صناعات غذائية – المرحلة الرابعة

إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز

المحاضرة (١)

الأغذية Aliments هي جملة المواد العضوية واللاعضوية التي تستهلكها الكائنات الحية للاستفادة من الطاقة الكامنة فيها أو من الجزيئات المكونة لها لضمان حياتها ونموها وحركتها.

وأما التغذية Alimentation فهو جملة العمليات التي يقوم بها الجسم لتناول الغذاء وامتصاصه والإفادة منه وفق حاجاته.

– تقسم الاغذية إلى ثلاث مجاميع بحسب العناصر الغذائية التي تحتويها ووظائفها:

- **اغذية الطاقة:**

تمد الجسم بالطاقة اللازمة للنشاط والحيوية، مثل: الحبوب بأنواعها ومنتجاتها – السكريات – الدهون الحيوانية والنباتية.

- **اغذية البناء:**

تختص بالنمو وتجديد خلايا الجسم، وهي مصادر البروتين الحيواني والنباتي.

- **أغذية الوقاية :**

هي مصادر الفيتامينات والأملاح المعدنية كالخضراوات والفواكه والعصائر، وتكمن اهميتها في الوقاية من الأمراض وزيادة مقاومة الجسم لها.

النظام الغذائي

يرتكز أي نظام غذائي متوازن على ركيزتين أساسيتين هما:

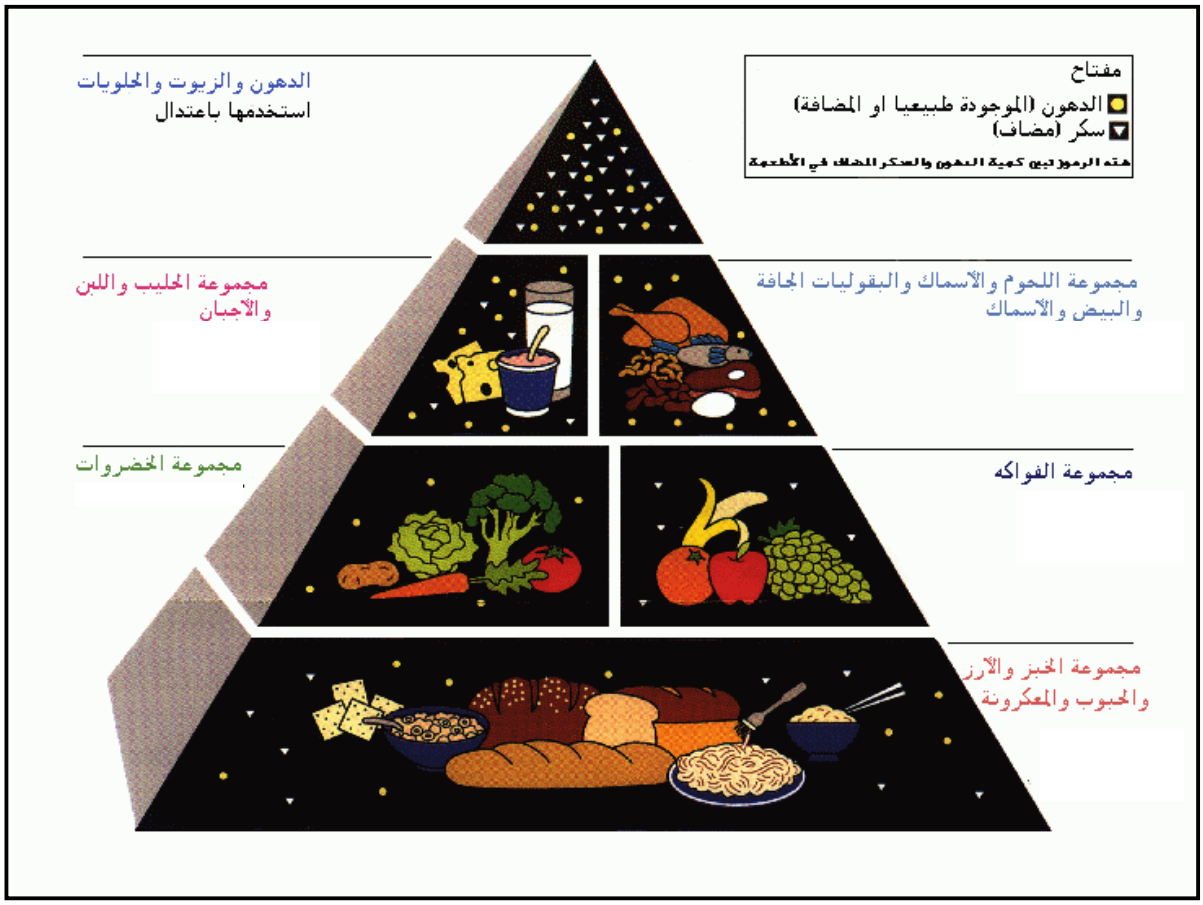
١ – التنوع الغذائي. ٢ – التوازن الغذائي.

التنوع الغذائي:

احتواء الوجبة الواحدة قدر الإمكان على جميع العناصر الغذائية من الهرم الغذائي (مجموعة الحليب ومشتقاته، مجموعة اللحوم وبدائلها، مجموعة النشويات والسكريات، مجموعة الخضروات ومجموعة الفواكه).

الهرم الغذائي:

الهرم الغذائي هو عبارة عن رسم بياني تظهر فيه المجموعات الغذائية على شكل ألوان ترمز لتلك المجموعات. ويحتوي الهرم الغذائي على المجموعات الغذائية الخمس الرئيسية التي يجب على كل شخص الالتزام والعمل بها وهذا الهرم هو بمثابة المرشد الذي يدلنا على الكميات الصحية التي يجب تناولها من الاغذية، ونجد ان هذه المجموعات الغذائية الخمس تمد الجسم بالمواد الغذائية اللازمة لبناء ونمو جسمه ولا تحل مجموعة منها محل الاخرى لان لكل واحدة منها فائدة مختلفة وتتكون هذه المجموعات الخمس من:



١- **مجموعة اللحوم:** اللحوم الحمراء، الطيور، الأسماك: أهميتها :تمد الجسم بالبروتينات والفيتامينات والعناصر المعدنية.

٢- **مجموعة الألبان:** أهميتها :تعتبر الألبان مصدرا هاما للبروتينات والفيتامينات والمعادن، كما أنها تمدنا بالكالسيوم.

٣- **مجموعة الخضروات :** أهميتها :تمد الجسم بالفيتامينات كما تمده بالمعادن وهى مجموعة قليلة في دهونها ومصدر هام للألياف. وتوجد أنواع متعددة من الخضراوات :

- خضراوات نشوية مثل البطاطا والذرة.

- بقوليات ومنها الفاصوليا، والحمص.
- خضراوات ورقية مثل: السبانخ، والبروكلى.
- خضراوات ذات لون أصفر داكن مثل الجزر.
- وأنواع أخرى من الخضراوات: الخس، والطماطم، والبصل، والفاصوليا الخضراء.

٤- **مجموعة الفواكه:** أهميتها: تمد الفاكهة وعصائرها الجسم بكمية كبيرة من الفيتامينات كما أنها قليلة الدهون والأملاح.

٥- **مجموعة الخبز، الحبوب، الأرز:** تعتبر مصدرا هاما لإمداد الجسم بالطاقة والفيتامينات والألياف والمعادن.

التوازن الغذائي:

تناول الشخص وجباته الغذائية بالكميات التي يحتاج إليها جسمه بلا زيادة ولا نقصان، ويتم تقدير ذلك وفق: الطول – الوزن –العمر – المجهود المتمثل بالطاقة المبذولة – الحالة الصحية.

