascual.

15.7. Iogurts infantils

Marca			
Denominació de venda		“Mi Primer Danone” amb llet adaptada i fermentada amb polpa de fruites	“Petit fruits maduixa”
Format	Grams	50 gr.	55 gr.
	Envàs	Plàstic	Plàstic
	Kcal	127 kcal	115 kcal
Valor nutritiu (100gr)	Proteïnes	4,3 gr.	6,0 gr.
	H. carboni	16,9 gr.	14,2 gr.
	Greixos	4,3 gr.	3,8 gr.
	Calci	139 mg	120 mg
Composició ingredients	Ingredients	Llet desnatada, nata, polpa de fruita (maduixa 9,6%), sucre, maltodextrines, concentrat de proteïnes, lactosa, midó de panís, oli de soja, estabilitzants: (E-1422) i goma de garrofi, pectina, remolatxa, aromes, difosfat fèrric, vitamines E i C, correctors d'acidesa (citrat càlcic, àcid cítric, citrat sòdic) i ferments làctics	Llet desnatada pasteuritzada (65,20 %), sucre (12,40 %), nata (10,10%), maduixa (6,10 %), ferments làctics, midó modificat de panís, lactat càlcic, colorant: àcid carmínic; aromes, vitamina D.
	Sabor	Farina, maduixa	Maduixa dolça
Caract. Organolèp.	Olor	Farinetes	Maduixa
	Color	Salmó pàl·lid	Rosa pàl·lid
	Textura	Pastosa, molt densa	Pastosa, densa
	Homogeneïtat	Si	Si
Preu (€)	Unitat	0,16	0,41
	Kg	3,2	7,4
Etiquetatge		Correcte	Correcte
Valoració (1-5)		1,2	3,1

Taula 15.7 Iogurts infantils

En primer lloc, abans de comparar “Mi primer Danone” amb “Petit Fruits”, cal dir que el primer està especialment adreçat per a nens/es de 6 a 24 mesos, ja que conté llet nutricionalment adaptada, mentre que el segon està adreçat als nens/es d'edats superiors. Al ser iogurts infantils presenten un format més petit que la resta de iogurts analitzats, però l'envàs segueix sent de plàstic.

En relació al valor nutritiu trobem petites diferències: “Mi primer Danone” té una aportació lleugerament més elevada de calories, així com d'hidrats de carboni i lípids. Tot i estar enriquit amb calci, “Petit Fruits” segueix tenint-ne un contingut més baix i tan sols supera al iogurt de marca Danone en els grams de proteïnes.

La primera diferència a destacar en la composició és l'ús de llet desnatada pasteuritzada per part de “Petit Fruits” i de llet desnatada en “Mi primer Danone”. També, el iogurt Danone utilitza correctors d'acidesa, en canvi, la marca blanca Eroski no n'utilitza. Per a millorar i mantenir les característiques del producte, els dos iogurts utilitzen midó de panís, que es tracta d'una goma natural que prové d'un cereal i que té funció espesseïdora. A més a més, “Mi primer Danone” també afegeix goma de garrofi, pectina i concentrat de proteïnes, totes tres gomes naturals d'origen vegetal. Com a edulcorants utilitzen la sacarosa, més coneguda amb el nom de “sucre”, però la marca Danone també fa ús de maltodextrines. Ambdós contenen aromes, nata, maduixa, ferments làctics i àcid carmínic (E-120 cotxinilla). Aquest colorant d'origen natural, tal i com s'indica en l'apartat 6, pot produir hiperactivitat als nens i cal recordar que estem parlant de dos iogurts dirigits als més menuts.

En addició, “Mi primer Danone” consta d'oli de soja, difosfat fèrric i vitamines E i C. Mentre que “Petit Fruits” conté lactat càlcic i vitamina D. Aquests components addicionats responen al que s'anuncia a l'etiquetatge dels respectius iogurts. La marca Danone anuncia: “Aporta 3 nutrients necessaris que ajuden al òptim creixement i desenvolupament del teu nadó: vitamina E, ferro i àcids grassos essencials” i la marca Eroski assegura: “Enriquit amb calci i vitamina D”. L'etiquetatge d'aquest últim també consta d'informació pels al·lèrgics: “Conté llet i els seus derivats. Pot contenir traces de gluten”.

