جامعة حماه - كلية الطب البيطري السنة الرابعة

المقرر: صحة الألبان وتقاناتها المحاضرة الثالثة: **الأحياء الدقيقة في الحليب**

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)

*** أهمية دراسة الأحياء الدقيقة في الحليب**

- ❖ التعداد الجرثومي في الحليب مؤشر (نظافة، عناية، تحديد السعر).
- ❖ إحداث تغيرات في طبيعة الحليب الكيميائية مما يسبب خفض القيمة الغذائية.
- ❖ الحليب طريقا لوصول الجراثيم الممرضة للإنسان.
- ❖ إحداث تغيرات مفيدة بواسطة الجراثيم اللبنية

مصادر الأحياء الدقيقة في الحليب

الحليب في الضرع السليم ليس معقماً تماماً، لكن أعداده الأولية تعكس مستوى النظافة أثناء الحلب. وتنقسم المصادر إلى:

١- مصادر داخلية (من داخل الضرع)

· في حالات التهاب الضرع تُفرز الممرضات مباشرة في الحليب، أبرزها Staphylococcus aureus والمكورات السلسلية.

· بعض الممرضات الجهازية (مثل البروسيلا) تصل إلى الحليب عبر الدم.

٢- مصادر خارجية (من محيط الحيوان)

· جلد الضرع والفراش: المصدر الرئيسي للمكورات الدقيقة والعنقوديات والجراثيم البوغية.

· الروث: مصدر التلوث القولوني (الإشريكية القولونية، السالمونيلا).

· الغبار والهواء: أقل أهمية نسبياً.

٣- مصادر من معدات الحلب والتخزين

· الأسطح غير المنظفة جيداً (أكواب الحلب، الأنابيب، خزانات التبريد) هي المصدر الأكبر عددياً بعد الحلب، وتسمح بتكوين الأغشية الحيوية.

· مياه الغسيل غير النظيفة أو المياه الجوفية الملوثة قد تنقل بكتيريا محبة للبرودة (خاصة Pseudomonas) إلى الحليب.

الخلاصة: جودة الحليب الخام تتحدد أولاً في المزرعة، وأي إهمال في النظافة أو التبريد لا يمكن تعويضه لاحقاً.

أولاً: الفيروسات

هي من الأحياء الدقيقة المتناهية في الصغر تقدر أبعادها بالنانومتر لا تستطيع العيش إلا متطفلة على كائن حي آخر

بناء عليه فإن الفيروسات لا يمكنها التطور في الأغذية ووجودها يمكن أن يكون مصدره الحيوان أو الأشخاص القائمين على تحضير الغذاء أو استخدام مكونات ذات نوعية جرثومية سيئة في تحضير الغذاء.

أهمـــهـــا

* فيروسات التهاب الكبد (المجموعة A) يطلق عليها عاثيات البكتيريا (Bacteriophages) فهي تهاجم الخلايا الجرثومية الفتية خاصة الجراثيم اللبنية ومنعها من استقلاب سكر اللاكتوز وإنتاج حمض اللبن

· خطورتها الصناعية: تهاجم بادئات التخمير في مصانع الألبان، فتفشل عملية التصنيع (لا حمض، لا نكهة).

· الوقاية: تدوير أنواع البادئات + التعقيم الصارم.

* فيروس إنفلونزا الطيور

اكتشف فيروس إنفلونزا الطيور في عام ٢٠٢٤ في حليب أبقار مصابة في الولايات المتحدة.

الحليب الخام احتوى على تركيز عالٍ من الفيروس، ويبقى حياً في الحليب المبرد لأسابيع.

· البسترة تقتل الفيروس، لكن الحليب الخام يشكل خطرا حقيقياً.