الغذاء الصحي:

لا بد أن تجتمع بالغذاء الصحي عدة شروط، يتقدمها الأتي:

- اكتمال عناصره الغذائية بحسب السن والجنس والحالة الفسيولوجية.
- أن يكون متنوعا ومقبول الشكل.
- أن يكون خاليا من الملوثات الكيميائية أو البيولوجية.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٢)

مكونات الغذاء

يتكون الغذاء من قسمين رئيسين : القسم الاول الجزء السائل (الماء) والثاني الجزء الصلب، فعند تبخر الماء من المادة الغذائية فان ما يتخلف هو الجزء الصلب ونطلق عليه، المواد الصلبة الكلية Total solids او المواد الصلبة، والمواد الصلبة الكلية تنقسم بدورها الى قسمين:

الأول المواد الصلبة القابلة للذوبان في الماء ويطلق عليها بالمواد الصلبة الذائبة Total solublw solids او باختصار TSS ومن امثلة ذلك السكريات، الاحماض العضوية واملاحها وبعض الفيتامينات.

والقسم الثاني هي مواد صلبة غير ذائبة في الماء مثل الكاربوهيدرات المعقدة والدهون وبعض المركبات النتروجينية وبعض الفيتامينات.

كما ويمكن ان تُصنف الأغذية كيمياوياً الى مواد عضوية (بروتينات وسكريات ودهون) ولاعضوية (معادن).

كما وتصنف حسب كمية الحاجة إليها إلى مواد رئيسة وعناصر زهيدة oligo-elements كالفيتامينات والمعادن.

ويمكن تقسيم مكونات الغذاء الى عدة مجاميع رئيسة تشمل :

– الماء	– الكاربوهيدرات	– البروتينات	– اللبيدات (الدهنيات)	– العناصر المعدنية
– الفيتامينات	– الحوامض العضوية	– مواد التلوين (الصبغات)	– الانزيمات	– مواد النكهة
– المواد المؤكسدة ومضادات الاكسدة				

1 – الماء :

يعد الاساس في التغذية، حيث يستطيع الانسان ان يعيش لاسبوع او اكثر بدون غذاء ولكنه لايستطيع المقاومة اكثر من يوم او يومين بدون ماء وهو من مكونات الغذاء الرئيسة وتتفاوت نسبة وجوده تفاوتا كبيرا، حيث تشكل في الفواكه والخضروات 80 - 95 %، الحلويات ٧ – ٤٠%، العسل ٢١%، السكر ١%، اللحوم ٤٥ – ٦٢%، الاسماك ٧٢ – ٧٨%، الحليب ٨٧%، المشروبات الغازية ٩٠%، ويتأثر الكثير من صفات الغذاء وقيمته الغذائية وقابلية حفظه بنسبة الرطوبة التي يحتويها، فمثلا تتأثر الصفات الاستحلابية وقوام ونقطة انجماد وانصهار المادة الغذائية بكمية الرطوبة التي تحتويها، وتتناسب القيمة الغذائية تناسب عكسيا مع نسب الرطوبة، **اما اهمية الماء فتعود الى :**

أ – ان جميع تفاعلات الايض في الجسم تتم في وسط مائي.

ب – ان الماء يساعد في عمليات المضغ والبلع والهضم ويشكل وسطاً ملائماً للتفاعلات المختلفة في الجهاز الهضمي.

ج – الماء ينقل الغذاء المهضوم ويوزعه على جميع اجزاء الجسم.

د – يساعد في اخراج بقايا الجهاز الهضمي عن طريق البراز.

هـ – يساعد في التخلص من الاملاح المعدنية الزائدة عن طريق البول والعرق.

و – تنظيم حرارة الجسم.

ز – ان الماء ضروري لنمو ونشاط الاحياء المجهرية والتفاعلات الكيميائية والانزيمية.

ح – الماء هو الوسط الذي ينقل O_2 و CO_2 والمواد الغذائية الذائبة من جزء لاخر داخل الجسم.

وان السبب الرئيس للتلف السريع لكثير من الاغذية ناتج من ارتفاع نسبة الرطوبة فيها، لذا يعتمد العديد من طرق الحفظ على تقليل المحتوى الرطوبي وجعلها غير كافية لنمو ونشاط الاحياء المجهرية والتفاعلات الانزيمية المسببة لتلف وفساد الغذاء ومن امثلة ذلك التجفيف والتمليح واضافة السكر، وان الماء الموجود في الغذاء بحالات مختلفة منها الماء الحر Free water كما في حالة عصير الطماطا وقطرات صغيرة للماء المستحلب كما في حالة الزبد، ويرتبط الماء كيميائياً كما في بعض البلورات السكرية، وان بعض اشكال الماء المرتبط Bound water يصعب فصلها من الغذاء حتى بالتجفيف، ويحتاج جسم الانسان العادي حوالي 2 - 3 لتر ماء / يوم.

2 – الكاربوهيدرات :

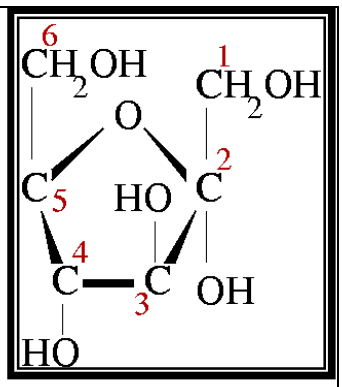
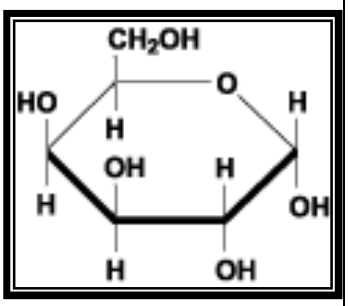
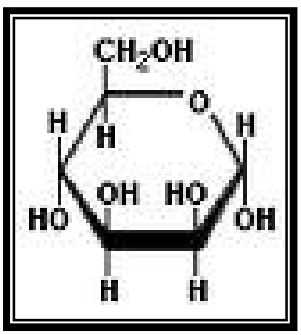
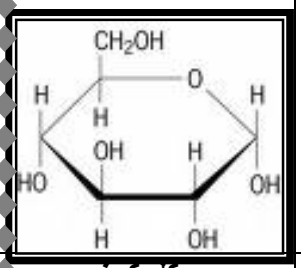
هي مواد عضوية وتشمل الكاربوهيدرات عدداً كبيراً من المركبات التي توجد في الطبيعة ويدخل في بنائها ثلاثة عناصر أساسية هي الكربون والهيدروجين والأوكسجين . وأن النسبة بين الهيدروجين والأكسجين هي ٢:١ كنسبة وجودهما في الماء ، ومن هنا جاءت التسمية مركبات الكربون المائية (كاربوهيدرات).

وتعتبر السكريات والنشا والسليلوز والبكتين اهم الكاربوهيدرات التي تحتويها الاغذية، وتكون الكاربوهيدرات حوالي 85 - 90% من المواد الصلبة التي تدخل في تركيب الاغذية النباتية وهي من المصادر الرئيسة للطاقة في تغذية الانسان، وان معدل الاحتياج اليومي للانسان البالغ 500–800 غم/يوم وهذا يتوقف على نوع العمل والجهد الذي يبذله، **وتقسم كالاتي:**

أ – السكريات البسيطة:

السكريات الاحادية Monosaccharide $C_6H_{12}O_6$

يطلق على قسم منها الهكسوزات Hexoses لاحتوائها 6 ذرات كاربون وتحتوي 6 ذرات اوكسجين و12 ذرة هيدروجين، وتختلف في موقع الاوكسجين والهيدروجين حول الحلقة وهذه الاختلافات تسبب التباين في درجة ذوبانها وحلاوتها ومدى استفادة الاحياء المجهرية منها وخواص اخرى ومن امثلتها الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز والمانوز.

