

I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de productos lácteos fermentados representa la segunda industria más importante de fermentación después de la producción de bebidas alcohólicas.

El yogurt es la leche fermentada de mayor consumo, el cual es preparado por la acción combinada del *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Es un producto de alto valor nutritivo debido a la fácil digestibilidad si se le compara con la leche fresca o fluida.

El principal problema que enfrenta la industria del yogurt es la producción y mantenimiento de un producto con óptimas características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales

Últimamente se han incrementado en las diferentes aéreas del mundo plantas recombinedoras de leche, especialmente en aquellos países donde la producción no satisface sus requerimientos. En el Perú debido a la baja producción lechera, la industria se ve obligada al empleo de leche re combinada en la elaboración de leche fluida y derivados lácteos

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LECHE DESCREMADA EN POLVO

Se entiende por leche descremada en polvo aquella que se obtiene por eliminación casi total del agua de constitución de la leche descremada.

En el cuadro 1, se muestra la composición de la leche descremada en polvo de buena calidad reportados por INTINTEC.

AMINOACIDOS DIGERIBLES DE LA PROTEINA DEL YOURT, HECHO CON LECHE FESCA Y APLICACION DE LECHE EN POLVO.

Aminoácidos Leche fresca Leche en polvo Leche yogurt Leche yogurt

Lisina 3,73 3,89 3,07 3,08

Histidina 0,41 0,46 0,34 0,37

Arginina 2,00 2,38 Investigar

Acído aspártico 0,17 0,18 0,47 0,24

Treonina 0,68 0,72 0,56 0,64

Serina 1,32 1,36 1,21 0,78

acído glutámico 0,87 0,94 1,32 1,33

Prolina 0,17 0,18 0,32 0,34

Glicina 0,45 0,42 0,48 0,28

Alanina 0,80 0,90 0,41 0,85

Vanina 1,13 0,90 1,40 1,45

Metionina 1,03 1,11 0,60 0,62

Isoleucina 0,97 1,08 0,85 0,88

Leucina 4,96 5,44 4,22 4,67

Tirosina 1,98 2,04 1,42 1,29

Phenilalanina 2,27 2,20 2,20 2,40

Propiedades y composición del yogurt elaborado con agentes espesantes a nivel de laboratorio, comparado con yogurt

comercial.

Yogurt pH Sol.Totales Proteína

Laboratorio

Control 4,20 20,3 4,6

+0,5% 4,59 20,7 4,6

+2% Almidón 4,03 22,0 4,5

+0,4% Carragenan 4,20 20,7 4,6

0,7 Gelatina

+ 0,67% Almidón 4,12 21,1 4,6

0,13% Carragenan

Comercial

Y-1(batido) 4,12 16,4 5,9

Y-2(batido) 4,30 16,0 5,6

Y-3(batido) 4,10 12,6 4,3

Y-4(batido) 4,19 13,5 5,1

Fuente: Kalab et al (1975)

Proteína% nitrogeno * 6,38.

+: adicionado de

Durante la desecación por pulverización o por rodillos, no hay pérdidas del valor nutritivo de la leche descremada en polvo y las pérdidas de vitaminas son pequeñas y similares a las que tienen lugar en la pasteurización. Si la leche descremada en polvo llegase a sufrir un calentamiento excesivo durante el proceso de desecación, el polvo puede tomar un color amarillento o marrón, el valor de las proteínas puede reducirse y más de un tercio de las vitaminas B12 se destruyen. Los cambios en las proteínas por efecto del sobrecalentamiento de la leche son la actividad de los grupos sulfidrilos, solubilidad de las seroproteínas, o también llamadas proteínas del suero, incremento de la caseína, pérdida de la actividad enzimática y daños durante la coagulación de la leche por ácidos o reninas; así como, las seroproteínas son las que se ven mayormente afectadas por una cierta desnaturalización térmica, estando estas formadas por β -lactoglobulinas, -lactoalbuminas, inmunoglobulinas y seroalbuminas, en orden decreciente de concentraciones.

2.2. GRASA ANHIDRA DE LECHE

Es el producto obtenido exclusivamente de la crema de leche, mediante la eliminación del agua de constitución y los sólidos no grasos, hasta alcanzar los límites permitidos para los requisitos físico-químicos respectivos.

El Cuadro 2, muestra la composición de la grasa anhidra de leche, citado por ITINTEC.

