## Factors affecting on microbial العوامل المؤثرة على مقاومة الميكروبات للحرارة resistance to heat:

1. العلاقة بين الحرارة والوقت Relationship between temperature and time:

أن الوقت اللازم للقضاء على الخلايا الخضرية أو السبورات الميكروبية يتناقص بازدياد درجة الحرارة .الجدول التالي يوضح تأثير درجات الحرارة على الوقت اللازم للقضاء على سبورات البكتريا المسببة تحمض معلبات الذرة في pH = 6.1 وعدد السبورات الابتدائي 1500 سبور/ مل.

| درجة الحرارة ( م) Temperature (° C) | الوقت اللازم( دقيقة ) Time (minutes) |
|---|---|
| 100 | 1200 |
| 105 | 600 |
| 110 | 190 |
| 115 | 190 |
| 120 | 19 |

2. تركيز السبورات آو الخلايا الابتدائي **Primary concentration of spores or cells** :

كلما زاد عدد السبورات آو الخلايا الخضرية كلما تطلب القضاء عليها معاملة حرارية أكثر.لوحظ عند تعريض تراكيز مختلفة من السبورات المحبة للحرارة المعزولة من معلبات عصير الذرة الفاسد لدرجة حرارة 120م وتحت pH (6) انه بزيادة عدد السبورات زاد الوقت اللازم للقضاء عليها عند ثبوت درجة الحرارة. كما موضح في الجدول التالي:-

| عدد السبورات/ مل The number of spores / ml | الوقت اللازم لابادتها ( دقيقة ) The time required to destroy it (minutes) |
|---|---|
| 50000 | 14 |
| 5000 | 10 |
| 500 | 9 |
| 50 | 8 |

3.الوسط الغذائي **Nutrient medium** : كلما كان الوسط الغذائي الذي تنمو فيه الخلايا الخضرية والسبورات جيداً كلما كانت مقاومة تلك الميكروبات للحرارة اكبر . وتعتمد هذه المقاومة على نوع الوسط الغذائي وكميته ونوع الميكروبات . وتتنوع مكونات الغذاء إلى:-

أ. الكربوهيدرات :Carbohydrates تؤدي الكربوهيدرات إلى جذب الرطوبة وتجفيف الوسط وبالتالي زيادة مقاومة الميكروبات. تكون السكريات sugar وبنسب متباينة عوامل حماية لبعض الخلايا الخضرية والسبورات من تأثير الحرارة عليها ..

ب. البروتينات Proteins :- أن وجود البروتينات في الغذاء المسخن تؤدي إلى زيادة كمية البروتين المتخثر في الوسط الذي يزيد مقاومة الميكروبات ضد الحرارة العالية من خلال تكون اغشية واقية لها.

جـ . الدهون Lipids:- تعمل الدهون على سحب الرطوبة من الوسط عند التسخين , فضلاً عن توليدها لطبقة واقية تزيد من مقاومة الميكروبات للحرارة العالية .

د. الأملاح Salts: يتباين تأثير الأملاح على درجة مقاومة الميكروبات للحرارة العالية , بعض أنواع الأملاح زيادتها تؤدي إلى زيادة مقاومة الميكروبات للحرارة العالية ( وهي الأليفة للملوحة ), والبعض الأخر زيادة تركيزها تؤدي إلى انخفاض مقاومة الميكروبات للحرارة العالية . مثلاً تركيز كلوريد الصوديوم الواطئ 3%) (0.5 – يحمي بعض السبورات من الحرارة بينما زيادة نسبته يقلل من مقاومة تلك السبورات للحرارة.

4. درجة حرارة النمو**Temperature growth** :- تؤثر درجة حرارة الحضن لنمو الخلايا وتكوين السبورات على مقاومتها للحرارة ,وتكون هناك حاجة اكبر من الوقت والتسخين عندما يتم التعامل مع بكتريا أليفة للحرارة Thermophilic bacteria لان مقاومتها اكبر مما تبديه أنواع البكتريا الأخرى الأليفة للحرارة الواطئة او المعتدلة.