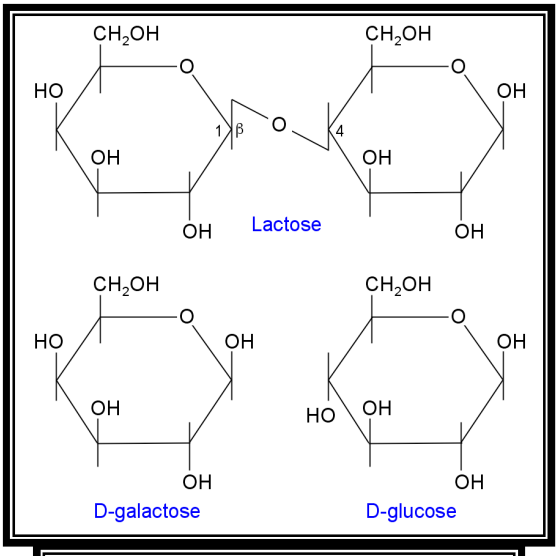
فركتوز	كالاكتوز	مانوز	كلوكوز
			

ويطلق على سكر الكلوكوز سكر العنب او سكر الدم او الدكستروز Dextrose ويوجد في الكثير من الفواكه والخضراوات، ويحصل عليه الجسم من تحلل العديد من الكاربوهيدرات ذات الاوزان الجزيئية الكبيرة كالنشا، اما الفركتوز ويطلق عليه سكر الفواكه او اللفيولوز Levulose ايضا فانه يوجد في كثير من الفواكه بجانب الكلوكوز وترجع اهميته الفسلجية الى تحوله الى كلوكوز وتكوين الكلايكوجين في الكبد الذي يتحلل بدوره لينتج الكلوكوز في الدم، وان الكالاكتوز ينتج من تحلل اللاكتوز (سكر الحليب) اما بالحامض او بالانزيمات الهاضمة ويتحول الى كلايكوجين في الجسم.

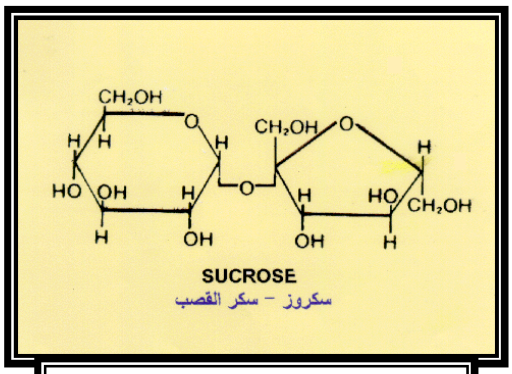
السكريات الثنائية Disaccharide $C_{12}H_{22}O_{11}$

تنتج هذه السكريات من اتحاد سكرين احاديين ومن امثلتها السكروز Sucrose والمالتوز Maltose واللاكتوز Lactose، اما السكروز فانه اكثر السكريات الثنائية توفراً في الفواكه والخضراوات، حيث يكسبها الحلاوة بجانب الكلوكوز والفركتوز، ويتحلل السكروز بواسطة الحوامض او الانزيم الى السكريات الاحادية التي تكونت منها أي الكلوكوز والفركتوز ويطلق على عملية التحلل هذه بالتحول او الانقلاب Inversion ومزيج السكرين الناتجين بالسكر المحول Invert sugar ولو اعطيت درجة الحلاوة (%) للسكروز 100 فان حلاوة الكلوكوز 74 والفركتوز 173، ونستنتج من ذلك ان حلاوة السكر المحول الناتج من تحلل السكروز هي اكثر من السكروز نفسه، ويطلق على السكروز سكر البنجر او سكر القصب ايضا ولايتعرض السكروز للتخمر مباشرة بل يتحلل اولا الى السكر المحول بواسطة انزيم الانفرتيز Invertase الموجود في الخميرة، وفي المعدة يتحلل بالحامض حيث لا يوجد في العصارة المعدية انزيم يحلله، ولكن يتحلل ما يوجد منه في الامعاء بواسطة انزيم الانفرتيز.

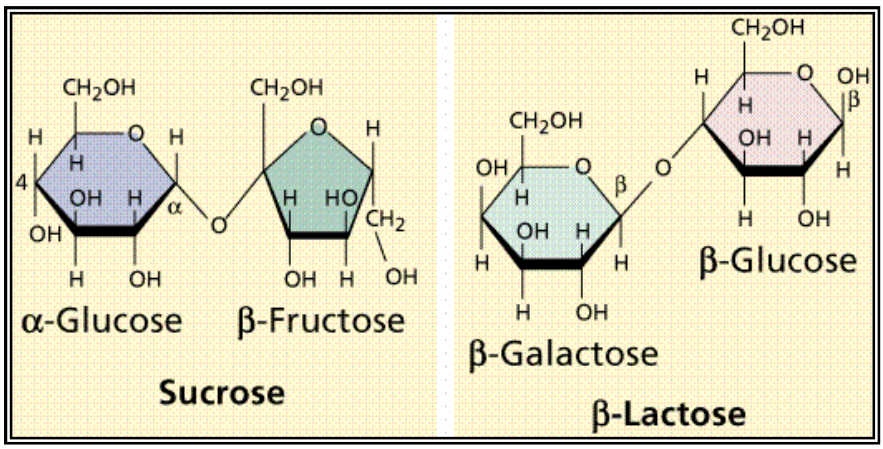
اما المالتوز فهو ايضا سكر ثنائي يتكون من جزيئتي كلوكوز وهو احد نواتج تحلل النشا وخصوصا بواسطة انزيمات الاميليزس Amylases، في حين اللاكتوز فيتكون من جزيئة كلوكوز وجزيئة كالاكتوز، ويوجد في حليب الانسان بنسبة 6-7% وفي حليب الابقار بنسبة 4.5-5% وعند تحلله بالحامض او انزيم اللاكتيز Lactase او β- Galactosidase ينتج الكلوكوز والكالاكتوز.



سكر اللاكتوز سكر الحليب



سكر السكروز سكر البنجر او سكر القصب.



السكريات الثلاثية:

تحتوي هذه السكريات على ثلاث جزيئات من السكريات الاحادية مثال ذلك الرافينوز Raffinose ويتكون من الفركتوز والكلوكوز والكالاكتوز ويوجد في البنجر السكري بكميات قليلة.

ب – السكريات المتعددة Polysaccharide $(C_6H_{10}O_5)_n$):

النشا Starch:

يوجد النشا في النباتات بشكل حبيبات ذات اشكال واحجام متميزة تختلف باختلاف مصدرها، يتكون النشا في النباتات من مكونين رئيسين وهما الاميلوز Amylose والاميلوبكتينAmylopectin ، ويوجد الاميلوز بنسبة 1– 30% بينما ينتج الاميلوبكتين 70 – 99% من تركيب النشا، ويتكون كل من الاميلوز والاميلوبكتين من اتحاد العديد من جزيئات الكلوكوز، ويكون الاميلوز على شكل سلسلة مستقيمة ترتبط فيها جزيئات الكلوكوز باصرة الفا 1 – 4 α - D- glucose 1,4 بينما يكون الاميلوبكتين على شكل سلاسل متشعبة ترتبط فيها جزيئات الكلوكوز باصرة الفا 1– 6 α - D- glucose 1,6.