VARIACION DE AZUCAR DURANTE LA FERMENTACION Y ALMACENAMIENTO

DE YOGURT

DURANTE LA FERMENTACION

TIEMPO DE AZUCAR (%) ACIDEZ

INCUBACION Gal. Glu. Lac. pH (%)

0 ,04 ,00 6,53 6,41 ,18

2 ,18 ,00 6,33 5,95 ,29

4 ,70 ,02 5,15 4,90 ,74

6 1,10 ,02 4,76 4,40 1,04

8 1,35 ,02 4,51 4,16 1,18

10 1,46 ,04 4,22 4,00 1,26

2.3. RECOMBINACIÓN Y RECONSTITUCION DE LA LECHE

En los países donde no tienen producción lechera propia es frecuente que las necesidades nutritivas no se satisfagan debidamente. Esta situación ha llevado a la instalación de centrales lecheras cuya materia prima esta constituida exclusivamente por leche en polvo corrientemente desnatada y grasa anhidra de leche e incluso en ocasiones grasa vegetal. El sistema ha prosperado bien en el extremo oriente y en el sureste asiático, continuándose por Africa y América Latina. También se han montado instalaciones en los países mediterráneos.

Cuando un producto lácteo concentrado se diluye o disuelve en agua hasta su comp[osicion original se dice que se ha reconstituido; generalmente el termino de leche reconstituida, significa que se ha obtenido por

disolución de leche en polvo; la preparación de la leche recombinaada consiste en mezclar agua y varios componentes de la leche (dos o mas constituyentes); en general grasas anhidras de leche y leche descremada en polvo; así como el producto que resulta de mezclar leche cruda entera y leche reconstituida.

2.3.1. LECHE RECOMBINADA

Una composición típica de toda leche recombinaada es de 8,50% de leche descremada en polvo, 3,50% de grasa anhidra de leche y 88,00% de agua; siendo el producto obtenido lo mas similar posible a la leche fresca. La calidad de los productos recombinaados esta directamente relacionado a la composición, propiedades y condiciones microbiologicas de los ingredientes utilizados.

La fabricación de leche recombinaada puede realizarse de la siguiente manera: a la leche descremada en polvo, se le añade agua a una temperatura de 43 a 50°C, el cual es conveniente para la completa disolución de la grasa anhidra de la leche dentro de la leche reconstituida.

2.4. EL YOGURT

2.4.1. GENERALIDADES

El yogurt, es el producto obtenido por la coagulación de la leche y la acidificación biológica, mediante la acción de los fermentos lacticos específicos de las especies *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de la leche entera, parcialmente descremada, descremada, recombinaada, reconstituida; previo tratamiento térmico; así como los microorganismos en el producto final deben ser apropiados y abundantes.

La definición legal francesa indica que la fermentación del yogurt se produce por *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, y que estas bacterias deben encontrarse vivas en una concentración de 1000000/g. solo puede prepararse a partir de leche fresca, pudiéndose enriquecer con leche en polvo con un máximo de 5%; además, como mínimo, deben contener 0.8% de ácido lactico.

El yogurt es producto vivo preparado a partir de leche adicionado de fermentos lacticos específicos. En el mercado se encuentra el yogurt tradicional (aflanaado) y el yogurt batido.

La composición química del yogurt esta basada en la composición química de la leche y en los sucesivos cambios de la leche que ocurren durante la fermentación lactica, estos cambios resultan con la reducción de la lactosa y la formación considerable del ácido lactico, con un incremento de peptidos libres, aminoacidos y ácidos grasos; así como cambios considerables de algunas vitaminas. En el Cuadro 3 se describe la composición química del yogurt natural y del yogurt concentrado.

2.4.2. CLASIFICACIÓN DEL YOGURT

Se puede clasificar al yogurt según las siguientes características: Por el método de elaboración, por el sabor y por el contenido graso; esta clasificación se esquematiza en el Cuadro 4.

El yogurt aflanaado (cuajado o coagulado), es el producto en que la leche pasteurizada, es envasada inmediatamente después de la inoculación, produciendose la coagulación en el envase.

El yogurt batido, es el producto en el que la inoculación de la leche pasteurizada, se realiza en tanques de incubación produciendose en ellos la coagulación, luego se bate y posteriormente se envasa.

El yogurt natural, es aquel sin adición alguna de saborizantes, azucares y colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizantes y conservantes. El yogurt frutado, es aquel al que se le ha agregado frutas procesadas

en trozos. El yogurt frutado, es aquel al que se le ha agregado frutas procesadas en trozos. El yogurt saborizado, es aquel que tiene saborizantes naturales y/o artificiales.