5. طور النمو آو عمر الميكروبات Phase of growth or age of microbes: تكون الخلايا البكتيرية مقاومتها للحرارة العالية كبيرة خلال أطوارها الأول والثالث على العكس منها عندما تكون في طورها الثاني والذي تكن فيه الخلية الخضرية فعاليتها هي النمو السريع والانقسام

6. المواد المانعة للنموGrowth inhibiting materials : ان وجود بعض المواد المضافة إلى الغذاء مثل أملاح النترات او الكبريتات او بعض أنواع المضادات الحيوية فأنها تقلل من مقاومة الميكروبات للحرارة العالية.

7.الرطوبة Humidity: تكون الحرارة الرطبة أكثر فعالية في القضاء على الميكروبات من الحرارة الجافة . اذ أن وجود الرطوبة في الوسط أثناء التعقيم يقلل من مقاومة الخلية الميكروبية للحرارة العالية , كما في حالة استخدام المعقمات الرطبة autoclaves.

8. الأس ألهيدروجيني pH: الأس الهيدروجيني الأمثل لنمو اي كائن مجهري تكون فيه مقاومة الكائن المجهري للحرارة العالية في اعلى مستوى لها وتقل كلما تغيرت قيمة الأس الهيدروجيني عن ذلك .وبصورة عامة تكون مقاومة الخلايا الخضرية والسبورات أكثر عندما تسخن في وسط متعادل او قريب من التعادل , وتغيير الوسط نحو القاعدية . وفي الجدول التالي تأثير الأس الهيدروجيني على مقاومة سبورات بكتريا Bacillus subtilisبدرجة حرارة 100م والوقت اللازم لإبادتها.

| pH | الوقت ( دقيقة ) |
|---|---|
| 4.4 | 2 |
| 5.6 | 7 |
| 6,8 | 11 |
| 7,6 | 11 |
| 8,4 | 9 |

## 2. استخدام درجات الحرارة الواطئة Use the low temperature:

يعد استخدام درجات الحرارة الواطئة للسيطرة على النمو الميكروبي في الاغذية وحفظها بدون تلف من أفضل طرق حفظ الاغذية وذلك لتأثيرها الطفيف على القيمة الغذائي وحفظ الغذاء بحالة اقرب إلى الطبيعي من حيث اللون والمظهر والقوام.

تتأثر الميكروبات بالحرارة الواطئة سلبا كما هو الحال بالنسبة للحرارة العالية , فعند خفض درجة الحرارة عن الدرجة الصغرى التي ينمو فيها الميكروب يتوقف نموه وعند خفضها عن الدرجة المثالية التي ينمو فيها يتباطأ نموه . آذ تؤدي الحرارة الواطئة إلى تثبيط النشاط الأنزيمي والذي يؤدي إلى تأخير او ربما توقف النمو او إلى قتل الخلايا بعد أن بتخثر البروتين الخلوي فيها, وذلك لان جميع العمليات الايضية للأحياء المجهرية إنزيمية وسرعة العملية الإنزيمية تعتمد على درجة الحرارة.

عند حفظ الاغذية في درجة حرارة اقل من درجة الحرارة الاعتيادية بعشر درجات مئوية قد يتوقف نمو وتكاثر مجموع من الميكروبات ويقل نمو وتكاثر مجموعة أخرى , وإذا انخفضت درجة الحرارة عشر درجات مئوية أخرى حتى تصل درجة الانجماد تتمكن قليل من الميكروبات من النمو والتكاثر ببطء.