ولا يذوب النشا في الماء البارد وذلك بسبب وجود طبقة بلورية محيطة به ولكن اذا حضر معلق من النشا في الماء وسخن المعلق الى درجة حرارة معينة واستناداً الى مصدر النشا فان حبيبات النشا تمتص الماء وتتضخم فينفجر الجدار الخارجي وتختلط المحتويات بالماء فتتكون عجينة لزجة هلامية، وتسمى هذه العملية بالتهلم Gelatinization وهذا يحدث في 65 – 67م ° وعند تبريد المحلول الناتج تزداد لزوجته ويصبح هلامي الشكل وتزداد صلابة الهلام ولزوجته بزيادة الاميلوز، ويستفاد من هذه الظاهرة في صناعة الكاسترد والمحلبي، ويستخدم النشا في صناعات عديدة مثل صناعة الحلويات وتحضير سكر الكلوكوز وصناعة الكحول والصناعات النسيجية ...الخ.

السليلوز Cellulose:

يتكون السليلوز من جزيئات الكلوكوز المتصلة بهيئة بيتا 1 – 4 فهي من الالياف الغذائية غير الذائبة في الماء، وليس للسليلوز قيمة غذائية للانسان لخلو العصارات الهاضمة من انزيم يحلل هذه المادة ولكنه يفيد في تنظيم اعمال الجهاز الهضمي، والسليلوز بكميات قليلة ضروري لجسم الانسان لانه يسبب للغذاء مرونة او ليونة وله فائدة في فسلجة التغذية وحركة الغذاء في الأمعاء تلافياً لحدوث حالة الإمساك.

المركبات البكتينية Pectic substances:

تتكون المواد البكتينية بصورة عامة من جزيئات حامض الكالاكترونيكGalacturonic acid واسترات هذا الحامض مع الكحول المثيلي، اما البروتوبكتين فهو الجزء غير الذائب في الماء ويوجد بصورة طبيعية في النباتات وعند تسخين الانسجة النباتية الغنية بالبروتوبكتين مثل التفاح وقشور الحمضيات بوجود الماء مع قليل من الحامض يتحول البروتوبكتين الى مادة قابلة للذوبان تدعى البكتين، ويمكن ان يحدث هذا التحول طبيعيا في الانسجة النباتية عند زيادة النضج او التلف بالانزيمات، ويستخدم في صناعة الجلي

والمربيات لإكسابها القوام الهلامي عند اضافة السكر والحامض، كما ان البكتين هو السبب في إكساب معجون الطماطة اللزوجة والقوام الكثيف وتضبب عصير الحمضيات وخصوصا البرتقال.

– وان للمواد النشوية والسكرية دورا مهما في تغذية الانسان، فمثلا يتحول النشا داخل الجسم بتأثير الاميليز الموجود في اللعاب وعصارة البنكرياس الى سكر الكلوكوز والمالتوز، ويمتص السكر الناتج من التحلل تدريجيا من قبل الجسم وبذلك يمكن القول ان النشا يحافظ على ثبات مستوى السكر في الدم، بينما في حالة تناول السكريات الاحادية فان هذه السكريات تمتص وتنتقل الى الدم بسرعة اكبر، وتفيد هذه الحالة في تغذية المرضى وفي حالات الارهاق البدني والذهني التي تتطلب ايصال الكلوكوز الى الدم بسرعة، ويمكن للسكريات والدهون تعويض احدهما بالاخر جزئيا عند حاجة الجسم اليهما.

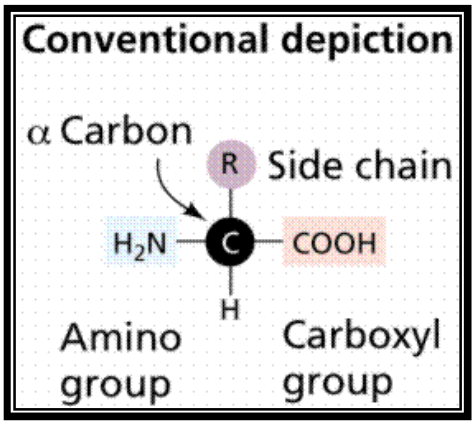
صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٣)

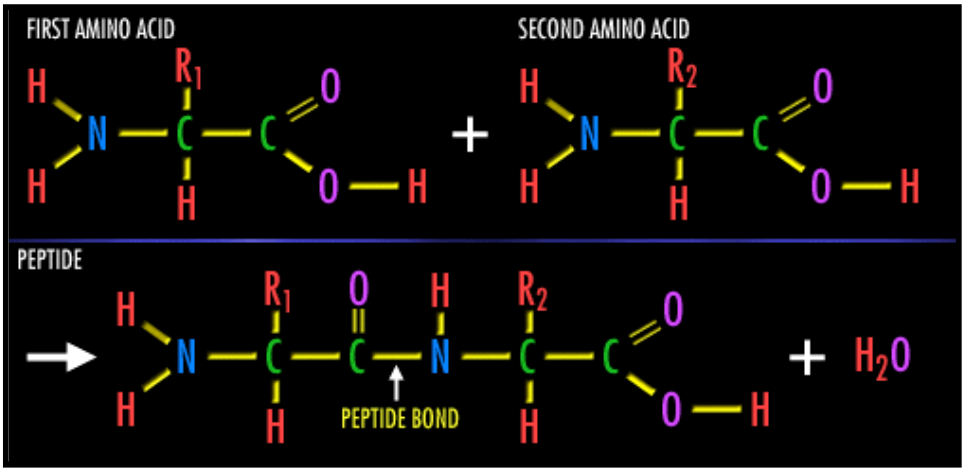
3– البروتينات :

تتكون جزيئة البروتين من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين وتحتوي بعض البروتينات على الكبريت والفسفور ومعادن اخرى مثل الحديد والنحاس والزنك واليود .. ورغم ان البروتينات موجودة في النباتات بكمية اقل من الكاربوهيدرات لكنها تلعب دوراً اساساً فيها، حيث انها مهمة للحياة وتغذية الانسان والحيوان حيث تكون ضرورية لنمو وتجدد الانسجة، كما انها من المكونات الاساسية للانزيمات والمضادات وسوائل الجسم.

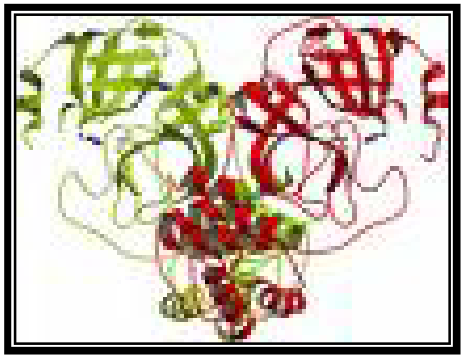
– تعتبر البروتينات من أهم المركبات الغذائية وذلك لأنها تحتوي على (النيتروجين) والذي يمثل كمتوسط نسبة ١٦% من البروتين ولذلك فعند تقدير البروتين يقدر (النيتروجين) ثم يضرب الناتج في (١٠٠÷١٦) = ٦.٢٥.

وتنشأ البروتينات من اتحاد عدد من الاحماض الامينية عن طريق ارتباط المجموعة الامينية (NH_2) بالمجموعة الحامضية (COOH) وان الاحماض الامينية هي مركبات عضوية تحتوي مجموعة امينية ومجموعة كاربوكسيلية وتمثل R تراكيب كثيرة متباينة اليها يرجع الاختلاف في وجود احماض امينية متعددة، وقد يكون الـ R ذرة هيدروجين فقط او سلسلة كاربونية مستقيمة او متشعبة او تركيباً حلقياً كما ان بعضها يحوي عنصر الكبريت، وعند ارتباط حامضين امينيين يسمى بالبتيدة الثنائية Dipeptide وفي حالة ارتباط عدة احماض امينية يطلق عليها البتيدة المتعددة Polypeptide.