En la clasificación por el contenido graso, el yogurt entero tiene un mínimo de 3% de contenido graso, el yogurt parcialmente descremado esta dentro del rango de 1.0% al 2.9% de contenido graso y el yogurt descremado tiene un contenido máximo de 1.0% de contenido graso.

2.4.3. BACTERIAS LACTICAS DEL YOGURT

El cultivo para el yogurt debe aportar a la leche las bacterias acidolacticas que son responsables del proceso de acidificación. El yogurt, es producido por la fermentación de la leche con dos microorganismos *Streptococcus* y *Lactobacillus*, donde se desarrollan en simbiosis. Ambas bacterias pertenecen al grupo de las bacterias lacticas homofermentativas, es decir solo forman indicios de productos accesorios junto con ácido láctico, que representa del 90 al 97% de la lactosa fermentada. El método de control del cultivo es muy importante en la manufactura del yogurt, y es por esta razón que el cultivo madre es mantenida óptimamente en forma individual antes que mixta. El PH óptimo y la temperatura de desarrollo del *Streptococcus thermophilus* es de 6.8 y 38°C y del *Lactobacillus bulgaricus* es 6.0 y 43°C; los primeros actúan en una acidez entre 0.85 a 0.95%, mientras que los últimos alcanzan una acidez de 1.20 a 1.50%, todos en función de ácido láctico.

Se hace referencia sobre la compatibilidad del *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, la cual tienen una simbiosis que depende de la T_ó óptima del medio. Estas fueron exhibidas a la T_ó óptima del medio en forma combinada e incubados en leche a las T_s de 37,42 y 45°C, alcanzando un PH de 4.2. Se encontraron la T_ó óptima del medio en un rango de 2 a 8°C sobre la T_ó óptima del medio de cada especie.

2.4.4. ELABORACIÓN DEL YOGURT AFLANADO O CUAJADO

La elaboración del yogurt se efectúa manteniéndose un equilibrio adecuado entre el desarrollo de ambos gérmenes con el objeto de obtener un producto final suficientemente ácido y aromático.

Referencia el flujo para la elaboración del yogurt aflanado:

2.4.4.1. OPERACION FÍSICA Y NORMALIZACIÓN

La leche mas apropiada es la que posea un contenido elevado de proteínas, por razón de su alta densidad. No es necesario elegir una leche con una proporción elevada de extracto seco para la producción de yogurt; debido a que estos pueden ser aumentados mas tarde por medio de otros recursos. Mas importante es considerar el contenido microbiano y evitar la presencia de sustancias inhibidoras. La leche no contendrá bacteriofagos o restos de desinfectantes, pues pueden ocasionar notables disturbios en la producción. Para la elaboración de diferentes productos lácteos se necesita leche con diferentes contenidos de grasa. Normalmente este contenido será alrededor del 3% de grasa.

2.4.4.2. HOMOGENEIZACIÓN

La leche es calentada hasta 58 a 60°C con la finalidad de facilitar el proceso de homogeneización. Este proceso se realiza entre 150 y 200 Kp/cm². La leche preparada para la elaboración del yogurt se suele homogenizar en la practica, con el objeto de mejorar el sabor e impedir el desnatado. Este proceso reduce ciertamente el tamaño de los glóbulos grasos, pero aumentan el volumen de las partículas de caseína, por lo tanto el coágulo resulta blando. En un estudio realizado destaco el empleo de leche descremada en polvo, la cual cuando se empleaba en su totalidad no era necesaria la homogeneización instantánea.

2.4.4.3 PASTEURIZACIÓN:

Se efectúa a 84–85°C durante unos segundos, también se puede someter la leche a un tratamiento UHT a una temperatura de 150°C. Sin embargo un tratamiento menos severo mejora la consistencia del tratamiento, 80°C por 30 minutos. Un calentamiento contribuye, a la desnaturalización de una fracción importante de proteínas solubles contribuyendo, al parecer a conferir al cuárgulo la consistencia deseada. Debe contarse con una desnaturalización completa de proteínas. La consistencia óptima se obtiene cuando se emplea una combinación que tiene temperatura muy inferior a la que provoca la completa desnaturalización de las proteínas solubles.

2.4.4.4 CORRECCION DE SOLIDOS TOTALES:

Para la corrección de sólidos totales es necesario tener los datos de la densidad y del porcentaje de grasa de la leche, luego se determina los sólidos totales de esta leche mediante la siguiente ecuación:

$$ST: (D*0.25)+(G*1.22)+0.14$$

Donde:

ST: sólidos totales

D: densidad

G: grasa

0.25, 1.22, 0.14: Factores

Para la elaboración del yogurt, es necesario que la leche tenga aproximadamente 14% de sólidos totales.