يطلق مصطلح Psychrophile ( المحبة للحرارة الواطئة )على الميكروبات التي تنمو بمدى حراري يتراوح من تحت الصفر إلى 20م ,ويكون المدى الحراري الأمثل لنموها (10-15) م . بينما يطلق مصطلح Psychrotroph على الميكروبات التي تتمكن من النمو بدرجة حرارة ( 0-7) م وتكون مستعمرات واضحة خلال (7-10) أيام. ويكون البعض منها في الحقيقة Mesophiles ( المحبة للحرارة المعتدلة) . أما التي لا تتمكن من النمو عند درجات الحرارة المنخفضة لكنها تقاوم هذه الدرجة وتبقى حية لحين توفر درجة حرارة اعلى لكي تنمو تسمى Psychroduric

-أهم اجناس البكتريا والاعفان والخمائر التي تنمو بدرجة 7م او اقل

| بكتريا | أعفان | خمائر |
|---|---|---|
| *Pseudomonas* | *Geotrichum* | *Candida* |
| *Achromobacter* | *Cladosporium* | *Debaromyces* |
| *Flavobacterium* | | *Torulopsis* |
| *Alcaligenes* | | |
| *Micrococcus* | | |

## طرق استخدام درجات الحرارة الواطئة في حفظ الاغذية **Ways to use lower temperatures to preservative of food:**

**التبريد Cooling: هناك طريقتين للتبريد:**

الطريقة الأولى **The first method** : يتم فيها حفظ الاغذية في درجات حرارة تتراوح بين (5-15) م حيث تنمو فقط الأنواع المحبة للحرارة ألواطئة وتستعمل لهذا الغرض المخازن المبردة , او أحيانا حفظ الغذاء في درجة حرارة الغرفة خلال فصل الشتاء وتحفظ بهذه الطريقة أنواع الحمضيات البطاطا والفواكه والبقوليات لان أنواع الميكروبات الملوثة لها لاتنمو في درجات حرارية واطئة0

أما الطريقة الثانية**The second method** : تتضمن استخدام درجة حرارة الثلاجة لحفظ أنواع الاغذية حيث تتراوح درجة الحرارة بين (0-7)م وعندها يتوقف نمو معظم الأحياء المجهرية المحبة للحرارة الواطئة عدا بعض الحالات وتحفظ بهذه الطريقة الألبان والفاكهة والخضروات وغيرها . علما أن التبريد التدريجي يمكن ان تحتمله وتتكيف له معظم الميكروبات فتبقى حية آو مستمرة في نموها وبمعدلات قليلة ... أما التبريد الصاعق المفاجئ فانه يؤدي إلى قتل معظم أنواع الميكروبات الملوثة للغذاء خلال بضعة ثواني.

2.التجميد Freezing: تستخدم درجات حرارة الانجماد لغرض حفظ العديد من المنتجات الغذائية خاصة اللحوم والأسماك والخضروات والفواكه ومنتجاتها . يعمل التجميد على إيقاف النمو الميكروبي بشكل كبير وشل النشاط الأنزيمي وإبطاء التفاعلات الكيماوية . وتأثير التجميد اشد من التبريد فهو يزيل على الأقل 90% من المحتوى الميكروبي للمادة المجمدة . والباقي قد يقاوم Freeze-resistant-bacteria حيث تحتفظ البكتريا بنشاطها وعند عملية التذويب تنشط0

يوضح الجدول التالي حدود قدرات بعض أنواع الميكروبات على تحمل التبريد او الانجماد.

| Microorganism | Minimum temp. for growth |
|---|---|
| الخمائر المقاومة للبرودة | 34- |
| البكتريا المقاومة للبرودة | 20- |
| الاعفان المقاومة للبرودة | 12- |
| *Staph. aureus* | 6,7+ |
| *Cl .botulinum type A+B* | 10+ |
| *Cl .botulinum type E* | 3,3+ |

هناك طريقتين للتجميد هما There are two ways to freeze :

أ. التجميد البطيء Slowly freezing:تستخدم درجة حرارة (-15)م إلى (-29)م ويجمد الغذاء خلال 3-72 ساعة0

في التجميد البطيء يخرج حوالي 80% من ماء الخلايا خارجاً فيما بين الخلايا مما يسبب تكوين حبيبات ثلجية كبيرة الحجم وقليلة العدد, تسبب هذه الحبيبات هلاك اكبر عدد من البكتريا بسبب رض آو تمزيق جدرانها وبالتالي موتها . والتجميد البطيء اشد تأثيراً على الأحياء المجهرية لتكون بلورات اكبر تمزيق الخلايا كما انه تتركز أملاح لفترة طويلة تتعرض لها الأحياء المجهرية.