اتحاد حامضين امينيين وتكون رابطة ببتيدية



والشكل التالي يوضح البروتين عندما تحاول الاحماض الامينية تكوين روابط مع احماض امينية بعيدة عنها في نفس البروتين مما يؤدي الى التفاف البروتين حول نفسه:

والجدول آلاتي يوضح الأحماض الأمينية المتواجدة في الأغذية :

التسلسل	اسم الحامض الأميني	اسم الحامض الأميني الأساسي
١	كلايسين	
٢	الانين	
٣	**فالين**	**فالين**
٤	**ليوسين**	**ليوسين**
٥	**ايزوليوسين**	**ايزوليوسين**
٦	سيرين	
٧	**ثريونين**	**ثريونين**
٨	حامض الاسبارتيك	
٩	اسباراجين	
١٠	حامض الكلوتاميك	
١١	كلوتامين	
١٢	ارجنين	
١٣	هيستدين	
١٤	**لايسين**	**لايسين**
١٥	سيستئين	
١٦	سيستين	
١٧	**ميثايونين**	**ميثايونين**
١٨	**فنيل الانين**	**فنيل الانين**
١٩	تايروسين	
٢٠	**تريبتوفان**	**تريبتوفان**
٢١	برولين	

وتتكون البروتينات من ٢١ حامضاً امينياً، وتختلف البروتينات فيما بينها نتيجة لاحتوائها على الحوامض الامينية بالنسبة الى عددها وكميتها وتسلسلها، ويكون ارتباط الحوامض الامينية بعضها من خلال اصرة ببتيدية.

وان ثمانية من الاحماض الامينية تكون ضرورية ولايمكن لجسم الانسان الاستغناء عنها بسبب عدم قابلية الجسم على تركيبها لذلك يطلق عليها بالاحماض الامينية الاساسية Essential Amino Acids ولذلك لابد من تناول الاغذية المحتوية عليها. اما بقية الحوامض الامينية فيمكن ان تتركب في الجسم من الحوامض الامينية الاساسية او من المركبات النتروجينية الاخرى، ولا يعني هذا ان الجسم لا يحتاج الى الاحماض الامينية غير الاساسية اذ انها مهمة بقدر اهمية الاحماض الامينية الاساسية، حيث ان التغذية بمواد غير حاوية على الاحماض الامينية تسبب خللاً في العمليات الحيوية كما تسبب في النهاية المرض وتوقف النمو وفقدان الوزن،

<u>وعلى هذا الاساس تقسم البروتينات الى :-</u>

١- **بروتينات كاملة القيمة الغذائية:** ويعتمد عليها في النمو والمحافظة على الحياة مثل بروتين اللحم والاسماك والحليب.

٢- **بروتينات ناقصة القيمة الغذائية جزئياً:** وهذه يمكن ان تحافظ على الحياة ولكن لا تكفي من اجل النمو الطبيعي ومنها بعض البروتينات في القمح والشعير.

٣- **بروتينات ناقصة القيمة الغذائية:** وهذه لايمكنها المحافظة على الحياة او النمو عند تناولها بوصفها مصدراً وحيداً للبروتينات في الغذاء ومنها الجلاتين وزين الذرة Zein، حيث زين الذرة خال تماماً من اللايسين وفقير للتربتوفان.

كما تقسم البروتينات استنادا الى ارتباط مركبات غير بروتينية معها أي حسب توفرها في الطبيعة الى المجاميع الاتية:-

أ – **البروتينات البسيطة Simple proteins:** وتتكون من الاحماض الامينية فقط وتتصف بذوبانها في المحاليل المائية مثل الالبومين في البيض والكلوبيولين في الدم.

ب – **البروتينات المرتبطة او المقترنة او مركبة Conjugated proteins:** وترتبط معها مركبات غير بروتينية مثل البروتينات الفسفورية Phospho proteins مثل Vitellin الذي يوجد في صفار البيض والبروتينات الكاربوهيدراتية Glycoproteins مثل الهيبارينHeparin الموجود في دم الثديات وتكون الاوزان الجزيئية لهذه البروتينات كبيرة جدا فهي تحتوي على مجاميع اخرى مثل الفسفور والسكريات الى جانب الحوامض الامينية.

ج – **البروتينات المشتقة Derived proteins:** وتشمل نواتج تحلل البروتينات بالطرق الكيميائية او الانزيمية مثل الببتونات Peptones والببتيدات Peptides والتي تكون عادة ذات اوزان جزيئية اقل من المركبات الاصلية.

دور البروتينات في حياتنا اليومية:

١- تقوم البروتينات بدور حيوي في جسم الكائن الحي.

٢- وظائف وصفات البروتينات الطبيعية.

أ- بروتينات تتخذ شكلاً خيطياً (ليفياً) كما في الشعر والصوف.

ب- بروتينات شبه كروية كما في البيض.

٣- أشهر المواد الحيوية البروتينية في أجسامنا : الإنزيمات – الهرمونات – الهيموكلوبين في الدم.

الكشف عن البروتينات :

١- يضاف هيدروكسيد الصوديوم للبروتين حتى يصبح قاعدياً.

٢- يضاف كبريتات النحاس(II) الثنائي.

٣- يظهر لون بنفسجي نتيجة لتكون معقد بنفسجي اللون.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٤)

مكونات الغذاء

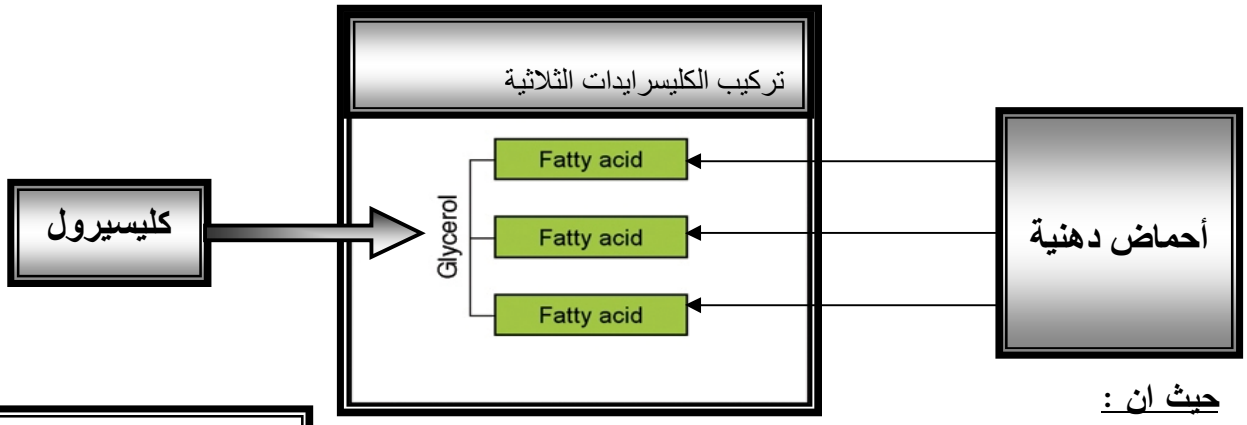
4 – الدهون (اللبيدات) Lipids:

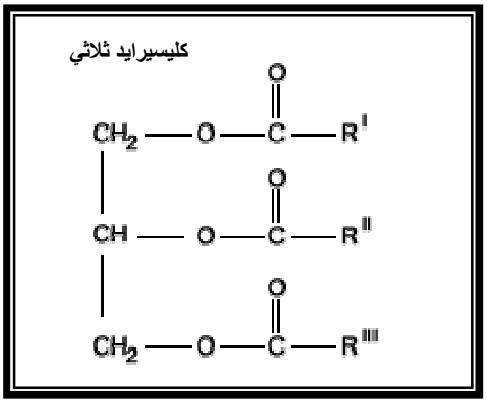
وهي مجموعة مركبات لاتذوب في الماء وتذوب في المذيبات العضوية مثل الايثر والكلوروفورم والبنزين والهكسين وغيرها، وهي تلعب دورا مهما في البروتوبلازم الحي وتشترك في ضبط نفاذية الخلية، وتعد مصدراً للفيتامينات الذائبة فيها مثل A , D , K , E .

