

Introducció a la fermentació alcohòlica.

Concepte: Transformació d'una substància orgànica en altre utilitzable, produïda per microorganismes o enzims que provoquen reaccions oxidació– reducció. Terme general que indica la degradació anaeròbica de la glucosa o altres nutrients orgànics a diferents productes (característics dels diferents organismes) per obtenir energia en forma d' ATP. Degut a que els organismes vius van aparèixer primerament en una atmòsfera sense oxígen , la degradació anaeròbica de la glucosa es probablement el mecanisme biològic més antic per obtenir energia a partir de molècules combustibles orgàniques.

En el transcurs de l' evolució aquesta seqüència de reaccions s' ha conservat completament i els enzims glucolítics dels animals vertebrats són molt similars, en seqüència d' aminoàcids i estructura tridimensional. El procés de la glucolisi només difereix d' una espècie a una altra en els detalls de la seva regulació i el destí posterior del piruvat format.

La fermentació alcohòlica, és la transformació d'àcid pirúvic en etanol i diòxid de carboni. La produeixen uns determinats fongs unicel·lulars anomenats llevats, catabolitzen un líquid ric en sucres per mitjà de la respiració, esgoten l'oxígen disponible i continuen el catabolisme per mitjà de la fermentació. En una primera etapa es duu a terme la glicolisi, i es transforma la glucosa en àcid pirúvic. I de pravis a acetaldehid es necessita l' enzim piruvat descarboxilasa, que catalitza una reacció irreversible.

La fermentació alcohòlica es dona en l' etapa següent, en què l' acetaldehid es transforma en etanol i diòxid de carboni, amb l' enzim alcohol deshidrogenasa. Com a productes secundaris també es poden produir altres molècules orgàniques com la glicerina, àcid succínic i l'àcid acètic.

La reacció global de la glicólisi i la fermentació alcohòlica és:



La fermentació alcohòlica es duu a terme gràcies a enzims en els llevats del gènere *Saccharomyces*, que són anaerobis facultatius. Segons l'espècie de llevat es pot arribar a obtenir cervesa, whisky, rom (*S.cervisiae*), vi (*S. Ellypsoideus*), sidra (*S. Apiculatus*) i pa (varietat purificada de *S. Cervisiae*).

Fabricació de begudes alcohòliques:

Les begudes alcohòliques es produeixen a partir de diverses matèries primes, però especialment a partir de cereals, fruites y productes ensucrats. Entre elles hi ha:

– Begudes alcòholiques fermentades: Són aquelles obtingudes per fermentació alcohòliques de mostos i que són sotmeses a operacions com la clarificació, estabilització i conservació. Les més conegudes són: sake, cervesa, la sidra, vi de taula i vi espumós.

– Begudes alcohòliques destil·lades: Són aquelles obtingudes per destilació, i previa fermentació alcohòlica de productes naturals, que conserva l'aroma i el sabor de les matèries primes utilitzades. Exemples com el whisky i el rom que s'obtenen a partir de cereals i melassa fermentada. El brandy però s'obté per la destil·lació del vi.

Altres begudes destil·lades com el vodka i la ginebra, s'elaboren a partir de begudes alcohòliques neutres obtingudes per destil·lació de melassa, cereals, patates o lactosérum fermentat. A més s'obtenen una gran varietat de vins mitjançant l'addició d'alcohol destil·lat a vins normals com a objecte d'elevat el seu contingut alcohòlic fins a el 15 –20 %, un exemple seria el madeira o el jerez.

Per a la producció de begudes alcohòliques és imprescindible els llevats per poder convertir els sucres en etanol.

Biologia de les fermentacions amb llevats:

Els llevats són fongs unicel·lulars de tamany microscòpic. En una petita gota de most fermentant es calcula que hi ha al voltant de 5 milions de llevats actuant. Són les que transformen el sucre en alcohol.

En la fermentació es poden apreciar dos processos diferents, (tot i que s'han calculat que hi ha unes 30 reaccions químiques diferents per transformar el sucre en alcohol), segons es va consumint l'oxigen en most.

- En condicions aeròbiques: Existeix una abundància d'oxigen que reacciona amb el sucre, en aquest moment són els llevats oxidatius els que realitzen el següent procés:



Sucre + Oxigen Aigua + Gas carbònic + Calor

- En condicions anaeròbiques: Quan es realitza sense oxigen o en petites quantitats. L'oxigen transportat per el most ja s'ha consumit, per lo que no pot reaccionar amb el sucre, són els llevats fermentatius les que produeixen el següent procés:



Sucre Etanol (Alcohol) + Gas carbònic + Calor

En aquest cas, baixa el calor generat, així com la producció de gas carbònic, en canvi, apareix alcohol.