ب. التجميد السريع Quickly freezing:- تستخدم درجة حرارة (-18)م الى (-50)م ويجمد الغذاء خلال نصف ساعة. يسبب التجميد السريع هلاك 50- 80% من الميكروبات الحية في الاغذية ففي التجميد السريع تتكون حبيبات ثلجية أبرية صغيرة وعديدة بداخل لخلايا . تتعرض الميكروبات بهذه الطريقة إلى صعقة برودة cold shock ولذا يسمى هذا النوع من التجميد بالتجميد الصاعق السريع.

وهناك أساليب تجميد حديثة يستخدم فيها النتروجين السائل وتستخدم درجة حرارة تجميد (-83)م وقد تصل إلى (-160)م0

***يفضل التجميد السريع على البطيء للأسباب التالية Prefer quickly freezing at slowly freezing for the following reasons:**

1. تكوين بلورات ثلجية صغيرة وبذلك يكون نسبة تمزيق خلايا الاغذية اقل.
2. يكون الوقت اللازم لتكوين الحبيبات الثلجية قصير وبذلك يكون وقتاً اقل لنفاذ المواد المذابة خارج الخلايا وانعزال الحبيبات الثلجية فيها
3. توقف النمو الميكروبي بسرعة.
4. أبطاء النشاط الأنزيمي بسرعة.

= تختلف الميكروبات فيها بينها بالنسبة لمقاومتها التجميد. فالمحبة للحرارة تموت أسرع من وسطية الحرارة وهذه أسرع من المحبة للبرودة .

- المكورات أكثر مقاومة من العصيات. والموجبة لصبغة غرام أكثر مقاومة من السالبة لصبغة غرام.

- عندما يكون الميكروب في الطور الأول والثالث أكثر مقاومة من الطور الثاني وتكون السبورات أكثر مقاومة من الخلايا الخضرية
- تؤثر أنواع الاغذية المختلفة على سرعة هلاك الميكروبات أثناء التجميد وأثناء خزنها بعد التجميد فالأغذية التي تحتوي نسبة عالية من الرطوبة والأغذية الحامضية تساعد على هلاك الميكروبات أثناء التجميد , فيما وجد أن السكريات والأملاح والبروتينات والغرويات والدهون في الاغذية تكون عوامل حماية للميكروبات.

- تأثير التجميد على الخلايا الميكروبية **Effect of freezing on microbial cells**:

1. انجماد الماء الحر بتحويله إلى البلورات داخل وخارج الخلية . اي تقليل المحتوى المائي فضلاً عن تمزيق هذه البلورات اغشية الخلية.
2. تغير غروية السايتوبلازم وهي حسن وضرورية للعماليات الحيوية
3. تغير في pH ونسبة الغازات داخل الخلية .
4. زيادة تركيز الأملاح داخل الخلية بسبب تجمد الماء
5. تغير طبيعة البروتين Denaturation وفقدان حيوية الانزيمات والمركبات الأخرى .
6. الموت السريع للبكتريا الاليفية للحرارة العالية والأليفة للحرارة المعتدلة عند تعرضها لانخفاض درجات الحرارة بشكل مفاجئ.