El jurat ha valorat millor el iogurt Eroski amb un 3,1, mentre que la marca Danone només ha obtingut un 1,2. Els factors que han inclinat a una baixa qualificació de “Mi primer Danone” han estat la seva textura excessivament densa i pastosa, que es podria atribuir a un elevat extracte sec làctic o a una elevada quantitat de midó de panís, i el seu gust a farinetes. Malgrat això, cal tenir en compte que són aliments adaptats per als nens i les característiques que han desagradat al jurat són les apropiades per als consumidors del producte. El color rosa pàl·lid dels dos iogurts és degut a l'ús d'un colorant natural, ja que els colorants artificials són més intensos.

El preu és molt superior al iogurt Danone amb 0,41 €/unitat, mentre que “Petit Fruits” té un preu de 0,16 €/unitat.

De manera que, tenint en compte la valoració de les característiques organolèptiques realitzada pel jurat i la relació qualitat-preu, “Petit Fruits” de Eroski és millor que “Mi primer Danone”.



Figura 76.- Petit Fruits d'Eroski; Mi Primer Danone de Danone

16. Conclusió

Des de la massa semi-sòlida coagulada fruit de la calor i el contacte de la llet amb la pell dels sacs que utilitzaven els pobles nòmades, fins al iogurt entès com un producte alimentari elaborat a partir d'un acurat procés tecnològic amb exhaustius controls de qualitat i amb un gran ventall de varietats que el fan un producte competitiu a la societat actual, han transcorregut més de 4.000 anys.

Durant aquests anys, s'ha evolucionat des de la senzilla elaboració artesanal cap a una producció industrial complexa, essent en ambdues les variacions tèrmiques a les que es sotmesa la llet, els cultius estarter i el procés de fermentació, la base de la seva fabricació.

Cal destacar que actualment es poden trobar al mercat nombroses varietats d'aquest producte, com per exemple: iogurt pasteuritzat, iogurt líquid o congelat, iogurt concentrat, dietètic o amb llet de soja, entre altres. A cadascun d'aquests li corresponen diferents modificacions del procés bàsic d'elaboració del iogurt, així com proporcionen al producte noves aportacions nutritives que satisfan les necessitats de determinats segments de la població.

S'han comparat diferents marques per iguals varietats de iogurts tradicionals, desnatats, enriquits, bífidus, dietètics, de soja i infantils, analitzant els aspectes estudiats, com el valor nutritiu, la composició, l'envasament, l'etiquetatge, el cost, etc. D'aquest anàlisi es conclou que les marques blanques estan alguns cops valorades per sobre de les marques de renom, encara que existeixi una notable diferència en el seu cost d'adquisició. L'experiència també ha permès comprovar que els trets característics que defineixen cada varietat de iogurt, segons s'ha estudiat en el bloc teòric, s'ajusten a la informació nutritiva que trobem al seu etiquetatge.

El iogurt, com a aliment funcional, pot satisfer les necessitats o carències de tota una població, donat que és un aliment simbiòtic. Els fruto-oligosacàrids (FOS) i altres compostos li atorguen les característiques d'un aliment prebiòtic, a més a més, microorganismes, com el *Lactobacillus bulgaricus*, l'eleva a la categoria de probiòtic. Conseqüentment associem a aquest producte els següent efectes beneficiosos per l'organisme:

- Al ser un prebiòtic, estimula de forma selectiva el creixement i/o activitat d'un grup determinat de bacteris del còlon i aconsegueix millorar les funcions de la microflora intestinal.
- Pot repoblar la microflora intestinal, afavorir l'assimilació de nutrients i reforçar el sistema immunològic degut a que es tracta d'un probiòtic.

Els microorganismes que conté el iogurt formen el cultiu estarter encarregat de dur a terme la fermentació làctica, mecanisme mitjançant el qual la lactosa de la llet es transforma àcid làctic. Com a conseqüència d'aquest procés, podem deduir dues propietats beneficioses del iogurt:

- L'àcid làctic elimina els bacteris del intestí que generen compostos perjudicials pel nostre organisme.

- La desaparició de la lactosa converteix al iogurt en un aliment apte per inclús aquelles persones amb intolerància a aquest sucre.

Si a les propietats saludables li afegim el seu potencial valor nutritiu, el iogurt es pot considerar un aliment equilibrat i, per tant, gaudeix d'una excel·lent fama entre els consumidors, convertint-lo en el ferment làctic més popular arreu.