* فيروس الحمى القلاعية:

يصل الفيروس للحليب اما من خلال افرازه في الحليب مباشرة وحتى قبل ظهور الأعراض السريرية أو أنه يتلوث عند ملامسته للبثور والتقرحات الموجودة على الضرع والحلمات

· يبقى الفيروس حياً في الحليب ومنتجاته غير المبسترة لأشهر

ثانياً: الخمائر

تظهر الخمائر في الحليب ومنتجاته تحت المجهر كخلايا فطرية أحادية الخلية، تتكاثر بالتبرعم

تقسم إلى ثلاثة أنواع:

١- خمائر التخمير المفيدة (البروبيوتيك)

تتميز بقدرتها على تفكيك سكر اللاكتوز وتحويله إلى مركبات عطرية وغازات تمنح المنتجات قوامها ونكهتها المميزة

Candida kefyr: لها قدرة فائقة على هضم اللاكتوز، وتدخل بشكل أساسي في تكوين حبيبات الكيفير (الفطر الهندي) واللبن المتخمر.

Candida famata: نوع مقاوم جداً للأملاح، ويتحمل البيئات الحمضية؛ لذا يُعد أساسياً في إنضاج وتعتيق أنواع مختلفة من الأجبان (مثل الأجبان ذات القشرة والأجبان الزرقاء).

Saccharomyces cerevisiae:(خميرة الخباز) تساعد في إنتاج نسب ضئيلة من الكحول الطبيعي والغازات.

٢- خمائر مسببة لفساد الحليب

تتصل هذه الخمائر إلى الحليب نتيجة تلوث بيئة الحلب أو عدم كفاءة التعقيم، وتتسبب في تلف الحليب ومنتجاته عند نموها الزائد

Geotrichum candidum: ينمو على أسطح القشطة والحليب الرايب، ويسبب تحللاً للدهون والبروتينات، مما يؤدي إلى طعم مر أو رائحة قوية غير مرغوبة ويسمى فطر الأرض أو عفن الألبان.

Yarrowia lipolytica: (الخميرة المحللة للدهون) تمتلك نشاطاً إنزيمياً عالياً جداً في تحليل الدهون، وتسبب فساداً سريعاً لقوام الطعم في القشطة والزبدة.

Rhodotorula spp: تسمى الخمائر الحمراء وتمتاز بإنتاجها لصبغات حمراء أو وردية، وظهورها في الحليب أو الأجبان يسبب بقعاً ملونة مفسدة للمظهر.

٣- خمائر ممرضة

تتواجد في الحليب البقري الخام عادةً نتيجة إصابة البقرة بمرض التهاب الضرع الفطري أو تلوث الحليب بشكل حاد

Candida albicans و Candida krusei: من الأنواع التي يمكن عزلها من حليب الأبقار المصابة بالتهابات الضرع، وتمثل خطراً صحياً إذا استُهلك الحليب خاماً دون بسترة.

Cryptococcus spp: أجناس تتواجد في الحليب الخام لأنها تسبب التهاب الضرع الفطري وتفرز عوامل ضراوة لا تغير في شكل المنتج وانما في النكهة والطعم ويتم القضاء عليها تماماً عبر عملية البسترة الحرارية القياسية.

ثالثاً: الفطور

التعفن في الحليب ومنتجاته سببه إما نمو الأعفان التي تختلف عن الخمائر بأنها فطريات متعددة الخلايا وتكون خيوط فطرية أو انتقال السموم الفطرية إليه.

مصادر انتقال الفطور الى الحليب

١- التلوث المباشر من الحيوان
٢- التلوث عبر الأعلاف الملوثة (السموم الفطرية) حيث تتغذى الأبقار على أعلاف ملوثة بالفطور حيث تنتقل السموم الفطرية خاصة الأفلاتوكسين B1 إلى جسم الحيوان فيتم تحويلها في الكبد إلى أفلاتوكسين M1 الذي يفرز بالحليب ولا يزول بالبسترة وقد ينتقل إلى منتجات الحليب
٣- المكونات المضافة وبيئة التصنيع