L'activitat d'aquests llevats fermentatius, finalitza quan la concentració alcohòlica arriba fins al 6,5%, al no poder suportar la concentració. Els llevats cedeixen davant de bacteries ja que aquestes suporten molt millor les condicions creades, aquestes acabaran amb el sucre residual deixat per els llevats.

Aproximadament el 96 % de les fermentacions de l'etanol es duen a terme mitjançant cepes de *Saccharomyces cerevisiae* o espècies relacionades com per exemple el *S. Uvarum*. L'etanol es produeix en la ruta d'Embden-Meyerhof-Parnas (EMP), o el piruvat produït en la glucosidació es converteix en acetaldehid i etanol:



Rendiment teòric: 1gr. de glucosa és de 0,51 gr. d'etanol i 0,49 gr. de CO₂.

Rendiment pràctic: En la pràctica en canvi, aproximadament el 10% de la glucosa es transforma en biomassa i el rendiment en etanol i CO₂ arriben el 90% del valor teòric. L'ATP format s'utilitza per a les necessitats energètiques de la cèl·lula.

Perquè es produeixi el procés de fermentació el llevat ha de tenir una sèrie de components i característiques. L'embolcall de la cèl·lula del llevat inclou una membrana plasmàtica, un espai periplàsmic i una paret cel·lular constituïda principalment per polisacàrids i per una petita quantitat de pèptids.

La paret del llevat, té una estructura semirígida permeable al solut que proporciona als llevats una considerable força de compressió i tensió.

Els grups carboxil dels pèptids de la paret cel·lular tenen a veure amb els llevats utilitzats en l'elaboració de cervesa, ja que tenen una capacitat de floculació important i és el que facilita la separació de sòlid–líquid després de la fermentació. Es creu que la floculació es deu a la formació de ponts salins entre els ions Calci i aquests grups carboxil de la paret cel·lular.

Foto microscòpica de llevà

Condicions de la fermentació:

En la fermentació dels llevats utilitzades en l'elaboració de cervesa (*S.cervisiae*) utilitzen sucres sacarosa, fructosa, maltosa y maltotriosa.

–La sacarosa és hidrolitzada per la invertasa localitzada en l'espai periplàsmic extracel·lular. Els sucres són transportats a través de la membrana cel·lular per transport

actiu o passiu, gràcies a permeases.

–La maltosa i la maltotriosa són hidrolitzades intracelularment per la glucosidasa.

– Els aminoàcids que produeixen diferents reaccions químiques en el procés de fermentació són assimilats a diferents velocitats. En el llevat per exemple, existeixen almenys 11 sistemes de transport d' aminoàcids específics.

–Encara que les fermentacions alcohòliques siguin en gran part anaeròbies, els llevats necessiten un aport d' oxigen per a sintetitzar alguns esterols i àcids grassos insaturats, que formen part de la membrana.

–Temperatura: Té una gran influència en la fermentació del most, en la fermentació alcohòlica no hi ha activitat de llevats per sota de 3C°, seguint molt lenta fins els 6 o 7C°. Els canvis bruscos de temperatura actuen de forma molt negativa en la fermentació, fins a arribar al punt d' arribar a paralitzar-la. En general, per a tot tipus d' activitat microbiana, les temperatures més favorables són al voltant de 30°C, en canvi, per evitar la competència de soques bacterianes no desitjables, la temperatura més adequada per a la fermentació alcohòlica i malolàctica sol ser al voltant de 12–18C°.

–Competència amb altres gèrmens: Es un altre dels factors que influeixen en la fermentació. S' ha de tenir molta cura amb la asepsia dels materials que s' utilitzen en el tractament del productes orgànics per realitzar la fermentació, com ara la poma, el raïm etc.. Ja que si hi hagués ferides en aquests productes, es produiria activitat microbiana, no desitjada.

En què consisteix la fermentació d' un vi.

Es el procés per el qual el sucre contingut en el suc del raïm es transforma en alcohol, amb desprendiment de gas carbònic i producció de calor.

Sucre = Alcohol + Gas carbònic + Calor.

El mecanisme químic de la fermentació del sucre sembla molt senzill, però en realitat es força complexe.

Fa poc més d'un segle, Pasteur va demostrar que la fermentació es produeix per mitjà dels llevats.

En termes generals, els llevats són microorganismes– fongs microscòpics unicelulars només visibles mitjançant el microscopi amb augments de 600 a 900 del seu tamany natural.

A l'estiu, per mitjà dels insectes i de la pols que aixequen al llaurar el camp, són transportats al raïm.

El gra del raïm no es llis com es pot creure, la seva epidermis està recoberta d'una matèria cerosa, anomenada pruïna, que reté els microorganismes, tans els que produeixen activitat microbiana no desitjada i els que produeixen una activitat microbiana necessària en la fermentació.