## 3. تجفيف الاغذية Drying of food:

تعتبر هذه الطريقة من أقدم طرق حفظ الاغذية , والتي كانت تعتمد في وقتها على أشعة الشمس . أساس عمل التجفيف هو تقليل المحتوى المائي للمادة الغذائية Dehydration وحدوث انخفاض شديد في قيمة النشاط المائي(aw) إلى حد لا تتمكن غالبية الأحياء المجهرية من التكاثر بالإضافة إلى ذلك عند انخفاض المحتوى المائي يزداد تركيز الأملاح والتي تؤثر سلباً على الميكروبات الموجودة في الغذاء.
تختلف الأحياء المجهرية بمتطلبتها المائية وعندما تصل قيمة المحتوى المائي إلى الحد الأدنى بعض هذه الأحياء تموت في حين يبقى بعضها حي لسنوات طويلة إلى أن يأتي عامل الماء فتنمو .... ومثالها بقاء السبورات والبكتريا حتى في الحد الأدنى من المحتوى المائي ويطلق عليها مصطلح Xerophlilic microorganisms أما التي تقاوم الجفاف لكن لاتنمو الاعند توفر الظروف الملامة لنموها تسمى Xeroduric.

### طرق التجفيف Drying methods:

1. التجفيف الشمسي Sun dryingتعتمد طريقة التجفيف هذه على أشعة الشمس وتستخدم لتجفيف الفواكه والخضروات
2. التجفيف الميكانيكي آو الصناعي Mechanical Drying: ويتم هذا التجفيف باستخدام مصادر صناعية للحرارة كالأفران والصفائح والأنفاق والمبخرات وغيرها. وهناك عدة طرق للتجفيف الميكانيكي وفيها.

1. التجفيف بالتبادل الحراري Heat exchange,
2. التجفيف بالمبخرات Evaporators
3. التجفيف بالاسطوانات Drums
4. التجفيف بالبخاخات Sprayers
5. التجفيف بالمفرغاتVacuum dehydration ,
6. التجفيد Freeze-drying
7. تجميد بعد التجفيف Dehydrofreezing.

فيما يلي توضيح لبعض الطرقThe following is an explanation of some of these roads :

التجفيف بالمبخرات**drying by evaporators** : تستخدم للأغذية الصلبة حيث توضع الاغذية في صواني آو صناديق او توضع على أحزمة خاصة تمر خلال إنفاق ساخنة ليتم التبخير.

التجفيف بالاسطواناتDrying by drum : تفرش الاغذية خاصة السائلة مثل الحليب بطبقات رقيقة على اسطوانات تسخن لتجفيف هذه الطبقات ثم تزال وتجمع.

التجفيف بالمفرغات **Drying by vacuum**:يعتمد هذا التجفيف على اختلال الضغط حيث تمر الاغذية الموضوعة على حزام غير قابل للصدأ على اسطوانة ساخنة جداً ثم إلى اسطوانة باردة . تستخدم هذه الطريقة مع السوائل مثل العصائر.

التجفيد **Freeze- drying** :وتتم بطريقة التسامي أي تحويل الماء من الحالة الصلبة إلى الغازية بدون المرور بالحالة السائلة باستخدام التفريغ في غرف خاصة حيث المادة الناتجة مسامية بسهولة يعاد الماء لها. حيث تجمد الاغذية أولا باستخدام الثلج الجاف $CO_2$ وعند درجة حرارة (-76)م بعدها تعرض للتجفيف. تستخدم هذه الطريقة مع الاغذية المختلفة مثل اللحوم وبعض الفواكه وتعتبر طريقة مفضلة لان فيها يتم قتل الميكروبات أولا بالتجميد وثانيا بالتجفيف.

3. التدخين **Smoking**: تعتمد هذه الطريقة على دخان بعض الأخشاب غير تامة الاحتراق للتجفيف الغذاء وإكسابه مظهر وطعم ورائحة مرغوبة . يؤدي تراكم المواد المتطايرة من الدخان على السطح الغذاء إلى منع نمو الأحياء المجهرية بالإضافة الى المحتوى المائي القليل الذي يعيق نموها تستخدم هذه الطريقة للأسماك واللحوم.

