الحليب الطازج الخام ليس وسطاً معقماً، بل هو بيئة مثالية لنمو الأحياء الدقيقة فهو يحتوي على تنوع ميكروبي كبير يشمل البكتيريا والخمائر والفطور والفيروسات وذلك لوجود عناصر غذائية غنية ورطوبة ودرجة حموضة قريبة من التعادل.

***أنواع الأحياء الدقيقة في الحليب:**

١- الجراثيم

٢- الفيروسات

٣- الخمائر والفطريات(الأعفان)

رابعاً: الجراثيـــــــم

العصيات

١. جنس العصيات اللبنية *Lactobacillus* genus

صفاتها: - عصيات إيجابية الغرام، مفردة أو في سلاسل،

- سلبية الكاتالاز (بعض العترات تملك أنزيما شبيه بالكاتالاز)

- غير متحركة بشكل عام. - تخمر متجانس أو غير متجانس.

- تنمو بين ٢-٥٣ درجة مئوية. - أليفة للحموضة.

-pH النمو بين ٥,٥ و ٦,٢.

تقسيم جنس العصيات اللبنية حسب التخمر:

أ. تخمر متجانس مجبرة: تخمر سكر الهيكسوز، لا تخمر البينتوز، لا تخمر الغلوكونات ينتج عنها حمض اللبن فقط، مثال: *Lb. delbruekii* ، *Lb. acidophilus*

ب. تخمر غير متجانس مخيرة: تخمر سكر الهيكسوز، تخمر البينتوز، تخمر الغلوكونات

ينتج عنها حمض اللبن + أسيتات + ايتانول ، مثال: Lb. *plantarum*، *Lb. casei*

ج. تخمر غير متجانس مجبرة: تخمر سكر الهيكسوز، تخمر البينتوز، تخمر الغلوكونات

ينتج عنها حمض اللبن + أسيتات + ايتانول +CO2، مثال: *Lb. Kefir*، *Lb. fermentum*

أهمية العصيات اللبنية في الصناعات الغذائية:

- لا تتواجد في الحليب عند خروجه من الحلمة (تلوث بعد الحلابة).
- مكون أساسي من مكونات البادئات أليفة الحرارة لصناعة اللبن الخاثر.
- تلعب دورا أساسيا في مرحلة التسوية للأجبان.
- تبقى مع المكورات العقدية في الأجبان المطبوخة

ملاحظة: العصيات اللبنية تلعب دورا هاما في صناعة السيلاج كونها (أليفة للحموضة+ إنتاج كبير للحموضة)

الصفات النوعية المميزة للعصيات اللبنية:

1— L. bulgaricus: * سيد النكهة في المنتجات اللبنية

* الأسيتالديهيد هو بصمته النكهية (نكهة الزبادي). * لا يخمر السكروز (صفة تشخيصية).

*أقوى نشاط بروتيني، وتكافل إلزامي مع S. thermophilus

2— L. acidophilus * البروبيوتيك الكلاسيكي

* إنتاج خليط -DL حمض اللاكتيك.

* التصاق عالٍ بظهارة الأمعاء.

* إنتاج مركبات مضادة للميكروبات(أسيدوفيلين).

3— L. helveticus * مصنع الفيتامينات والببتيدات النشطة

* النوع الوحيد المنتج لفيتامين K2 بتركيز ملحوظ.

* أعلى نشاط بروتيني وتحلل بيتا- كازئين.

* خفض الكوليسترول.

4— L. casei * ملك نكهة الأجبان المعتقة

* إنتاج الأسيتوين والليمونين.

* إنتاج -L(+) حمض اللاكتيك فقط.

* سرعة تحميض عالية.

5— L. plantarum * المتغاير المفيد

* التخمر المتغاير الاختياري (إيثانول /أسيتات + CO2)

* انتاج المانيتول والبكتيريوسينات (نباتاريسين).

* أوسع نطاق عوائل.

6— L. rhamnosus* المتخصص في البقاء

* تحمل عالٍ لحموضة المعدة والصفراء.

* إنتاج EPS وتأثيرات مضادة للالتهاب.

* إزالة المعادن الثقيلة.

٢. جنس الجراثيم اللحمية(الكارنوبكتيريوم) *Carnobacterium genus*

صفاتها: - عصيات إيجابية الغرام، مفردة أو في أزواج ,V

– سلبية الكاتالاز – تنمو بين ٠–٤٠ درجة مئوية.

– غير متحركة (,Cb. Mobile, Cb. Fonditum).

– متحركة(,Cb. Inhibens, Cb. Alterfunditum

– تخمر غير متجانس: حيث ينتج حمض اللاكتيك إضافة لكميات كبيرة من حمض الفورميك وحمض الأسيتيك وقد يشمل الإيثانول وثاني أوكسيد الكربون.