Dins del marc empresarial i competitiu, com qualsevol altre producte industrial, se'ns presenta a la societat mitjançant múltiples formes de publicitat. Les campanyes publicitàries, en especial en l'àmbit alimentari, requereixen un control rigorós de la informació que les marques pretenen utilitzar per persuadir-nos. Després d'analitzar alguns anuncis actuals dels principals fabricants de iogurt, s'han detectat en alguns d'ells incerteses i incongruències que deriven en la confusió del consumidor.

La hipòtesi inicial del treball plantejava donar resposta a si el iogurt era un aliment essencial. Tenint en compte el valor nutritiu i els efectes beneficiosos estudiats considero el iogurt un aliment essencial recomanat en qualsevol dieta rica, sana i equilibrada. No obstant, no només del iogurt podem obtenir aquests efectes saludables, sinó que també altres ferments làctics, com el kèfir, ens en poden aportar de similars.

Des d'una perspectiva més general, el coneixement del món del iogurt m'ha permès constatar tres idees globals bàsiques:

Primerament, he pres consciència de la complexitat que envolta a aquest producte quotidià, en aparença senzill i fàcil de trobar a totes les llars.

En segon lloc, d'aquesta recerca es desprèn un núvol de polèmiques en el camp científic, ja iniciades en les primeres teories de Metchnikoff, sobre quines són realment les propietats nutritives del iogurt o si els aliments probiòtics poden comportar efectes negatius.

En darrer terme, els coneixements adquirits a la part teòrica i aplicats al treball de camp, com la visita a una fàbrica de iogurts, plantegen que encara no està tot dit quant a l'elaboració industrial del iogurt. Dit d'una altra manera, crec que queda un llarg camí per recórrer per arribar a donar resposta a conceptes, com l'exacte mecanisme de la fermentació, la utilitat de l'etiquetatge actual o l'organització envers el procés d'elaboració

a gran escala, que comporten dubtes i incerteses alhora que obren noves portes a la investigació.

La realització d'aquest Treball de Recerca m'ha aportat nous coneixements que em permeten veure el iogurt des d'una altra perspectiva, un aliment força complex amb un ampli entorn que l'envolta i unes propietats extraordinàries. Per aquest motiu em sento satisfeta d'haver dut a terme aquest estudi i haver-me endinsat en el fascinant i sorprenent món del iogurt.

17. Glossari

Acetaldehid: Compost orgànic producte de la fermentació làctica que atorga el gust típic del iogurt natural.

Àcid làctic: Compost químic que juga importants rols en diversos processos bioquímics, com la fermentació làctica produïda pel cultiu estàrter del iogurt. És l'encarregat d'eliminar els microorganismes i compostos perjudicials de la flora intestinal.

Aliment funcional: Aliment, no suplement, que conté de forma natural o afegida components biològicament actius que produeixen un efecte beneficiós a la salut més enllà del purament nutritiu.

Bacteris acido-làctics: Conjunt de microorganismes benignes, dotats de propietats similars i que es troben en grans quantitats a la natura i al nostre aparell digestiu. L'acció d'aquests bacteris desencadena el procés de fermentació pel qual la lactosa es transforma en àcid làctic.

Bifidobacterium: Un dels majors gèneres microbiològics de bacteris sapròfits de la flora intestinal. S'utilitzen en la producció de iogurt com a probiòtics i ajuden a la digestió i prevenen d'algunes formes de tumors.

Caseïna: Fosfoproteïna present a la llet i algun dels seus derivats –productes fermentats-. A la llet, es troba en la fase soluble associada al calci .

Colorant cotxinilla (E-120): Substància química complexa utilitzada com colorant vermell extret de la cotxinilla o altres insectes. Rep el nom de E-120 en la indústria alimentari, àmbit en el que és força utilitzat.

Cultiu estàrter: Microorganismes que desencadenen certs processos metabòlics. En el cas del iogurt està format pel *Streptococcus thermophilus* i el *Lactobacillus bulgaricus* que permeten que es dugui a terme la fermentació.

Danone S.A: Empresa fundada al 1919 per Isaac Carrasco a Barcelona com una petita fàbrica que produïa iogurts. Actualment és una multinacional que segueix estant especialitzada en la fabricació de iogurt i té la seva seu a París, França.

Ellie Metchnikoff (1845, Járkov, Ucraïna – 1916, París, França): Microbiòleg ucraïnès, Premi Nobel de Medicina al 1908. Cregué trobar en els microorganismes de la llet àcida –el iogurt- la solució al problema del envelliment.

