Food Microbiology

Introduction المقدمة

بدأ الاهتمام بموضوع الأحياء المجهرية في الأغذية في نهاية القرن التاسع عشر , وكانت هناك عدة دراسات حول سبب تلف الأغذية وكيفية منع تلف الأغذية ألا أنها كانت غير مترابطة الى ان بدأ باستور دراساته على التخمرات وتلف الأغذية , حيث تحول من دراساته الطبية إلى هذا المجال عندما طلب منه حل مشكلة النبيذ التالف المحض في فرنسا ، حيث وجد آن هناك أحياء عصوية الشكل في النبيذ بالإضافة الى الخمائر المستخدمة في تصنيعه واقتراح بسترة النبيذ وفتح باب البسترة لقضاء على ميكروبات الأغذية والمشروبات .
من ناحية أخرى كان هناك فريق آخر من العلماء يركز على الجانب الأخر من الموضوع وهو استخدام الميكروبات لإنتاج أغذية محسنة , ففي عام 1888م تم استخدام البكتريا لإنتاج الزبد الدنماركي فيما انتج الجبن السويسري عام 1891 وأنتجت الألبان المتخمرة البلغارية عام 1905. كما ركزت مجموعة أخرى من الباحثين دراستها على ناحية أخرى هي التسممات الغذائية بسبب بكتريا الغذاء , حيث بدأت بحدوث تسمم كبير في أمريكا نتيجة تناول جبن ابيض ملوث سنة 1884 , اتضح فيما بعد ان سببه هو البكتريا العنقودية . وفي سنة 1888 و1891 تم عزل بكتريا *Salmonella* المسؤولة عن نوع اخر من التسمم . توالت الدراسات في هذا المجال حتى عام 1960 حين ظهر هناك أعفان تنمو في الأغذية وتكون سموم فطرية خطرة , فبدأت أبحاث التسمم الغذائي الفطري بعد ان كانت مركزة على التسمم الغذائي البكتيري .
بعد هذه الدراسات لمجالات كثيرة لها مساس في حياة الإنسان أصبح علم احياء مجهرية الاغذية ذو اهمية كبيرة ويدرس من قبل مختلف الاختصاصيين والباحثين.

تعريف علم احياء مجهرية الاغذية Food Microbiology :-

Food microbiology is the study of the microorganisms that inhabit, create, or contaminate food. Of major importance is the study of microorganisms causing food spoilage.(علم الأحياء المجهرية الغذائية (أو ميكروبيولوجيا الغذاء) هو دراسة الأحياء المجهرية التي تعيش او تلوث اوتساهم في تصنع الغذاء)
ويمكن تعريف علم الاحياء المجهرية الغذائية بانه العلم الذي يدرس الاحياء المجهرية ذات العلاقة بالأغذية مثل تلك المسببة لتلف الاغذية او المسببة للتسمم الغذائي او المستخدمة في تصنيع الاغذية.
تحتوي الأغذية بأنواعها المختلفة من الفواكه والخضروات واللحوم ومنتجات الألبان على العديد من الأحياء المجهرية , ويكون مصدرها التربة , ألهواء الماء, الأيدي ووسائل الحصاد والتعبئة والخزن والتداول. تستطيع تلك الأحياء المجهرية استخدام الغذاء كوسط لنموها وإنتاج النواتج النهائية (End products) والتي قد تكون مرغوبة كما في الأغذية المتخمرة (Fermented foods) وغير مرغوب فيها كتلك المسببة لتلف (Spoilage) او المسببة للأمراض (Food borne illness) .

The objectives of Study of food microbiology:- أهداف دراسة علم أحياء مجهرية الأغذية

1. دراسة أنواع الأحياء المجهرية المسببة لتلف الأغذية مثل المنتجة للروائح والغازات والألوان غير المرغوب بها
2. دراسة أنواع الأحياء المجهرية المسببة للتسمم الغذائي والتي ينتج منها إصابات مرضية.
3. استخدام التقنيات الحديثة لعزل وتحسين السلالات الميكروبية المختلفة مثل تخمر الخبز وغيرها او استخدام الميكروبات نفسها كغذاء كما في البروتين أحادي الخلية

Food safety سلامة الغذاء

Food safety is a major focusing on pathogenic bacteria, viruses and toxins produced by microorganisms are all possible contaminants of food.