– غير محبة للحموضة لا تنمو عند (pH< 5.6) .

أهمية الكارنوبكتيريوم في الصناعات الغذائية:

– عزلت من اللحوم بشكل أساسي ومن بعض أنواع الأجبان،

– تنتج بعض العترات مضادات الجراثيم (البكتيريوسينات) لهذا تستخدم في حفظ اللحوم والأسماك.

– الدراسات الحديثة تحاول استعمالها كبادئات مساعدة للسيطرة على الجراثيم غير المرغوب بها

جنس البيفيدوبكتريوم *Bifidobacterium genus*

– ليست من بكتيريا اللاكتيك لكن خواصها الأستقلابية تماثل الجراثيم اللبنية (إنتاج حمض اللبن)
– لها شكل عصوي أو كروي تجتمع Y,V
– نسبة G+C> ٥٥ وبالتالي فهي بعيدة عن الجراثيم اللبنية
– تخمر متغاير حيث تنتج خليط من حمض الأسيتيك وحمض اللبن بدون غاز CO2 باستخدام إنزيم فوسفوكيتولاز
– الحرارة للنمو بين ٢٥ و٤٥ والمثلى بين ٣٧ و٤١ درجة مئوية
– PH بين ٦,٥ و ٧,٠ ولاتنمو عند pH <٤,٥ أو > ٨,٠.

أهمية وتطبيقات البيفيدوبكتريوم:

* بروبيوتيك رئيسي في الحليب المخمر والزبادي والمنتجات الوظيفية، لكنه ليس بادئاً تقنياً في الأجبان التقليدية.
,* تلعب دورا هاما في القناة الهضمية وتعد من محسنات أو حافظات الحياة
* تستعمل للوقاية وتعزيز المناعة وعلاج النزلات المعوية وخلق توازن جرثومي في أمعاء حديثي الولادة
*تستخدم لاستعادة التوازن الجرثومي عند البالغين الذين تعرضوا للمعالجة بالمضادات الحيوية

بكتيريا حمض البروبيوتيك *Bropionbacterium*

- **صفاتها:** بكتيريا موجبة الغرام، عصوية متعددة الأشكال.
- محبة للحرارة معتدلة (٣٠م°).
- يتصف بعضها بالبقاء في الحليب ومنتجاته حتى بعد البسترة.
- تخمر اللاكتات إلى حمض البروبيوتيك وCO2 ومنتجات أخرى.
- تستخدم ضمن بادئ البكتيريا اللبنية من عصيات أو مكورات حيث تعد أهم وظيفة لها انتاج العيون (CO2) والنكهة (حمض البروبيوتيك) في الجبن السويسري، إضافة لإنتاج فيتامين B12 ضمن المنتجات المخمرة.
- من فوائدها الصحية قدرتها على البقاء حية في الأمعاء نتيجة تحملها لأحماض المعدة والعصارة الصفراوية، كما أظهرت الدراسات أن لها القدرة على تنظيم المناعة وتعديل جراثيم الأمعاء وإظهار تأثيرات مضادة للالتهاب وإمكانيات وقائية من سرطان القولون.

الجراثيم الممرضة في الحليب

١- الليستيريا المستوحدة (Listeria monocytogenes)

* عصيات موجبة الغرام، متحركة

* مصدر التلوث الرئيسي: الحليب الخام، البيئة الرطبة للمصانع، الأجبان الطرية

* الأعراض/الخطورة: التهاب سحايا، تعفن دم، إجهاض للحوامل (نسبة وفيات عالية ٢٠-٣٠%).

* طرق الوقاية والمكافحة : البسترة، التنظيف الجيد للمصانع، منع التلوث بعد المعالجة.

٢- السالمونيلا (Salmonella)

* عصيات سالبة الغرام.

* مصدر التلوث الرئيسي: الحليب الخام، تلوث برازي (أمعاء الحيوان/الإنسان)

* الأعراض/الخطورة: التهاب معوي، إسهال، حمى، تقلصات بطنية (خاصة عند الأطفال).

* طرق الوقاية والمكافحة: البسترة، النظافة الشخصية، التبريد السريع.

٣- المكورات العنقودية الذهبية (Staphylococcus aureus)

* عصيات موجبة الغرام، عناقيد

* مصدر التلوث الرئيسي: جلد وأيدي العاملين، حلمات الحيوان المصاب بالتهاب

* الأعراض/الخطورة: تسمم غذائي بسبب السموم المعوية (قيء شديد، إسهال) لا تُدمرها البسترة.

* طرق الوقاية والمكافحة: النظافة الشخصية الصارمة للعاملين، التبريد السريع (أقل من ٨°م)..

٤- الإشريكية القولونية ((E. coli)

* عصيات سالبة الغرام.

* مصدر التلوث الرئيسي: تلوث برازي (المياه، أيدي العاملين، روث الحيوانات).