**العوامل المؤثرة على تجفيف الاغذية Factors affecting drying food:**

1.تغير درجة الحرارة استناداً إلى نوع الغذاء المراد تجفيفه والغرض من عملية التجفيف
2. تغير الرطوبة النسبية للغذاء استنادا إلى نوع الغذاء والطريقة المستخدمة في التجفيف
3. زيادة سرعة تيار الهواء يعجل من عملية تجفيف الغذاء0
4. خزن الغذاء المجفف في الأماكن الجافة الخالية من الرطوبة آو ذات رطوبة قليلة لمنع نمو الميكروب فيه
5. في حالة الاغذية الحاوية على الرطوبة معتدلة فيمكن حفظها لمدة طويلة من خلال:

أ. عدم تجاوز نسبة الرطوبة في الغذاء عن (15-40)%
ب. إضافة بعض المواد كالسكر آو الملح لزيادة تركيز وسط الغذاء وتقليل الرطوبة فيه بحيث تكون قيمة aw دون 0.80
جـ. إضافة antifungal لمنع نمو بعض الاعفان او الخمائر
د. ثبوت قيمة ال pH في الغذاء بحيث تمنع نمو الميكروبات وحسب نوع الغذاء.

## 4. تشعيع الاغذية Food irradiation:

يستخدم الإشعاع في السيطرة على الأحياء المجهرية في مجالات متعددة مثل تعقيم المختبرات وصالات العمليات في حفظ الاغذية . وفي مجال حفظ الاغذية يتم تسليط الإشعاع خلال الغذاء المصنع لقتل الأحياء المجهرية الموجودة قبل ان يؤدي نموها في الغذاء إلى تلفه وتكوين السموم فيه بالإضافة الى تغيير خواصه الكيميائية والفيزيائية.

### الأشعة المستخدمة في حفظ الاغذيةRadiation used in food preservation:

1. الأشعة الفوق البنفسجية U.V ray : **Ultraviolet radiation**

لاتؤدي هذه الأشعة إلى تأين الجزيئات المتعرضة لها, لكنها تمتص من قبل الحوامض النووية والبروتين عند تعرضها لها وتغير من الصفات الكيميائية للخلية والتي تؤدي الى إحداث الطفرة او قتل الخلايا المايكربية .

لايمكن لهذه الأشعة اختراق الاغذية ولذا فهي تستخدم في تعقيم أسطح الاجبان ومعامل الاغذية وسطح المحاليل السكرية وأنواع العصائر والمخللات. كما تستخدم لقتل الاعفان في الخطوط الإنتاجية للحوم.

2.الأشعة المؤينة Ionizing:

أ. أشعة كاما Gamma ray: تحمل موجات هذه الأشعة طاقة كافية لتأين جزيئات المادة المعرضة لها وبصورة خاصة جزيئات الماء فتقتل الأحياء المجهرية دون رفع درجة الحرارة , ويطلق عليه التعقيم البارد . تنفذ هذه الأشعة الى عمق الغذاء وتستخدم في بسترة وتعقيم الاغذية لإطالة فترة حفظها , مثل بسترة اللحوم والأسماك وسطح البيض.

ب. الأشعة السينية X-ray : تؤدي إلى تأين جزيئات المادة المعرضة لها لكن بكفاءة اقل مقارنة بأشعة كاما.

3. الأشعة تحت الحمراء Infrared ray: وهي ذات أطول موجية اكثر من الأنواع السابقة لذلك تحمل طاقة اقل ولا تؤذي إلى تأين جزيئات المادة المتعرضة لها. وإنما تسبب زيادة في درجة حرارتها. تستخدم هذه الأشعة في تحطيم الاعفان في الخبز والمعجنات , كذلك في بسترة بعض المنتجات الكحولية وتستخدم بكثرة في مجال تعقيم جبس البطاطا قبل التعليب

0ان وحدة قياس الاشعاع هي الراد Rad وهو الطاقة الممتصة من قبل غرام واحد مادة غذائية او مادة عضوية وتساوي 6,2* $10^{13}$الكترون فولت/غرام. او تقاس بالكيلو راد ويساوي الف راد او ميغاراد Mard ويساوي مليون راد.