En el raïm verd gairebé no hi ha llevats. Quan apareixen gran quantitat es en la època on hi ha més quantitat de sucre a dins dels grans. Però acudeixen també gran quantitat de bacteries i insectes nocius, que deuen ser combatits mitjançant productes criptogàmics.

Els raïms es tallen en la vinya o a mà amb compte, procurant no trencar els grans perquè així no comencin a fermentar, en precència de bacteries danyines.

Al arribar a la bodega, només ser descarregades en una tolva, una màquina les treu la part rasposa, que es immediatament apartat perquè no comuniqui el seu sabor àspre, o amarg.

Després queda un brou compost per la polpa (sucre més àcids i més sals minerals), la polpa i la pell dels raïms.

Es doncs quan els llevts al trobar-se en un medi sense aire comencen a intentar respirar sense ell, produïnt anhidric carbònic en forma de gas i calor.

El anhidric carbònic, es el mateix que el d'altres productes com per exemple la gasosa, la coca-cola, la cervesa etc.. al mateix temps la materia colorant que es troba en la pell dels raïms, va desprenent el seu color en el most, també col·labora en aquest procés l'alcohol que es va formant (que es un bon dissolvent) i per la calor.

A les 2 hores aproximadament d'haver-se iniciat la fermentació, el brou ja té el color d'un vi rosat.

El nombre de llevats que es troben en plena fermentació en una gota de suc de raïm pot ser aproximadament de 5 milions de llevats.

Aquest procés és d'una gran complexitat, ja que per transformar el sucre en alcohol cal aproximadament unes 30 reaccions químiques diferents i per a cada reacció, el llevat necessita la ajuda d'una bactèria diferent que s'anomena encims. Al final de tot el procés,, en el vi existeixen uns 300 components diferents.

La fermentació, per tant, és una de les biotecnologies aplicades més antigues, s'ha utilitzat per conservar aliments durant més de 6000 anys. És una tècnica de conservació d'aliments barata i fàcil, i molt adequada quan altres mètodes com les conserves o la congelació, abans no existien.

La fermentació és un procés que ocupa molta mà d'obra i requereix una infraestructura mínima i poca energia, a més s'integra bé en la vida dels pobles rurals de molts països en vies de desenvolupament.

El procés de la fermentació millora el contingut nutritiu dels aliments per la biosíntesi de les vitamines, els aminoàcids essencials i les proteïnes, ja que torna més digerible les proteïnes i les fibres, proporcionant més micronutrients i degrada els factors antinutritius. També proporciona calories al convertir substrats inadequats per el consum humà en aliments innocuos. Els mètodes de fermentació milloren la innoquïtat dels aliments al reduir els compostos tòxics com les anafilotòxines i els cianògens i aixó produir factors antimicrobians com àcid làctic, bacteriomícines, aigua oxigenada i etanol, que faciliten la inhibició o eliminació dels patògens dels aliments. També s'ha informat que els aliments fermentats tenen propietats terapèutiques.

La fermentació, a més de les seves virtuts nutritives, innoqüitat i conservació, enriqueix la dieta a través de la producció d'una varietat de sabors, textures i aromes. Prolonga la duració dels aliments a la vegada que redueix el consum d'energia necessari per a preparar-los.

El procés tradicional de la fermentació sol ser una activitat espontànea, sense asèpsia, producte de la acció conjunta d'una varietat de microorganismes. En un biorreactor que poden ser olles de fang o de metall, o una cavitat en el terra forrada.

L'elaboració del vi

El vi és un producte de la fermentació alcohòlica pel llevat, els sucres de fruites i altres materials rics en sucre. La major part del vi es fabrica a partir de raïms. Els vins secs són vins en els que han fermentat pràcticament tots els sucres o most, mentre que els vins dolços queda una mica de sucre o bé se li afegeix sucre adicional després de la fermentació. Els llevats implicats en la fermentació del vi són de dos tipus: els anomenats llevats silvestres que estan presents en els raïms i es transfereixen al most, i el llevat del vi cultivat *Saccharomyces ellipsoideus*, que s'afegeix al most per començar la fermentació. Aquest llevat del vi, pren el testimoni de la fermentació, quan els llevats salvatges desapareixen. Una important diferència entre el llevat silvestre i el cultivat és la seva tolerància al alcohol, per això la presència i el creixement de llevat silvestres no és desitjable durant la fermentació. S'inicia a començaments de la tardor amb la recolecció dels raïms. Els raïms s'aixafen amb una màquina, i el suc anomenat most, s'exprimeix depenguent del raïm es produirà vi blanc o negre.

Elaboració de vi blanc: S'ha de recollir a primera hora del matí o a la tarda, quan la temperatura hagi disminuït, per evitar l'oxidació del raïm i cuidar els aromes de les soques. El vi blanc, s'elabora només amb la fermentació del suc del raïm, es a dir, sense maceració (que contacta el suc amb la pell del raïm espremit).