وتقسم الدهون (اللبيدات) إلى ثلاث مجموعات رئيسة وتشمل الدهون البسيطة والمركبة والمشتقة:

١- الدهون البسيطة Simple lipids :

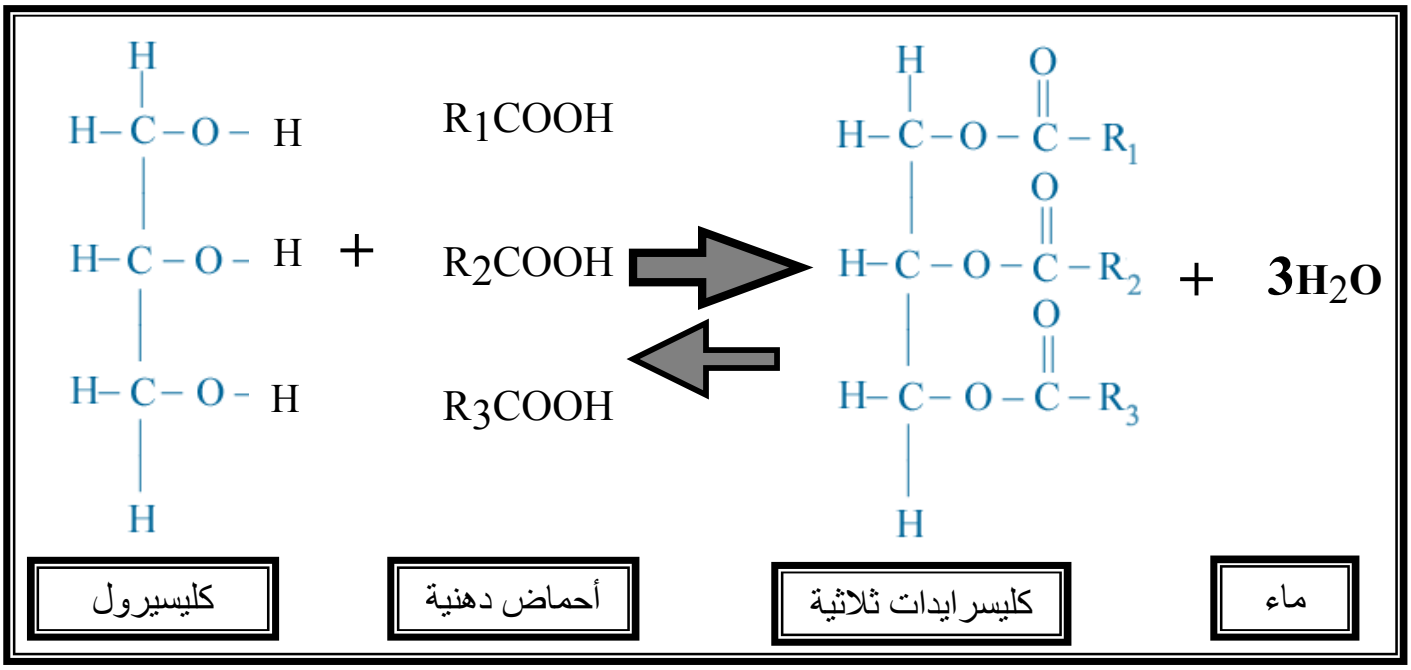
وتشمل الزيوت والدهون والشموع، حيث ان الزيوت والدهون هي عبارة عن كليسرول ثلاثي مرتبط مع ثلاثة احماض دهنية وتسمى بالكليسرايدات الثلاثية، وتشكل حوالي 97% من تركيب الزيوت والدهون.





حيث ان :

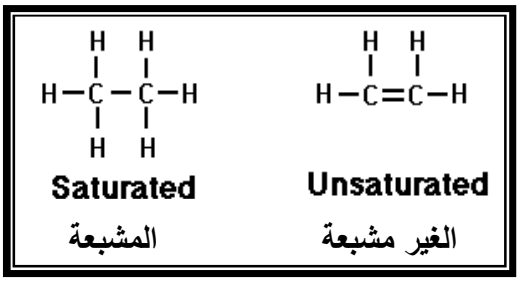
R_1, R_2 , R_3 هي جذور الحوامض الدهنية المختلفة، فاذا احتوت الكليسرايدات الثلاثية ثلاثة أحماض دهنية من النوع نفسه فيطلق عليها بالكليسرايدات الثلاثية المتجانسة اما اذا كانت مختلفة فيطلق عليها كليسرايدات ثلاثية مختلطة، وتنتج الكليسرايدات الثنائية والأحادية عند تحلل الكليسرايدات الثلاثية جزيئياً منتجة الاحماض الدهنية الحرة والكليسرول الحر، وتختلف الخواص الكيميائية والفيزيائية للكليسرايدات باختلاف الاحماض الدهنية التي تدخل في تركيبها.



شكل يبين تكوين الكليسيريدات الثلاثية.

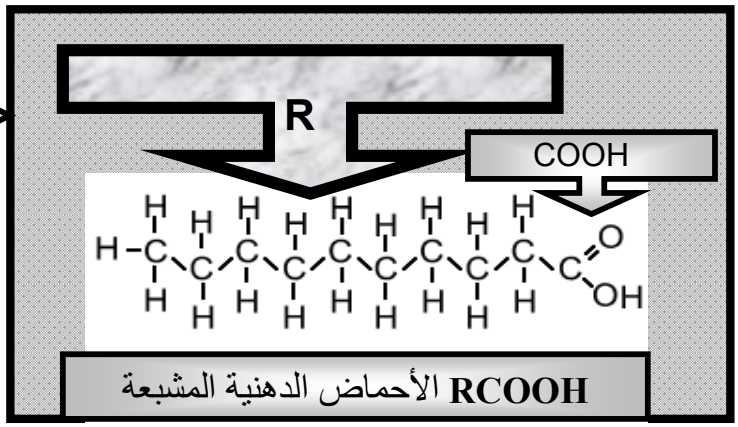
Fatty Acid

وهي مركبات عضوية تتكون من ذرات الكاربون المرتبطة بالهيدروجين وتحتوي على مجموعة الكاربوكسيل التي تكسبها الصفة الحامضية، وتتفاوت الاحماض الدهنية في طول سلسلتها وفي درجة تشعبها او عدم تشعبها، وتصنف الاحماض الدهنية التي تدخل في تركيب الزيوت والدهون الغذائية الى احماض دهنية مشبعة واحماض دهنية غير مشبعة.



١ - الاحماض الدهنية المشبعة $C_nH_{2n}O_2$ Saturated Fatty Acid

لا تحتوي هذه الأحماض على الأواصر المزدوجة، وتوجد في جميع الزيوت والدهون الغذائية الطبيعية وبنسب متفاوتة.