* الأعراض/الخطورة: إسهال، وتحديداً السلالة O157:H7تسبب إسهالاً دموياً وفشل كلوي.

* طرق الوقاية والمكافحة: البسترة، chlorinationالمياه، غسل الأيدي والأدوات..

٥- البكتيريا العضوية (Bacillus cereus)

* عصيات موجبة الغرام، مكونة للأبواغ

* مصدر التلوث الرئيسي: الغبار، الحليب الخام (أبواغها تنجو من البسترة)

* الأعراض/الخطورة: تسمم غذائي (قيء أو إسهال) بسبب سموم مقاومة للحرارة.

* طرق الوقاية والمكافحة: التبريد السريع بعد البسترة، منع التلوث بالتربة.

٦- البروسيلا (Brucella)

* عصيات صغيرة سالبة الغرام.

* مصدر التلوث الرئيسي: الحليب الخام من حيوانات مصابة (أبقار، أغنام، ماعز)

* الأعراض/الخطورة: حمى مالطا (حمى غير منتظمة، تعرق، آلام مفاصل، تضخم الطحال).

* طرق الوقاية والمكافحة: البسترة، فحص الحيوانات، التخلص من الحيوانات المصابة.

الخطط المستعملة للسيطرة على الجراثيم الممرضة في المنتجات اللبنية:

١- تفعيل أنظمة الدفاع الطبيعي في الحليب ٣- تطبيق نظام الهاسب

٢- استخدام الحافظات الحيوية ٤- تطبيق تقنية العوائق أو الحواجز

أولاً: تفعيل أنظمة الدفاع الطبيعي في الحليب

الاستفادة من المركبات والإنزيمات الطبيعية الموجودة أصلاً في الحليب الخام والتي تمتلك خواص مضادة للميكروبات لتثبيط نمو البكتيريا قبل التصنيع

❖ بروتينات الحليب:

أ. ألفا لاكتو ألبومين البقري: يساهم في دعم القيمة الحيوية والأنشطة المضادة للميكروبات عند تحلله

ب. اللاكتوفيرين: حرمان البكتيريا من الحديد اللازم لنموها ويقوم بتدمير غشائها الخلوي.

ج. الكازئينات: تفرز ببتيدات حيوية نشطة تقاوم النمو البكتيري

❖ الأنزيمات في الحليب(الليزوزيم): تقوم بتدمير الغشاء والجدار الخلوي للبكتيريا المسببة للتلف.

ثانياً: استخدام الحافظات الحيوية

❖ إضافة جراثيم قادرة على منع نمو الجراثيم الممرضة: تعمل بإحدى الآليتين:

المنافسة: هذه الجراثيم بحيث تستهلك الغذاء والمكان المتاح في الغذاء فلا تترك مجالاً للجراثيم الممرضة لكي تنمو أو تتكاثر

تغيير الوسط: تفرز أحماضاً مثل حمض اللبن وتجعل الوسط حامضياً وهو وسط لا تتحمله الجراثيم الممرضة فتموت.

- إضافة منتجات جرثومية قادرة على منع نمو الجراثيم: يتم استخلاص مواد والمفرزات التي تنتجها هذه الجراثيم في المخبر، ثم يتم اضافتها للأغذية بحيث تعمل كمضادات ميكروبية طبيعية تهاجم الخلايا البكتيرية الضارة وتدمر غشاءها الخلوي مباشرة لمنعها من تدمير الأغذية مثال: النيسين تضاف للأجبان والألبان كمادة حافظة طبيعية وآمنة.

ثالثاً: تطبيق نظام الهاسب

A. تشكيل الفريق المسؤول عن الهاسب
B. وصف المنتج وتحديد مجالات الاستخدام بشكل مختصر
C. رسم وتأكيد المسلك أو الخط الإنتاجي على أرض الواقع في المعمل أو المنشأة ومراحل التصنيع
D. تتعلق بتحليل الأخطار وطبيعتها
E. تحديد نقاط التحكم الحرجة والحدود الحرجة
F. إنشاء الحدود الحرجة
G. إجراءات المراقبة والتحقق
H. تحديد الإجراءات التي يمكن القيام بها من أجل تصحيح الخلل
I. تحديد الإجراءات لتحديد فعالية تطبيق نظام الهاسب
J. إنشاء نظام للأرشفة والتوثيق لتسجيل المعلومات

رابعاً: تطبيق تقنية العوائق أو الحواجز

الحاجز أو العائق في هذه التقنية يعرف على أنه شرط من شروط البيئة أو الوسط المحيط أو أنه عبارة عن مؤثر (عامل Factor) أو مرحلة من مراحل التصنيع التي تحد أو تؤخر من النمو الجرثومي (تأثير موقف للنمو) أو تخفض الحمولة الجرثومية (تأثير قاتل).