Extracte sec magre: Percentatge de dessecació o extracció de l'aigua d'un líquid o un sòlid de tipus alimentari.

Fermentació alcohòlica: Procés cel·lular anaeròbic que transforma els hidrats de carboni –glucosa, fructosa, sacarosa, midó...- per obtenir etanol i diòxid de carboni. La duen a terme els llevats del gènere *Saccharomyces*.

Fermentació làctica: Procés cel·lular anaeròbic on s'utilitza la glucosa per obtenir energia i el producte de desfeta és l'àcid làctic. Els encarregats de dur a terme la fermentació en el iogurt són els microorganismes *L. Bulgaricus* i *S. Thermophilus*.

Flora intestinal: Conjunt de bacteris que viuen a l'intestí, sovint en una relació de simbiosi. La majoria d'aquests bacteris no són perjudicials per nosaltres, i molts són beneficiosos. Es calcula que tenim al nostre interior unes 2000 espècies bacterianes diferents, de les quals 100 només poden arribar a ser perjudicials.

Fortificació: Operació d'afegir nutrients externs a un aliment per transformar-lo en aliment funcional.

Glucòlisi: Via metabòlica encarregada d'oxidar o fermentar la glucosa i així obtenir energia per la cèl·lula. Consisteix en 10 reaccions enzimàtiques que converteixen a la glucosa en dues molècules de piruvat, el qual és capaç de seguir altres vies metabòliques per continuar aportant energia al organisme.

Homogeneïtzació: Procés de trencar el greix de la llet en petites partícules, de tal manera que no es separin en el futur de la resta de components. Es realitza sotmetent a la llet a gran pressió per a que flueix per diminuts orificis.

Iogurt: Producte de llet coagulada obtinguda per fermentació làctica mitjançant l'acció de *Lactobacillus bulgarius* i *Streptococcus thermophilus* a partir de llet pasteuritzada, llet concentrada pasteuritzada, llet totalment o parcialment desnatada, amb addició o sense de nata pasteuritzada, llet en pols sencera, semidesnatada o desnatada, sèrum en pols, proteïnes de la llet i/o altres productes procedents del fraccionament de la llet.

Kèfir: Producte làctic fermentat més antic que es coneix originari del Caucas. És una simbiosi de bacteris probiòtics i llevats encarregats de produir una fermentació lacto-alcohòlica. El kèfir és un autèntic regenerador de la flora intestinal.

Lactobacillus acidophilus: Bacteri del gènere *Lactobacillus*. S'utilitza junt amb el *Streptococcus thermophilus* en la producció de iogurt i es considera un probiòtic o bacteri beneficiós per l'organisme.

***Lactobacillus bulgaricus*:** Bacteri del gènere *Lactobacillus* que forma part del cultiu estàrter del iogurt i es considera un probiòtic o bacteris beneficiós per l'organisme.

***Lactobacillus casei*:** Bacteri probiòtic del gènere *Lactobacillus* que es troba a l'intestí. És productora d'àcid làctic i s'utilitza en la indústria làctica en l'elaboració d'aliments làctics probiòtics.

Lactosa: Disacàrid format per la unió d'una molècula de glucosa i una de galactosa. Se l'anomena també sucre de la llet, ja que apareix en una proporció del 4 al 5%.

Mètode de Pearson: Conjunt d'operacions que permeten calcular la quantitat de cada un dels components necessaris per la normalització de la llet.

Prebiòtic: Aliment amb ingredients no digeribles pels sucs gàstrics, que actua estímulant de forma selectiva el creixement i/o activitat d'un grup determinat de bacteris del còlon.

Probiòtic: Aliment que aporta suficient quantitat de microorganismes apropiats per repoblar la microflora intestinal, afavorir l'assimilació de nutrients i reforçar el sistema immunològic com a primera barrera de la neutralització dels microorganismes patògens que puguin arribar al intestí amb els aliments.

Proteòlisi: Degradació de proteïnes ja sigui mitjançant enzims específics, anomenats proteases, o per mitjà de digestió intramolecular.

Sèrum de llet: Líquid obtingut en el procés de fabricació del formatge i de la caseïna, després de la separació de la fase micel·lar. Es tracta d'un líquid fluid, de color verdós groguenc, de sabor fresc, de caràcter àcid, amb un contingut de nutrient o extracte sec del 5.5 al 7% provinents de la llet.