ـ العوامل التي تتحكم بالنشاط الميكروبي في الأغذية :-

- **التلوث الميكروبي للأغذية** : يؤدي التلوث إلى تزايد النشاط الميكروبي على سطح الغذاء أولا ثم ينتقل إلى داخله كما في حالة تعفن الخضروات والفواكه.
- **ظروف الخزن والنقل** :- تؤثر بشكل كبير على سرعة نمو الأحياء المجهرية في الأغذية وبالتالي تؤثر على صلاحيتها للاستهلاك البشري خاصة منتجات اللحوم والألبان والأغذية النباتية لذلك يحفظ الغذاء في درجات حرارة أدنى من 37م لمنع نمو الأحياء المجهرية المرضية.
- **طبيعة المكونات الداخلة في تركيب الغذاء وخواصها** :- مثل الرطوبة ودرجة حرارة والأس الهدروجيني وتركيز الملح فيها فضلا عن المواد المحفزة أو المثبطة للنمو الميكروبي والتي قد تسهل النشاط الميكروبي فيها آو تمنعه .فمثلا يزداد النشاط الميكروبي في الأغذية التي توفر بيئة ملائمة لنمو الأحياء المجهرية مثل اللحوم الطازجة والأغذية ذات الرطوبة العالية والغنية بالمغذيات وذات الأس الهيدروجيني الملائم لنمو الميكروبي .

Bacteria that cause food spoilage الأجناس البكتيرية المسببة لتلف الأغذية

آن من أهم أجناس البكتريا المسببة لتلف الأغذية مايلي :

1. *Pseudomonas*: قادرة على الانتشار في تشكيلة واسعة من الأغذية مثل اللحوم والخضروات لقدرتها على استهلاك العديد من المركبات مثل الكربوهيدرات والمواد الأخرى بطرق ايضية متعددة والتي تمكنها من النمو وبالتالي تلف الغذاء ومما يساعدها في ذلك أيضا قدرتها على النمو في درجات حرارة منخفضة كما في الثلاجة (بالنسبة *Psychrophilic Pseudomonas*)

2. *Erwinia*: لهذا الجنس القدرة على أنتاج أنزيمات محللة للبكتين مسببة رخاوة جذور الخضروات والفواكه.

3. *Acetobacter*: لهذا الجنس القدرة على تحويل الكحول الاثيلي الى الخل (Acetic acid), لذلك فهي مناسبة لمنتجي الخل وغير مناسبة لمنتجي الكحول كونها تستهلكه منتجة الخل منه

4. *Achromobacter , Alcaligenes*: لهما القدرة على النمو في درجات حرارة منخفضة نسبيا, تتلف الحليب وتسبب لزوجته

5. بكتريا حامض اللاكتيك *Lactic acid bacteria : Lactobacillus , Streptococcus و Leuconostoc* : تنتج هذه الأجناس حامض اللاكتيك وتسبب بعض أنواعها تلف الأغذية والعصائر والحليب.

6. *Bacillus , Clostridium* : عصيات متحملة للحرارة العالية , مكونة للابواغ لذلك فأنها قد لا تموت عند الطبخ والتعليب , وتسبب هذه الأجناس تلف بعض الأغذية المعلبة.

Beneficial bacteria البكتريا المفيدة

Probiotic bacteria, including bacteria that produce Bacteriocin, can kill and inhibit pathogens. Alternatively, purified bacteriocin such as nisin can be added directly to food products.
Bifidobacteria are considered as important Probiotics, and are used in the food industry to relieve and treat many intestinal disorders.