Existe varios métodos de incrementar la diferencia de sólidos, se enumeran los siguientes procedimientos:

- a) Concentración de la leche por evaporación del agua.
- b) Adición de leche en polvo.
- c) Adición de leche condensada.

Para aumentar los sólidos totales, es posible emplear suero en polvo del mismo modo que si se le adicionara leche descremada en polvo a la leche fresca.

2.4.4.5 INOCULACION

Después de la pasteurización y concentración de sólidos, la leche se enfria a 1–2°C en la temperatura de incubación y siembra con el cultivo usual en la proporción del 2 al 3%. Seguidamente hay que agitarla bien.

ENVASADO:

Inmediatamente después de la siembra se envasa la leche en los recipientes destinados a la venta. El envasado se realiza en aparatos manuales o con máquinas como las empleadas por la leche destinada para su consumo como bebida aunque en menor volumen. La temperatura del local será un poco inferior a la de incubación. También conviene calentar previamente los envases a la temperatura de incubación por que la leche no se enfrie demasiado.

INCUBACION Y REFRIGERACION:

La leche que ha sido envasada debe incubarse inmediatamente a temperaturas de 42 a 45°C para lograr la acidificación, la consistencia y sabor deseados condiciones que reúne la incubación:

- a) Temperatura constante todos los puntos.
- b) Buena regulación térmica.
- c) Escasa necesidad de espacio.

En el curso la incubación en la estufa o en el baño de maría, aumentando o disminuyendo la temperatura, se puede favorecer el desarrollo del *Streptococcus Thermophilus* (producción de aroma) o de *Lactobacillus bulgaricus* (producción de acidez). Es recomendable sacar el yogurt del incubador a una acidez de 0.65 a 0.70% para que el cuarto frío llegue a 0.85 – 0.90% de acidez que es lo normalmente deseado. La refrigeración se llevara a cabo tan pronto como sea posible para que la leche no se acidifique después en exceso. Para ello hay que eliminar grandes cantidades de calor su poco tiempo, lo cual lleva consigo frecuentemente dificultades entra en práctica. La temperatura de refrigeración debe ser de 5 a 6°C, la temperatura la cual se desarrolla principalmente el aroma. El yogurt puede ser expandido a las 10 a 12 horas de almacenamiento a estas temperaturas.

2.4.4.5 VARIACIONES FISICAS QUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS EN EL YOGURT

2.4.4.5.1 CAMBIOS FISICOS:

Varias investigaciones han determinado que las propiedades físicas del yogurt son afectadas por el tipo de procesamiento térmico, dentro de ellos la viscosidad aparente, capacidad de retención de agua índice de hidratación proteica, entre otros.

a) **VISCOSIDAD:** La leche es mucho más viscosa que el agua. Esta mayor viscosidad se debe, por completo a la materia grasa en estado globular y las macro moléculas proteicas, la viscosidad disminuye con la elevación de la temperatura. Toda modificación que actúa en las grasas o las proteínas tendrá un efecto particular en la viscosidad, La homogenización eleva la viscosidad de la leche, así como los factores que producen variaciones en el estado de hidratación de las proteínas (coagulación del agua ligada) también son causas de los cambios de viscosidad. La contaminación de ciertos microbios aumenta la viscosidad de la leche especialmente los *Streptococcus lácticos* de la llamada "Leche filante" Algunas especies de bacterias lácticas producen tal cantidad de polisacáridos que aumentan considerablemente la viscosidad de la leche fermentada. La coagulación por acidificación para la preparación de leche ácida, se logra mediante el agregado de inóculos a la leche, es decir, inoculándolas con cultivos de bacterias lácticas; estos microorganismos transforman la lactosa en ácido láctico cuando el pH se acerca a su valor isoeléctrico aumenta la viscosidad, por lo que se obtiene fácilmente productos más espesos, con textura de gel, tal como el yogurt las condiciones las condiciones necesarias para la formación del gel, establece un delicado balance en la precipitación.

Dentro de los factores que afectan la viscosidad del yogurt están los siguientes:

- Contenido de grasa.
- Temperatura de incubación a mayor temperatura la viscosidad disminuye.
- Velocidad de enfriamiento.
- Por efecto de calentamiento.