Simbiosis: Associació durant el creixement dels dos microorganismes presents al cultiu estàrter del iogurt. El *L. Bulgaricus* aporta nutrients essencials per al *S. Thermophilus*, és a dir, aminoàcids, i aquest a la vegada produeix compostos com l'àcid fòrmic que estimulen el creixement i el desenvolupament del *L. Bulgaricus*.

Simbiòtic: Producte prebiòtic i probiòtic. En general consta d'un component prebiòtic que afavoreix l'efecte del probiòtic associat. Al compaginar elements prebiòtics i probiòtics s'obtenen elements simbiòtics d'alta gama immillorables per la indústria.

Sinèresi: Expulsió d'aigua del iogurt, o qualsevol aliment, a l'exterior amb reducció del volum del coàgul.

Streptococcus thermophilus: Espècie bacteriana del gènere *Streptococcus* que s'utilitza en la producció de ferments làctics, generalment el iogurt. No està clar que es pugui considerar un bacteri probiòtic, ja que acostuma a morir al seu pas per l'intestí.

18. Bibliografia

Llibres i informes tècnics

ROBINSON M. Recettes i TAMINE GARDES, Armand Colin. *Yogur ciencia y tecnología*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España), 1991. ISBN: 8420006874

GARCIA GARIBAY, M. u LÓPEZ, A. *Biotecnología alimentaria*. Editorial Limusa, 2002. ISBN 13: 9789681845223

JIMENO, Antonio i BALLESTEROS, Manuel. *Biología 2 Batxillerat –Unitat 2. El catabolisme-*. Editorial Grup Promotor/Santillana Educación S.L., 2009. ISBN: 9748479183493

Dr. Benjamín Martín Martínez. *Alimentos funcionales: prebióticos, probióticos*. Unidad de Gastroenterología Infantil y Nutrición Infantil. Hospital de Terrassa. (Consulta: 14 agost 2009). Disponible a: http://www.celiacosmadrid.org/ALIMENTOS_FUNCIONALES.pdf

Productos lácteos fermentados. La Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción e Industria Animal. Cátedra de Ciencia y Tecnología de la Leche. Abril 2005 (Consulta: 30 juny 2009). Disponible a: http://www.lactologia.org/documentos_archivos/guia_yogurt.pdf

Normes

Espanya. Real Decreto 1245/2008, de 18 de Julio. (Consulta: 17 Juliol 2009). Disponible a: <http://www.boe.es/boe/dias/2008/07/31/pdfs/A32976-32978.pdf>

Espanya. Real Decreto 1334/1999, de 31 de Julio. (Consulta: 17 juliol 2009). Disponible a: http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd1334-1999.html#au

Pàgines web

www.danone.es

www.kaiku.es

www.fageda.com

www.lechepascual.es

www.wikipedia.com

www.yoguresylacteos.es

www.lacteosinsustituibles.com

Revistes electròniques completes

DSalud. Madrid: Ediciones MK3 S.L. (Consulta: 11 juliol, 17 juliol, 29 juliol, 14 agost, 27 agost 2009). Disponible a: <http://www.dsalud.com/alimentacion.htm>

Consumer Eroski. Vizcaya: Fundación Eroski (Consulta: 11 juliol, 12 agost, 27 agost, 13 setembre 2009). Disponible a: <http://www.consumer.es/alimentacion>

Articles i altres contribucions de revistes electròniques

Els fabricants adverteixen que anomenar "iogurt" les postres làctiques confon el consumidor, 3cat24 09/11/2006 (Consulta: 12 setembre 2009). Disponible a: <http://www.3cat24.cat/noticia/28561/altres/Els-fabricants-adverteixen-que-anomenar-iogurt-les-postres-lactiques-confon-el-consumidor>

L.K. Garcés. Propiedades del yogur y sus efectos en la salud de la piel. *Revista Mundo Natural*, 30 Septiembre 2008 (Consulta: 3 agost 2009). Disponible a: <http://www.biomanantial.com/propiedades-del-yogurt-sus-efectos-en-la-salud-de-la-piel-a-1209.html>

El yogur: un alimento esencial. *Sabor Mediterráneo* (Consulta: 19 juliol 2009). Disponible a: <http://www.sabormediterraneo.com/salud/yogur.htm>