Bacteriophages, العاثيات البكتيرية

Bacteriophages, viruses that only infect bacteria, can be used to kill Beneficial bacteria .

Enteric viruses الفيروسات المعوية

Food and waterborne viruses contribute to a substantial number of illnesses throughout the world. Among those most commonly known are hepatitis A virus, rotavirus, astrovirus, enteric adenovirus and hepatitis E virus.

Fungi that cause food spoilage الفطريات المسببة تلف الأغذية

Fungi usually cause damage to fruit and bread are larger than bacteria and their ability to grow in acidic media and low- Moisture environments and an example of some of these fungi *Rhizopus , Aspergillus,Pencillium .*

Mycotoxins السموم الفطرية

Molds produce mycotoxins, which are secondary metabolites that can cause acute or chronic diseases in humans when ingested from contaminated foods. Potential diseases include cancers and tumors in different organs (heart, liver, kidney, nerves), gastrointestinal disturbances, alteration of the immune system, and reproductive problems. Species of *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, can grow in foods and produce the mycotoxins such as aflatoxins, deoxynivalenol. Aflatoxins are still recognized as the most important mycotoxins. They are synthesized by only a few *Aspergillus* species, of which *A. flavus* and *A. parasiticus* are the most problematic.

Bacteria that cause food poisoning البكتريا المسببة للتسمم الغذائي

تشمل التسممات الغذائية البكتيرية نوعين :-

Include two types of bacterial food poisoning
1. Poisoning caused by eating toxin was produced by bacteria in the food , is called the food borne intoxication , the most important types of bacteria that cause this poisoning:

Staphylococcus aureus is a common cause of bacterial food borne disease worldwide. Symptoms include vomiting and diarrhea that occur shortly after ingestion of *S. aureus* toxin-contaminated food.

Clostridium botulinum produces extremely potent neurotoxins that result in the severe neuroparalytic disease, botulism. The enterotoxins produced by *C. perfringens* during sporulation of vegetative cells in the host intestine results in debilitating acute diarrhea and abdominal pain.

2. Bacterial contamination of food poisoning when taking bacteria with food, its producing toxins within the intestines and is called food infection

Vibrio species are prevalent in estuarine and marine environments, and seven species can cause food borne infections associated with seafood. *Vibrio cholerae* O1 and O139 serovtypes produce cholera toxin and are agents of cholera.

Campylobacter *spp.*, primarily *C. jejuni* subsp. *jejuni* is one of the major causes of bacterial gastroenteritis in the U.S. and worldwide. *Campylobacter* infection is primarily a food borne illness, usually without complications; however, serious sequelae, such as Guillain-Barre Syndrome, occur in a small subset of infected patients.

Salmonella continue to be a prominent threat to food safety worldwide. Infections are commonly acquired by animal to human transmission though consumption of undercooked food products derived from live stock or domestic fowl. resistance against multiple antibiotics.

Shigella species are members of the family Enterobacteriaceae and are Gram negative, non motile rods. Four subgroups exist based on O-antigen structure and biochemical properties: *S. dysenteriae* (subgroup A), *S. flexneri* (subgroup B), *S. boydii* (subgroup C) and *S. sonnei* (subgroup D).

Escherichia coli, more information is available concerning *Escherichia coli* than any other organism, thus making *E. coli* the most thoroughly studied species in the microbial world.

Protozoa parasites

Protozoa parasites associated with food and water can cause illness in humans. Although parasites are more commonly found in developing countries, developed countries have also experienced several food borne outbreaks. Contaminants may be inadvertently introduced to the foods by inadequate handling practices, either on the farm or during processing of foods.

-الأحياء المجهرية الداخلة في تصنيع الأغذية

1. بكتريا حامض اللاكتيك:- تدخل في تصنيع العديد من الأغذية مثل منتجات الألبان والمخللان والأغذية المتخمرة الأخرى .
2. بكتريا حامض ألخليك : تدخل في صناعة الخل.
3. خميرة *Saccharomyces*:- تدخل تخمر الخبز والتخمرات الكحولية.