يعد نموذج الشنكليش نموذجاً تقليدياً بارزاً للأجبان المتعفنة التي تعتمد جودتها وخصائصها الحسية على التخمير الفطري خلال مرحلة الانضاج؛ حيث تنمو سلالات محددة من الفطور والأعفان المرغوبة على خثارة الجبن وتفرز إنزيمات بروتينية تعمل على هضم بروتينات الحليب وتحويلها إلى ببتيدات نشطة حيوياً تمتلك خصائص واعدة في تثبيط نمو الخلايا السرطانية مختبرياً. ومع ذلك، فإن الاستغلال التكنولوجي لهذه الفطريات يتطلب رقابة صارمة نظراً لقدرة السلالات الفطرية البرية أو الملوِثة على إنتاج سموم فطرية ذات تأثيرات مسرطنة وتأثيرات حادة على الكبد والكلى، لدى الأفراد المصابين بنقص المناعة فضلاً عن خطر تسببها في حدوث عدوى انتهازية أو حدوث ردود فعل تحسسية.

التصنيف حسب الدور والخطورة:

١- فطور ممرضة / ملوثة خطيرة (خطر صحي)

هذه الفطور هي التي تُفرز سمومًا أو تسبب عدوى، وتواجدها في الحليب الخام يُعد مؤشر تلوث وأهمها :

· **Aspergillus (الرشاشيات):**

* A. flavus : يُفرز الأفلاتوكسين المسرطن

* A. fumigatus (ممرض انتهازي). وُجدت بنسبة ٣٣,٨% في عينات حليب خام .

* Fusarium (الفيوزاريوم): ترتبط بالأعلاف الملوثة وتُفرز سمومًا (فومونيزين).

*Candida.(المبيضات): بعض الأنواع تعد ممرضات انتهازية للإنسان ووجدت بالأجبان

٢- فطور مفسدة (تسبب تلف المنتج)

تسبب تغيرات غير مرغوبة في الطعم أو القوام أو اللون، دون أن تكون بالضرورة خطيرة:

* Mucor: (فطر العفن) يسبب فسادًا في الحليب والأجبان.

· * :Cladosporium(فطر الكلادوسبوريوم) يسبب تغير لون الزبدة .

*Rhodotorula:(الخميرة الوردية) تسبب فساداً في الحليب والقشدة والجبن الطازج

٣- فطور مفيدة / مُضافة عمدًا (سلالات صناعية)

تستخدم في تصنيع أنواع معينة من الأجبان لإعطاء نكهة أو مظهر مميز:

* Penicillium roqueforti: السلالة الأساسية في الأجبان الزرقاء (مثل الروكفور)

* Penicillium camemberti: تعطيُ شكل القشرة البيضاء في أجبان الكاممبير والبري .

* Geotrichum candidum: رغم أنه مفسد، إلا أنه يُضاف عمدًا في بعض الأجبان الطرية (كاممبير) لنكهة معينة.

* Debaryomyces hansenii (خميرة): شائعة جدًا في الأجبان وتلعب دورًا في النكهة.

رابعاً: الجراثيم

المجاميع الجرثومية المتواجدة في الحليب:

* الجراثيم قارية الحرارة Psychrotrophs:

Pseudomonas, Enterobacter, Flavobacterium, Klebsiella

* الجراثيم المقاومة للحرارة:

Micrococcus, Microbacterium, Alcaligens

* الجراثيم سلبية الغرام:

Enterococcus, coliform

* الجراثيم المتبوغة:

Bacillus, Clostridium

* الجراثيم الممرضة:

Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes, Tuberculosis

* الجراثيم اللبنية والجراثيم المفيدة.

التغيرات التي تحدثها الأحياء الدقيقة في الحليب:

*إنتاج الحموضة (Lactococcus, Lactobacillus, Leuconostoc)،

* إنتاج الغاز (Leuconostoc, Clostridium, E. Coli)،

* إنتاج اللزوجة (Viscolactis, Lactococcus cremoris)،

* التحلل البروتيني (Bacillus, Pseudomonas, Streptococcus)،

* تحلل الدهن (Pseudomonas, Canidia lipolytica).