* تأثير الإشعاع على ميكروبات الغذاء The effect of radiation on microbial food :

يكون تأثير الإشعاع على الميكروبات بصورتين:

أ. مباشرة Direct hit: ويكون التأثير عل مناطق حساسة ومهمة في الخلية الميكروبية وتسمى الهدف الحساس Sensitive target ويؤدي إلى تغيير في تركيبها وعملها نتيجة امتصاصها الطاقة المتولدة من الإشعاع واهم هذه المناطق الحساسة هي الأحماض النووية.

ب. غير مباشرة: يكون التأثير على جزيئات الخلية وأحداث التأين فيها خاصة في جزيئة الماء والايونات الناتجة والجذور الحرة الناتجة والتي تتفاعل مع مكونات الخلية وتقيد عملها وتغيير من تركيبها. من هذه الايونات الهايدروكسيل (OH) ذو التأثير الشديد على الخلايا الميكروبية كعامل مؤكسد لان اتحاد ايونين منه يتكون مركب التأثير الشديد على الخلايا المايكروبية كعامل مؤكسدة لان اتحاد ايونين منه يكون مركب ($H_2O_2$) Peroxide لذلك وجود كاتاليز في الغذاء قد يحمي الميكروب من هذا المركب0

$$OH+OH \rightarrow H2O2$$

تختلف الميكروبات فيما بينها بالنسبة لحساسيتها للإشعاع كما تختلف عن الكائنات الحية الراقية فهي أكثر مقاومة للإشعاع من الكائنات الحية الأخرى . وفيما يلي جدول يبين الجرعة القاتلة (بالراد) لكل من الأحياء المجهرية وكائنات أخرى.

| الكائن الحيThe organism | الجرعة القاتلة( راد ) Lethal dose (rad) |
|---|---|
| اللبائن | 1000 – 500 |
| الحشرات | 100000 -1000 |
| بكتريا غير مكونة للسبورات | 1000000-5000 |
| بكتريا مكونة للسبورات | 1000000- 5000000 |

| | |
|---|---|
| الفيروسات | -1000000<br>20000000 |

## العوامل المؤثرة على مقاومة الميكروبات للإشعاع Factors affecting on microbial resistance to radiation :

1. نوع الميكروب Type of microbe : تكون عموماً البكتريا الموجبة لصبغة غرام أكثر تحملاً للإشعاع من البكتريا السالبة لصبغة غرام, كما تكون البكتريا المكونة للسبورات أكثر مقاومة من البكتريا غير المكونة للسبورات.

**من الأجناس البكترية الحساسة للإشعاع:**

*Pseudomonas , Proteus , Salmonella*

**ومن الأجناس المقاومة للإشعاع :**

Gram (-ve)

*-Moraxella , Acinetobacter*

Gram (+ve)

*Micrococcus , Staphylococcus*

أن البكتريا أكثر مقاومة للإشعاع من الخمائر والاعفان , وان الخمائر أكثر مقاومة للإشعاع مقارنة مع الاعفان .

2. عدد الميكروبات The number of microbes آن زيادة عدد الخلايا الميكروبية يقلل من فعالية التشعيع ويحتاج الى مضاعفة الجرعة المستخدمة لتحقيق الغرض من التشعيع.

3. تركيب الغذاء The composition of food : هناك مركبات كيميائية في الغذاء تزيد من حساسية الميكروبات للإشعاع كالأملاح والأحماض , فيما تزيد بعض المواد كالدهون والبروتينات من مقاومة المايكروبات للإشعاع.

4. $O_2$: تزداد مقاومة المايكروبات للإشعاع عند غياب O2 في الوسط اوعند إضافة مواد مختزلة إلى الوسط فمثلاً تزداد مقاومة بكتريا *E.coli* ثلاثة إضعاف عند غياب O2 من الوسط المعرض للإشعاع.