- الأحياء المجهرية المهمة في الأغذية Microorganisms important in food

أولا: المجاميع البكتيرية المهمة في الأغذية:

وضعت عدد من أنواع البكتريا المهمة في الأغذية التي لها خصائص مشتركة في مجاميع ومن هذه المجاميع مايلي:-

1. بكتريا حامض اللاكتيك Lactic acid bacteria :-

تتصف هذه البكتريا بقدرتها على تخمير السكريات إلى حامض اللاكتيك ولهذه المجموعة دور في صناعة الجبن وبعض المخللات , كما لها مضار في تلف المشروبات الكحولية ومن هم أجناس هذه المجموعة *Pediococcus , Leuconostoc, Streptococcus, Lactococcus , Lactobacillus*

2. بكتريا حامض ألخليك Acetic acid bacteria :

تقوم هذه البكتريا بأكسدة الكحول الاثيلي وتحويله إلى حامض ألخليك , ومن اهم أجناس هذه المجموعة *Gluconobacter , Acetobacter*

3. بكتريا حامض البيوتريك Butyric acid Bacteria :

تعود البكتريا التي تنتج حامض البيوتريك الى الجنس *Clostridium* العصوية اللاهوائية المكونة للسبورات.

4. بكتريا حامض البروبيونيك Propionic acid Bacteria:

اهم أنواع البكتريا التي تنتج حامض البروبيونيك تعود الى الجنس *Clostridium* العصوية اللاهوائية المكونة للسبورات.

5. البكتريا المحللة للبروتينات *Proteolytic bacteria*:

تضم أنواع البكتريا التي لها صفة أنتاج أنزيمات محللة للبروتين Protease (وهي أنزيمات خارج خلوية) *ومن الامثلة على هذه البكتريا : Bacillus cereus , Pseudomonas fluoresces Clostridium Streptococcus faecalis, Proteus spp, Micrcoccus sporogenes,*. تنتج بعض أنواع هذه المجموعة رائحة تلف كريهة بسبب غاز كبريتيد الهيدروجين ومركبات الاندول والأمينات.

6. البكتريا المحللة للدهنيات Lipolytic Bacteria :-

تشمل مجموعة البكتريا التي تنتج أنزيم Lipase الذي يحلل الدهون الى كليسيرول وحوامض دهنية ومن الامثلة على البكتريا الهوائية المحللة للدهون أنواع من اجناس *Pseudomonas* و *Alcaligenes* و *Serratia* و *Micrococcus* وتؤدي الحوامض ألدهني المنتجة من قبل هذه البكتريا الى ظهور رائحة تزنخ Rancidity للغذاء

7. البكتريا المحللة للسكريات Saccharolytic Bacteria:

تحلل هذه المجموعة من البكتريا السكريات الثنائية والمعقدة الى سكريات ابسط. وتضم هذه المجموعة أنواع من بكتريا *Clostridium* وبكتريا *bacillus subtilis* التي تنتج أنزيمات الاميليز Amylase المحللة للنشا وبكتريا Cellulomonas التي تنتج انزيم cellulase المحلل للسليلوز . وينتج من فعالية هذه المجموعة من البكتريا تخمير السكريات وانتاج الكحولات والحوامض غير المرغوب فيها في الاغذية السكرية والفواكه والعصائر.