Etales d'elaboració:

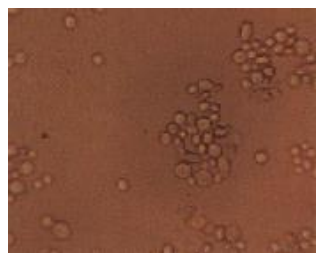
- *Recepció*
- *Prensat:* Consisteix en extrure tot el most i es va augmentant la pressió depenent de la qualitat del vi que es vol obtenir.
- *Decantació:* El most recollit es deposita en tancs on reposa de 12 a 24 hores amb l'objectiu d'obtenir un decantat de les matèries sòlides que acompanyen al most.
- *Incorporació d'anhídrid sulfurós:* Tan bon punt com s'obté el most, en els raïms blancs, s'incorpora una gran quantitat d'anhídric sulfurós per sanititzar-lo per evitar la seva futura oxidació.
- *Fermentació:* Dura aproximadament dos setmanes i la temperatura a l'interior de la bota no ha de sobrepassar dels 15 a 18 centígrads si es desitja obtenir un màxim d'aroma.
- *Separació:* Consisteix en la separació del vi i la brutícia de la fermentació, i es realitza una vegada finalitzada la fermentació. El vi es porta a un nou cubell i se li afegeix anhídrid sulfurós per evitar qualsevol alteració que es pogués produir en el vi.
- *Clarificació y filtració:* Es realitza durant l'hivern per evitar que el vi presenti sediments no desitjats.
- *Estabilització per fred:* El vi blanc amb temperatures de fins a -5°C amb la finalitat de precipitar el bitartrat potàssic i evitar futures formacions cristalines o sediments en les ampolles
- *Criança en roure:* Alguns vins blancs són sotmesos a la cria en roure. Es perden així alguns caràcters afruïtats i els aromes de la fermentació, però s'enriqueix el vi amb les tonalitats d'espècies característiques del bon roure.

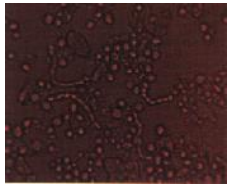
Elaboració del vi negre: Moltes de les etapes en la producció de vi, són comunes en l'elaboració de vins negres, rosats, i blancs. La principal diferència és que els vins blancs fermenten sense la presència de les pells del raïm. Aquestes pells contenen pigments colorants vermells i els tanins. Etales en la producció del vi negre:

- *Desenramatge*: S' utilitzen les màquines que van traient les branquetes i fulles del raïm perquè no tingui excés de tanins ni sabors herbàcis.
- *Molinetatge*: els grans són molts lleugerament per facilitar l' acció dels llevats. Després d' això, el most passa als cubells de fermentació.
- *Adició dels llevats seleccionats*.
- *Fermentació*: dura aproximadament entre 5 i 7 dies, a una temperatura que arriba als 30°C. Es realitzen remontatjes, que consisteixen en regar el sobrenadant format de les pells dels raïms. Aquest sobrenadant està en la part superior del cubell amb el most en fermentació que prové de la base del depòsit on conté el vi, per aixó extreure la major quantitat de color i tanins de la pell del raïm.
- *Segona fermentació*: S' anomena fermentació malaolàctica on no intervenen llevats. En aquest cas, són les bacteries malaolàctiques que realitzen la transformació d' àcid màlic del vi a àcid làctic aconseguint fer-lo més suau i agradable.
- *Maceració*: Es quan el vi està en contacte amb l'orujo (pell de raïm espremuda) els quals li aporten cos, estructura, concentració, tanins i color. El temps de maceració dura el que l' enòleg cregui convenient.
- *Separació*: Se separa el líquid (que ja es vi) dels orujos portant-lo a un nou recipient
- *Prensar*: Una vegada realitzada la separació es pressen els orujos els quals originen el vi prensa. Aquest posseeix característiques diferents del vi gota ja que posseeix més color, és més dur, astringent i aspre.
- *Criança en roure*: És imprescindible l' envelliment en barrils de roure, per obtenir un complex aroma.
- *Envasament*: El vi pot reposar en l' ampolla per un número d' anys que depèn de la capacitat del cos del vi i l' ampolla i la seva estructura.

Esquema dels tipus de vins:

Vi blanc	Vins varietals Es un vi jove, fresc i aromàtic.	Vins de reserva: –Vins blancs secs. –Vins blancs semisecs. –Vins blancs dolços.
Vi negre	Vins varietals Vins elaborats amb una sola cepa, i conservant un caracter afuïtat. S' han de beure relativament joves.	Vins de reserva S' utilitzen els millors raïms, contenen tanins que es van suavitzant amb l' envelliment. Poseeixen una capacitat d' evolucionar en l' ampolla durant varis anys.





Observació al microscopi de 1200 augments d'una fermentació del vi negre Rioja.