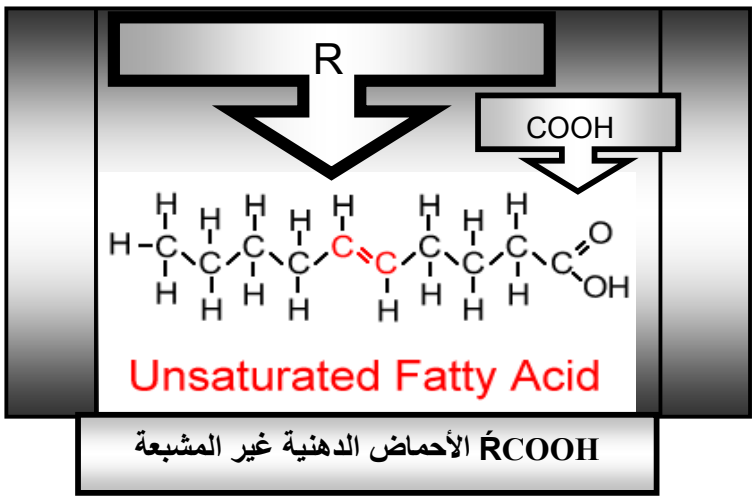


ومن الأحماض الدهنية المشبعة هي:

الأحماض الدهنية المشبعة	الصيغة الكيميائية
Butyric	$CH_3(CH_2)_2COOH$
Caproic	$CH_3(CH_2)_4COOH$
Caprylic	$CH_3(CH_2)_6COOH$
Capric	$CH_3(CH_2)_8COOH$
Lauric	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
Myristic	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
Palmetic	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
Stearic	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$

٢ - الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated Fatty Acid

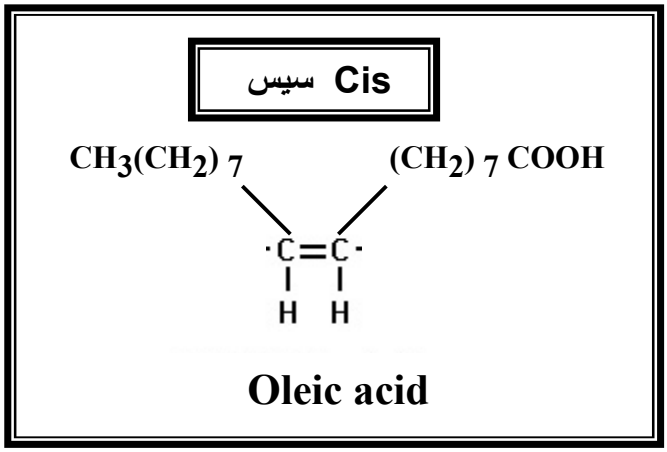
وتحتوي هذه الأحماض على الأقل اصرة مزدوجة واحدة وعلى الأكثر تحوي سبع أواصر مزدوجة، والأحماض الدهنية غير المشبعة قصيرة السلسلة نادرة الوجود في الزيوت والدهون الطبيعية، اما التي تحتوي على 10 - 14 ذرة كاربون فانها توجد بمقادير قليلة بينما توجد الأحماض الدهنية غير المشبعة التي تحتوي على 16 - 18 ذرة كاربون في الزيوت والدهون الطبيعية بكثرة.

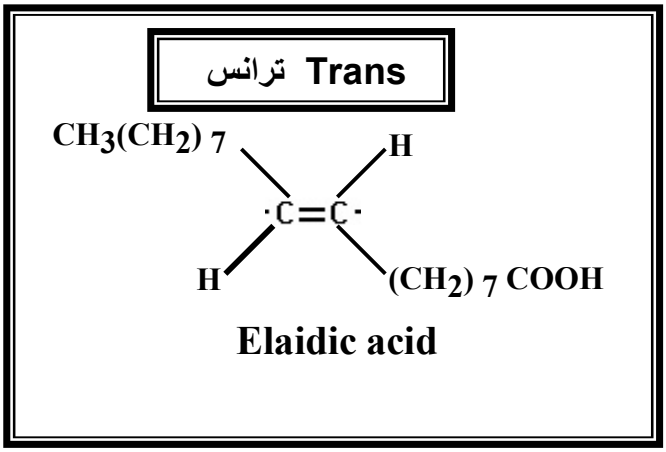


ويمكن أيجاز خواص الأحماض الدهنية غير المشبعة التي تنعكس على خواص الزيوت والدهون بالآتي:

١ – تكون درجة انصهار الأحماض الدهنية غير المشبعة واطئة مقارنة بالأحماض الدهنية المشبعة التي تحوي عدداً مسوياً من ذرات الكاربون وعلى هذا فأنها تجعل الزيوت والدهون التي تدخل في تركيبها اكثر سيولة.

٢ – للأحماض الدهنية غير المشبعة قابلية تكوين المتشابهات الهندسية فإذا كانت ذرات الهيدروجين المتصلة بالكاربون المرتبط بالأواصر المزدوجة في الجانب نفسه فان الترتيب يطلق عليه متناظر Cis وإذا كانتا في جانبين معاكسين فيطلق عليه متقابل Trans (هي مركبات لها نفس الصيغ الجزيئية والبنيوية، لكن الخواص الفيزيائية والكيميائية مختلفة)،وتؤدي العمليات التصنيعية الى تحول بعض الأحماض الدهنية من وضع Cis الى trans مما يؤدي بالتالي الى رفع درجة انصهار الزيت او الدهن.





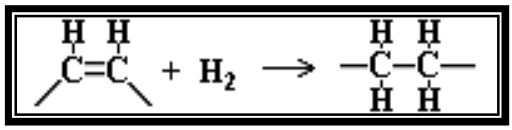
3 – يمكن للأحماض الدهنية غير المشبعة ان تتباين نتيجة اختلاف موقع الاصرة المزدوجة ويطلق عليها بالمشابهات الموقعية كما في حامض الاوليك والبتروسلنيك، وقد تحدث هذه الحالة عند هدرجة الزيوت.

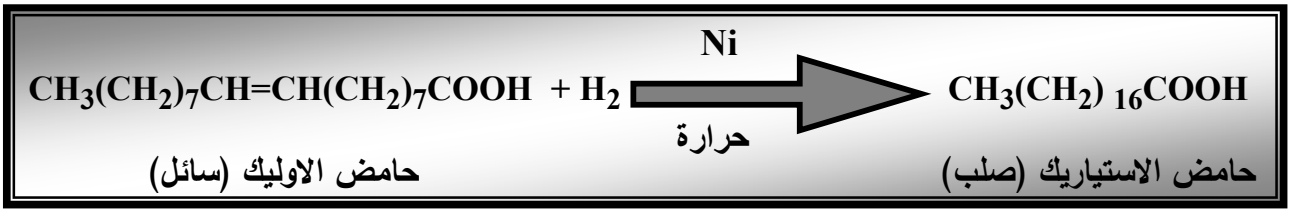
4 – في حالة احتواء الحامض الدهني غير المشبع على اكثر من اصرة مزدوجة فان مواقع الاصرة المزدوجة في السلسلة اما ان تكون متناوبة او غير متناوبة، والأحماض الدهنية التي تحتوي أواصر متناوبة تكون اكثر فاعلية من الناحية الكيميائية، حيث تتعرض للأكسدة والبلمرة وهي تكسب الزيوت والدهون قابلية الجفاف.

غير متناوب -CH=CH-CH_2-CH=CH-	متناوب -CH=CH- CH=CH-

5 – للأواصر المزدوجة القدرة على الدخول في تفاعل مع الهالوجينات كاليود، وتفيد هذه الخاصية في إعطاء الزيت او الدهن رقماً يودياً معيناً.

6 – يمكن إشباع الأواصر غير المشبعة بالهيدروجين في حرارة مناسبة تصل الى حوالي 220 م° مع استخدام محفز مناسب كمسحوق النيكل، وباستخدام ضغط عال للهيدروجين وفي أواني مغلقة، والحصول على أحماض دهنية مشبعة وتفيد هذه الخاصية في تحويل الزيوت السائلة الى دهون صلبة وتسمى هذه العملية بالهدرجة.