8. البكتريا المحللة للبكتين Pectolytic Bacteria

تقوم هذه المجموعة من البكتريا بإنتاج أنزيم محلل للبكتين Pectinase والذي له دور في تلف الفواكه والخضر (والبكتين مركبات كربوهيدراتية معقدة تحتويها أنسجة الفواكه والخضر). من الأمثلة على هذه البكتريا انواع من اجناس *Erwinia* و *Bacillus* و *Clostridium*

9. البكتريا المحبة للحرارة العالية Thermophilic Bacteria

درجة الحرارة التي تنمو بها هذه البكتريا تتراوح مابين 40-75 م والمثلى حوالي 55 م . تلعب هذه المجموعة من البكتريا دور في تلف الأغذية المحفوظة بدرجات عالية . من الأمثلة على هذه المجموعة بكتريا *Bacillus* و *Clostridium*

10. البكتريا المحبة للبرودة Psychotropic bacteria:

تنمو هذه المجموعة من البكتريا في درجات الحرارة الواطئة وتسبب تلف الأغذية المحفوظة بالتبريد , وهذه البكتريا تشمل انواع من الأجناس *Alceligenes , Pseudomonas , Enterobacter , Lactobacillus , Micrcoccus, Flavobacterium.*

11. **البكتريا المحبة لتراكيز سكرية عاليه *Osmophilic or Sacchaphilic bacteria***: تفضل هذه البكتريا النمو والتكاثر او تقاوم التراكيز السكرية العالية والتي قد تصل احيانا الى 50% ومثال عليها بكتريا Leuconostoc.

12. **البكتريا المحبة للحموضة العالية ودرجات الحرارة العالية Thermoacidophiles** :- تشمل البكتريا التي تنمو في الأوساط الحامضية العالية وبدرجات حرارة عاليه من الجنس Thermoplasma والتي تنمو بعض أنواعه بدرجات حرارة تتراوح بين (40-62) و pH يتراوح مابين (1-4).

13. البكتريا المحب للملوحة Halophilic Bacteria : تسبب هذه المجموعة من البكتريا تلف الأغذية المملحة ومثال عليها أنواع من الجنس *Micrococcus, Saricina, Halococcus , Halobacterium, Alcaligenes, Pediococcus*

تقسم هذه المجموعة الى ثلاث أقسام :

أ. البكتريا التي تفضل النمو بتراكيز ملحيه مابين (2-5) %

ب. البكتريا التي تفضل النمو بتراكيز ملحية مابين(5-20)%

ج. البكتريا التي تفضل النمو بتراكيز تتراوح بين (20-30)% مثل مياه البحر الميت والبحيرات المالحة

14. **البكتريا المنتجة للصبغات Pigmented Bacteria:-**

تنتج بعض أنواع البكتريا ألوان مختلفة من الصبغات أثناء نموها في الأغذية مثل بكتريا *Flavobacterium* التي تنتج ألوان صفراء وبرتقالية و *Serratia* التي تنتج الصبغة الحمراء فيما تنتج بكتريا *Micrococcus* و *Lactobacillus* *ألوانا مختلفة0*

15. **البكتريا المنتجة للغازات Gas forming bacteria:**

تنتج بعض الأنواع البكتيرية غازات مثل الانواع التابعة لجنس *Escherichia, Enterobacter , Bacillus* التي تنتج غاز CO2 فيما ينتج الجنس *Clostridium* غازي 0CO2,H2

16. بكتريا اللزوجة Slime forming Bacteria :

تنتج هذه البكتريا مواد لزجة على الأغذية , فمثلاً تسبب الأنواع *Enterobacter aerogenes* , *Alcaligenes viscolactis* لزوجة الحليب وبعض انواع Lactobacillus , Streptococcus تسبب اللزوجة على عدد من الأغذية مثل الفواكه والخضر ومنتجات الحبوب.

17. بكتريا القولون Coliforms Bacteria:

تعود هذه المجموعة من البكتريا الى العائلة Enterobacteriaceae ومن اهم أنواع هذه المجموعة *Enterobacter aerogenes* , *Escherichia coli*. ان مصدر *E.coli* هو الأمعاء فيما يكون مصدر *E .aerogenes* نباتي .

يستخدم الفحص عن بكتريا القولون والقولون ألبرازي كدليل لتلوث الأغذية بفضلات المجاري واحتمال تواجد البكتريا المرضية المعوية وبذلك يعتبر تواجد بكتريا القولون في الأغذية غير المرغوب فيه .