– Por efecto de la contaminación de sólidos en la leche.

Los cambios en la viscosidad del yogurt, depende de una serie de factores propios de las proteínas tales como el tamaño molecular, forma, carga superficial, tipo de las proteínas, concentración, solubilidad y capacidad de retención de agua, y estas a su vez, están influenciados por los factores del medio ya mencionados; otro factor importante es el calcio que queda retenido en las caseínas, cuya proporción con la superficie micelar influye en la formación del gel.

b) CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA E INDICE DE HIDRATAACION PROTEICA

Un aspecto interesante tanto de las proteínas como de los hidratos de carbono es su capacidad de gelificación. Las proteínas son capaces de absorber un gramo de agua por cada cinco gramos de proteínas forman geles que inmovilizan mayor cantidad de agua, de tal manera que su peso llega a aumentar más de diez veces. Se trata, en realidad de agua retenida físicamente, que no está frecuentemente unida a la molécula, y es susceptible de eliminarla fácilmente y en condiciones incluso menos rigurosas que las requeridas para suprimir el agua de hidratación. El comportamiento de este tipo de agua inmovilizada es absolutamente normal.

Las proteínas capaces de formar geles poseen en general elevado grado de simetría y constituye inicialmente una estructura tridimensional, gracias a la existencia de puentes de hidrógeno entre las distintas moléculas. Esta estructura es capaz de retener a las moléculas de agua en su seno, y este proceso los enlaces salinos desempeñan un papel importante, debido a que se encuentra a cierto grado de solvatación, mientras que por el contrario, que por el contrario los grupos funcionales ionizados ayudan a mantener las moléculas de agua en la estructura. Si las fursas de estración por ejemplo a un pH cercano al punto isoelectrico, el gel tiende a contraerse y con ello provoca la expulsión de determinada cantidad de agua retenida, proceso denominado sinéresis inversamente, la disminución de las fuerzas de atracción, por ejemplo, el ajustar el pH distante al punto isoelectrico, suelta aumento de la cantidad de agua retenida.

La cantidad de agua que puede ligar o contener una proteína depende de una serie de factores tales como la composición, conformación, número de grupos polares, entre otros. La capacidad de retención, de agua 4ta relacionados con conceptos de absorción de agua humectabilidad y capacidad de ligar agua.

Si se centrifuga la disolución de proteínas a alta velocidad, las moléculas de proteínas tienden a sedimentarse como consecuencia de su gran gravedad específica. Si se emplean pequeñas celdas de ultracentrifugación, rara vez se necesita más de 45 a 70 minutos para que precipite toda proteína. La hidratación va acompañada de una disminución del volumen total, puesto que los componentes de un compuesto se encuentran entre sí de tal forma que pierde parte de movilidad de libre traslación, resultará que el volumen de una molécula hidratada es siempre más pequeño que el de la suma de los volúmenes de sus componentes.

2.4.5.2 CAMBIOS QUIMICOS:

a) ACIDEZ Y PH:

La acidez de una solución se expresa corrientemente como $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$, en donde a_{H^+} es la actividad del ión del hidrógeno en mol por litro, siendo la consecuencia de la ionización de grupos que ligan o liberan protones (iones H^+). La acidez medida por el valor del pH es importante factor para el control de muchos procesos, tanto naturales como de fabricación. En general, los microorganismos, son más sensibles a los iones hidrógeno que a los fermentos de los mohos. La mayor parte de microorganismos tiene límites de pH máximos y mínimos para su desarrollo y rango óptimo para su crecimiento más rápido.

Además que el pH es un factor importante para la conservación y la estabilidad de ciertos geles, el contenido de ácidos de un alimento es un ensayo de los más sencillos para el control y la formulación. El rango básico de la curva de titulación es importante debido al amplio uso de la acidez titulable para caracterizar los productos

lacteos. La razón fundamental del empleo de la acidez titulable es el detectar la leche acidificada y algunos metodos standart la acidez se expresa incluso como porcentaje de ácido láctico.