5. ظروف الغذاء المشعع Conditions of irradiated food: الغذاء ألحامضي تكون فيه المايكروبات أكثر حساسية للإشعاع كما ان الغذاء الساخن يزيد من حساسيتها بينما المجمد يزيد فيه مقاومتها . رطوبة الغذاء أيضا تزيد من حساسية المايكروبات للإشعاع فمثلاً تكون البكتريا في الحبوب والطحين والبقوليات أكثر مقاومة للإشعاع من البكتريا المتواجدة في الحليب او اللحوم.

6. عمر المايكروبات Age of microbes : اقل مقاومة للبكتريا ضد الإشعاع عندما تكون الخلايا في طورها الثاني (اللوغارتمي) اي أنها حساسة للإشعاع , في حين تزداد مقاومتها عندما تكون في الطور الأول والثالث.

## * تأثير الإشعاع على الغذاء The effect radiation on food:

يؤدي التشعيع الى حدوث عدد من المتغيرات في الغذاء منها:

1. بروتينات الغذاء Food proteins : يؤدي الإشعاع الى فقدان البروتين خواصه الطبيعية Denaturation وتغير في الخواص الفيزيائية مثل درجة الذوبان واللزوجة.

Protein ---→Peptone
Polypeptide
Peptide

Amino acids
NH2+H2+CO2+H2S+Carbonyl or amide

أن الانزيمات وهي مواد بروتينية تتأثر أيضا بالتشعيع وبعضها يكون حساس جداً له.

2. والكاربوهيدراتCarbohydrates : يحدث للكاربوهيدرات عملية تكسر Depolymerization او عملية بلمرة للسكريات البسيطة Polymerization كما تتحول السكريات البسيطة الى مركبات مثل Formaldehydeاو Uronic acid وغيرها ويكون بعضها سام للمستهلك .ويكون تأثير الاغذية السكرية بالإشعاع أكثر من البروتين لذا لا يسمح بتشعيع الاغذية السكرية نهائيا.

3. الدهون Lipids: يؤدي التشعيع الى تزنخ الدهون وتحللها , حيث تنكسر الأواصر بين أحماضها ويحدث تحلل لها ونزع ثاني اوكسيد الكربون وبلمرة تتولد فيها الكينات وبيروكسيدات والديهايدات وكيتونات وغيرها من المواد السامة.

4. الفيتامينات Vitamins : تكون الفيتامينات حساسة للإشعاع خاصة فيتامين C , وكذلك تتأثر فيتامينات مجموعة B والفيتامينات الذائبة في الدهون مثل K,E,D,A لكن بدرجات متفاوتة.

5. الرائحةSmell : عند استخدام جرعات كبيرة من الإشعاع تؤدي إلى ظهور روائح غير مرغوبة في الغذاء المشعة.

**- الجرع المستخدمة في تشعيع الاغذية Doses used in food irradiation:**

تقسم الجرع المستخدمة في تشعيع الاغذية الى ثلاثة مجاميع:

1. الجرع الواطئة Low doses :

وتكون مابين 1-100 كيلو راد ينصح باستخدامها لأبطال تزريع الخضر أثناء التخزين لفترة طويلة مثل البصل البطاطا والثوم , كما تستخدم لإنضاج الفواكه .

2. الجرع المتوسطة Medium doses :

وتكون مابين 10-1000 كيلو راد لاختزال عدد الأحياء المجهرية على سطح الاغذية مثل اللحوم والأسماك والفواكه والخضر خاصة البكتريا السالبة لصبغة غرام.

3. الجرع العالية High doses :

وتكون مابين 1-5 ميكاراد وتقضي على جميع الأحياء المجهرية والكائنات الحية في الغذاء عدا الفيروسات ولكنها تؤثر سلبياً على القيمة الغذائية للغذاء . وتستخدم هذه الجرع عادة عندما يراد حفظ الاغذية لفترة طويلة جدا