العوامل التي تجعل من تواجد بكتريا القولون في الأغذية غير المرغوب فيه Factors that make the presence of Colifoms in food is undesirable : -

1. أمكانية بكتريا القولون من النمو بمجال واسع من المواد الغذائية.
2. أمكانية بكتريا القولون من تصنيع اغلب الفيتامينات التي تحتاجها.
3. أمكانية البكتريا القولون النمو بمدى درجات حرارة واسع من (10-46) م
4. إمكانيتها أنتاج كميات من الحوامض والغازات نتيجة تخميرها السكريات
5. إعطاء طعم غير مرغوب للأغذية
6. تنتج *بكتريا E. aerogenes* مواد لزجة في بعض الأغذية

ثانياً:الفطريات المهمة في الأغذيةthe important fungi in food

تنمو الفطريات ومنها الاعفان على الأغذية بشكل كثيف وغزير جداً بحيث خلال يوم او يومين تغطي مساحة كبيرة من سطح الغذاء , ويكون نموها على هيئة غزل قطني او نمو ذو ألوان جذابة , كما انها أكثر تحملاً للجفاف والملوحة من البكتريا لذلك تساهم في تلف العديد من الأغذية . كما يمكن ان تنتج سموم خطيرة Mycotoxins في الحبوب والأغذية الأخرى وتسبب تسممات وإمراض خطيرة للإنسان .

من جهة أخرى يمكن استخدام بعض أنواع الفطريات صناعيا لإنتاج الأحماض العضوية والفيتامينات والأنزيمات وبروتين أحادي الخلية وغيرها.

بعض الاعفان المهمة في الاغذية Some of the mold in food:-

1. ***Rhizopus nigricans*** : سريع النمو على الأغذية ينمو على الفواكه والخضر والمعجنات خاصة الخبز ويسمى عفن الخبز الاسود0

2. ***Aspergillus* spp**: واسع الانتشار في الأغذية لأنه يتحمل الكثير من معاملات الأغذية كالتجفيف والملوحة والسكر العالي والتشعيع وغيرها 0مستعمراته على الأغذية ذات الوان مختلفة ' من أنواعه المهمة *A. niger* والذي تكون مستعمراته على الأغذية سوداء اللون, يتلف الاغذية الطازجة والمبردة . كما يستخدم في إنتاج الأنزيمات وحامض الستريك.

3. ***Penicillium spp*** **:-** واسع الانتشار على الاغذية وينتج مستعمرات مختلفة الألوان على الأغذية . يسبب تعفن الفواكه والأغذية , ويستخدم في أنتاج المضادات الحياتية.

4. ***Geotrichum candidum***: يسمى عفن الألبان , يسبب تعفن الألبان ومنتجاتها. حيث يتلفها بتحويل حامض اللاكتيك الى ماء وثاني اوكسيد الكربون .

ب. بعض الخمائر المهمة في الأغذية Some of important yeasts in food :-

1.***Saccharomyces spp***.:- يعتبر أهم الخمائر في الأغذية والصناعات, مستعمراته على الأغذية بيضاء الى كريمية كبيرة جداً . من انواعه المهمة *S. cerevisiae* : اكثر الأنواع انتشارا وأهمية لاستخدامه في أنتاج خميرة الخبز والكحول والكلسيرين والبيرة والأنزيمات.

2. ***Schizosaccharomyces* spp**: له دور هام في تلف الأغذية عاليه السكر مثل المولاس والعسل والدبس والفواكه المجففة وعصائر الفواكه.

3. ***Debaromyces***: خميرة غشائية تتحمل تركيز عالي من الملح لغاية 25% لهذا تتلف المخللات والاجبان المملحة والأسماك واللحوم المقددة.

4. ***Candida* spp**: تتلف الأغذية الحامضية والملحية . من أنواعها المهمة *C .utilis* والذي يستخدم صناعيا لإنتاج البروتين احادي الخلية.