Muchos procesos cambian la acidez de la leche, entre ellos tenemos la temperatura, proceso fermentativo con microorganismos acidificantes, lipolisis que da lugar a una disminución del pH y aumento en la acidez titulable, entre otros.

b) MATERIA GRASA:

Los procesos fabriles aplicados a la leche incluyen diversos tratamientos que pueden alterar la composición y las propiedades del glóbulo graso. La refrigeración es un tratamiento muy corriente determina la migración desde los glóbulos grasos al plasma de la leche, de los fosfolípidos, xantinoxidasa, cobre natural, proteínas y probablemente de otras sustancias, donde quizá intervenga el debilitamiento de los enlaces hidrofobos a temperaturas bajas. La agitación ejerce diversos efectos: puede causar la coalecencia de los globulos grasos que lleva a la liberación de material de la membrana ya que disminuye el área superficial de la grasa. La acidificación da lugar a la precipitación de parte de la caseína en los globulos grasos; durante la acidificación emigra a los glóbulos grasos parte del cobre adicionado al plasma pero no el segregado naturalmente por la leche. Los glóbulos grasos sintéticos de la leche recombinada nunca contienen restos de la membrana original.

c) CONTENIDO PROTEICO:

Las proteínas sufren una desnaturalización como consecuencia de ciertos tratamientos físicos y/o químicos; entre ellos tenemos: el calentamiento a altas temperaturas así como los ácidos y las bases suficientemente concentradas, solventes orgánicos, como el alcohol y las concentraciones grandes de solutos, ejerciendo una acción hidrolítica sobre las mismas. Esta hidrólisis es la degradación consecutiva a la ruptura de enlaces disulfurados o peptídicos; por lo tanto, existe una liberación de fragmentos moleculares mas o menos largos. La acidificación de la leche provoca la destrucción de las micelas sin fraccionar la caseína, cuya precipitación es total hacia su punto isoeléctrico, es decir cuando se acerca al pH 4.7; si esta acidificación se desarrolla progresivamente en el medio se forma un coágulo homogéneo a causa de la fermentación láctica.

Existe una variación dentro de los componentes aminoácidos del yogurt; se cita los cambios que ocurren en los aminoácidos de la proteína del yogurt elaborado con leche fresca y la aplicación de un producto elaborado con leche en polvo.

Se evaluo también el contenido proteico de varios yogurt estabilizados con proteínas, en el siguiente cuadro podemos notar que la proteína total del yogurt esta aproximadamente en 5 gr. de proteína por cada 100 gr. de yogurt.

Contenido proteico de varios yogurt estabilizados con proteínas:

PROTEINA

PROTEINA ADICIONADA CAS. NO CAS. TOTAL

Gelatina 2,6 0,9 3,5

Leche en polvo descremada 3,7 1,3 5,0

Proteína láctea concentrada 3,7 1,3 5,0

Caseinato 4,1 0,9 5,0

Ultrafiltración – PLC 2,6 2,4 5,0

Intercambio iónico – PLC 2,6 2,4 5,0

Electrodialysis – PLC 2,6 2,4 5,0

Tenemos valores de pH, sólidos totales y proteína, para yogurt preparados a nivel del laboratorio con adición de agentes espesantes comerciales, comparados con productos obtenidos de centros de comercialización y expendio.

d) CARBOHIDRATOS :

Los cambios en los carbohidratos del yogurt, estan generalmente relacionados con la fermentación de la láctosa por las bacterias del yogurt. La fermentación de la lactosa constituye un hecho esencial en la elaboración del yogurt.

El ácido láctico y productos secundarios afectan profundamente las características organolépticas del producto. Aun más la fermentación del ácido láctico afecta favorablemente al valor nutritivo fisiológico del yogurt.

Las bacterias lácticas utilizan la láctosa como principal fuente de energía; esta no es empleada directamente sino previamente degradada en glucosa y galactosa mediante un proceso de fosforilación. La glucosa obtenida sufre una glicolisis segun la ruta Embded–Meyerhof rindiendo finalmente ácido láctico, mientras la galactosa, por su parte tambien se transforma por la ruta Tagatosa, convergiendo en la ruta EM.

En la figura se puede apresiar el flujo de fermentación de la láctosa a ácido láctico.

Estudios en los cambios cuantitativos en azúcares durante la fermentación y almacenamiento en yogurt; al evaluarse el proceso de desdoblamiento de la láctosa en glucosa y galactosa, afirmando que la β -galactosidasa, es el principal responsable de dicha formación, así mismo establece que el contenido de monosacaridos aumenta conforme disminuye la láctosa.

2.4.5.3 CAMBIOS MICROBIOLOGICOS :

Para la detención de la acidez desarrollada se sabe que la simbiosis es una característica importante en el cultivo de yogurt como se puede apreciar en los datos de la siguiente tabla esta nos indica la velocidad de la acidez desarrollada en la leche en polvo reconstituida de cultivos puros de *Streptococcus Thermophilus* y *Láctobacillus Bulgaricus* y con una mezcla de ambos microorganismos a una temperatura de 45°C.

% DE ACIDEZ TITULABLE(1)

INOCULO 0H. 1H 2H 3H

S. Therm.(2%) 0,19 0,22 0,27 0,38

L. Bulg (2%) 0,19 0,21 0,26 0,39

S. Ther/L.Bulg (2%) 0,19 0,23 0,41 0,70

(1) Expresado en Ac. Láctico/100g.

El yogurt se obtiene mediante la acción combinada de dos especies diferentes de bacterias, cuyo crecimiento

en la leche se acelera cuando ambos microorganismos están presentes; así el *Streptococcus Thermophilus* produce entre otros ácido fórmico y ello estimula el crecimiento de *Láctobacillus Bulgaricus*; a su vez el *láctobacillus* degrada la β -Caseína, produciendo péptidos útiles del *Streptococcus Thermophilus*. Mediante la adición a la leche de hidrolizado de caseína en el caso de utilizar *Streptococcus Thermophilus* o formiato sódico en el caso del *Láctobacillus Bulgaricus*, es posible obtener leches fermentadas de excelentes características mediante el cultivo de una sola especie de bacteria; los productos así preparados difieren entre sí, y son, a su vez, distintos en aroma y sabor del yogurt tradicional.

AMINOÁCIDOS DIGERIBLES DE LA PROTEÍNA DEL YOGURT, HECHO CON LECHE FRESCA Y APLICACIÓN DE LECHE EN POLVO.

Aminoácidos Leche fresca Leche en polvo

Leche yogurt Leche yogurt

Lisina 3,73 3,89 3,07 3,08

Histidina 0,41 0,46 0,34 0,37

Arginina 2,00 2,38 Investigar

Ácido aspártico 0,17 0,18 0,47 0,24

Treonina 0,68 0,72 0,56 0,64

Serina 1,32 1,36 1,21 0,78

ácido glutámico 0,87 0,94 1,32 1,33

Prolina 0,17 0,18 0,32 0,34

Glicina 0,45 0,42 0,48 0,28

Alanina 0,80 0,90 0,41 0,85

Vanina 1,13 0,90 1,40 1,45

Metionina 1,03 1,11 0,60 0,62

Isoleucina 0,97 1,08 0,85 0,88

Leucina 4,96 5,44 4,22 4,67

Tirosina 1,98 2,04 1,42 1,29

Fenilalanina 2,27 2,20 2,20 2,40

Propiedades y composición del yogurt elaborado con agentes espesantes a nivel de laboratorio, comparado con yogurt

comercial.

Yogurt pH Sol.Totales Proteina

Laboratorio

Control 4,20 20,3 4,6

+0,5% 4,59 20,7 4,6

+2% Almidón 4,03 22,0 4,5

+0,4% Carragenan 4,20 20,7 4,6

0,7 Gelalina

+ 0,67% Almidón 4,12 21,1 4,6

0,13% Carragenan

Comercial

Y-1(batido) 4,12 16,4 5,9

Y-2(batido) 4,30 16,0 5,6

Y-3(batido) 4,10 12,6 4,3

Y-4(batido) 4,19 13,5 5,1

Fuente: Kalab et al (1975)

Proteina% nitrogeno * 6,38.

+: adicionado de

VARIACION DE AZUCAR DURANTE LA FERMENTACION Y ALMACENAMIENTO DE YOGURT

DURANTE LA FERMENTACION

TIEMPO DE AZUCAR (%) ACIDEZ

INCUBACION Gal. Glu. Lac. pH (%)

0 ,04 ,00 6,53 6,41 ,18

2 ,18 ,00 6,33 5,95 ,29

4 ,70 ,02 5,15 4,90 ,74

6 1,10 ,02 4,76 4,40 1,04

8 1,35 ,02 4,51 4,16 1,18

10 1,46 ,04 4,22 4,00 1,26

DURANTE EL ALMACENAMIENTO

TIEMPO DE DIAS DE AZUCAR (%) ACIDEZ

INCUBACION ALMACEN. GAL. GLU. LAC. pH (%)

0 HORAS 2 ,90 ,90 5,02 4,90 ,78

4 ,95 ,11 4,95 4,81 ,83

6 1,05 ,13 4,85 4,77 ,79

8 1,02 ,13 4,71 4,72 ,81

10 1,05 ,14 4,73 4,71 ,87

6 2 1,24 ,02 4,61 4,34 1,06

4 1,24 ,02 4,57 4,28 1,08

6 1,24 ,02 4,53 4,21 1,20

8 1,32 ,02 4,45 4,18 1,15

10 1,42 ,02 4,43 4,18 1,25

10 2 1,50 ,03 4,23 4,01 1,30

4 1,49 ,03 4,15 4,01 1,35

6 1,57 ,05 4,16 4,00 1,40

8 1,60 ,05 4,07 3,96 1,41

10 1,77 ,05 3,89 3,95 1,43

2.4.6 EVALUACION SENSORIAL DEL YOGURT

La evaluación sensorial, resulta hoy imprescindible para evaluar y analizar la calidad sensorial de los alimentos, como comentan Costell-Duran(1981 a, 1981b, 1981c, 1982), los inconvenientes y los riesgos que conlleven son, en la mayoría de los casos, de menor entidad que las ventajas que aporta si se utiliza correctamente.

Según la Norma Portuguesa NP(694), establece que las características sensoriales del yogurt son las siguientes:

- Color: Blanco aporcelanado
- Aroma: Fresco,

Láctico y

Característico.

– Consistencia: Firme,

Lisa,

Sin separación nitida del suero.

– Sabor: Caraterístico,

Suave,

Ligeramente láctico,

No azucarado.

2.4.7 PRODUCCION DEL AROMA Y SABOR EN YOGURT

La fermentación láctica por parte de las bacterias del yogurt origina principalmente ácido láctico y pequeñas cantidades de productos secundarios, esencialmente compuestos carbonílicos, ácidos grasos volátiles y alcoholes. El ácido láctico contibuye al sabor fresco del yogurt, en tanto los productos secundarios constituyen el sabor y aroma característico del producto. Acetaldehído, diacetil, acetona y butona, estan todos presentes en el yogurt, pero el acetaldehído es el producto metabólico de ambos microorganismos, es reconocido como el principal componete del sabor. Un sabor óptimo es obtenido con valores de acetaldehído entre 23 y 24 ppm y la velocidad de producción dependera del nivel de el incremento de la acidez con un decrecimiento en el pH, Diacetil y acetona son producidos en bajas concentraciones, raramente exeden 0.5 ppm. Acetona y butanona son considerados por tener una importancia pequeña usualmente originado en la misma. Acidos grasos volátiles como acético, fórmico, caproico, caprílico, butírico, propiónico aumentan en el yogurt durante la fermentación. Como mucha gente no siente especial predilección por la acidez ni el aroma a acetaldehído del yogurt fresco, el yogurt suele aromatizarse con frutas o esencias de frutas; Wilson avalumediante una magnitud de estimación el endulzamiento con azúcares(sucrosa) en yogurt saborizado, encontrando que valores entre 1 y 2% de sucrosa se percibe el endulsamiento del yogurt saborizado.

2.4.8 VALOR NUTRITIVO DEL YOGURT

El valor nutritivo del yogurt en la dieta humana se determinó por la digestibilidad de este, comparandolo con la leche ordinaria o fresca. El profiláctico efecto medicinal, que posee el yogurt en ciertas condiciones se tomó en consideración evaluando su fácil digestibilidad por el organismo, puesto que en este producto tiene lactosa desdoblada, la misma que ayuda a su fácil asimilación. El cultivo de bacterias lácticas, Streptococcus y lactobacillus, en los productos láctios se han recomendado corrientemente a causa de sus ventajas nutritivas y terapéuticas, que dependen de las especies bacterianas utilizadas y se puede resumir de la siguiente forma:

- Formación de ezimas hidrolíticas que facilitan la asimilación de las proteínas de la lactosa y también de los lípidos. De ellos resulta un incremento real del valor biológico de los productos fermentados.
- síntesis de vitaminas del grupo B y enriquecimiento del medio.
- Disminución de la intolerancia de lactosa.
- Buena aceptabilidad de las personas afectadas por una alergia alimentaria.

- Efectos anticolesterinémicos.
- Producción de sustancias inhibidoras de algunos grupos microbianos.
- Las leches fermentadas con baja cantidad de grasa se utiliza para el tratamiento de la obesidad.

BIBLIOGRAFIA

- Mori Nuñez, Carlos (1989) Estudio de la calidad de Yogurt Afianzado, bajo diferentes niveles de recombinación de la leche.
- Speere, E. (1979) Lactología Industrial
- Nelly Paitan, E (1979) Elaboración de Yogurt con Chirimoya, Guayaba y Mango.

Universidad Nacional del Callao