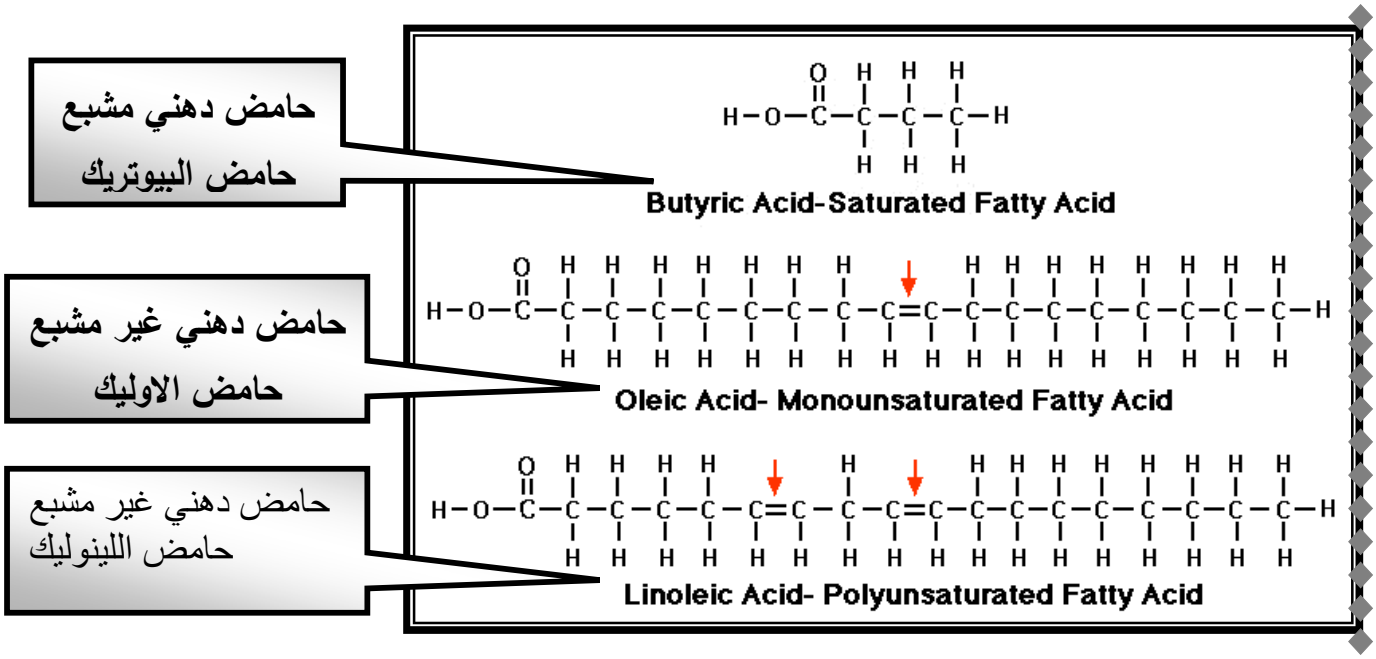




$$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH + H_2 \xrightarrow[\text{حرارة}]{Ni} CH_3(CH_2)_{16}COOH$$

7 – لا يمكن للجسم بناء بعض الاحماض الدهنية غير المشبعة، ولابد من تناول الزيوت والدهون الحاوية لها ويطلق عليها بالاحماض الدهنية الأساسية وخاصة الحامض الدهني لينوليك Linoleic والمتوفر في طحين الحنطة وبقية الحبوب، وبصورة عامة توجد ثلاثة حوامض دهنية غير مشبعة مهمة في تغذية الانسان هي Linoleic , Linolenic , Arachidonic وهذه الحوامض لا يستطيع الجسم تصنيعها لهذا يتوجب الحصول عليها من التغذية، ويمكن ان يتكون الحامض الدهني Linolenic و الحامض الدهني Arachidonic من الحامض الدهني Linoleic ولهذا يصبح Linoleic هو الحامض الدهني الأساسي الوحيد.

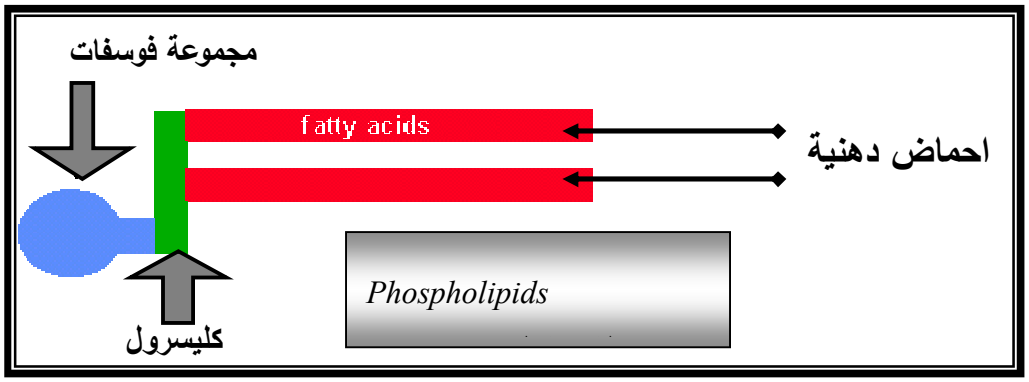
الاحماض الدهنية غير المشبعة	الصيغة الكيميائية
أحادى الاصرة المزدوجة	
Oleic	$C_{17}H_{33}COOH$
ثنائي الأواصر المزدوجة	
Linoleic	$C_{17}H_{31}COOH$
ثلاثي الأواصر المزدوجة	
Linolenic	$C_{17}H_{29}COOH$
رباعي الأواصر المزدوجة	
Arachidonic	$C_{19}H_{31}COOH$



الشمع: هي استرات الأحماض الدهنية طويلة السلسلة مع كحولات أحادية الهيدروكسيل مثل شمع العسل، وتوجد الشموع بمقادير ضئيلة في دهون الأسماك وبعض الزيوت النباتية مثل زيت بذور زهرة الشمس التي ينتقل اليها الشمع من قشورها، وكذلك يتوفر الشمع في بذور الهوهوبا ونبات الكارنوبا.

2 – الدهون المركبة Compound lipids:

أهمها الفوسفوليبيدات والسفنكوليبيدات والليبوبروتينات، والفوسفوليبيدات عبارة عن كليسرايدات تحتوي حامض الفوسفوريك والكولين اوالايثانول امين إلى جانب الأحماض الدهنية ومن أمثلة ذلك اللسثين Lecithin والسيفالين Cephalin.



3 – الدهون المشتقة Derived lipids:

وتدخل ضمن هذه المجموعة الأحماض الدهنية الحرة الناتجة من تحلل الكليسرايدات والكحولات والهايدروكاربونات والصبغات الذائبة في الدهون والمواد المانعة للأكسدة والفيتامينات الذائبة في الدهون ومواد الطعم والرائحة.

- تحتوي اغلب الدهون والزيوت بصورة طبيعية على مواد مانعة للاكسدة بمقادير ضئيلة اهمها التوكوفيرولات التي تنتشر في اغلب الزيوت والدهون.

- اما مصدر الطعم والرائحة في الزيوت والدهون فهي الهيدروكاربونات على الاغلب الى جانب نواتج تحلل الزيوت والدهون واكسدتها.

- ان الدهون الحيوانية التي مصدرها الاغنام والابقار والحليب تكون تحت ظروف درجة الحرارة الاعتيادية صلبة لانها غنية بصورة رئيسة بالحوامض الدهنية المشبعة اما الدهون النباتية فانها تكون في اغلب الحالات وفي ظروف درجات الحرارة الاعتيادية بحالة سائلة لانها غنية بصورة رئيسة بالحوامض الدهنية غير المشبعة، وتوجد دهون نباتية بحالة صلبة وفي ظروف درجات الحرارة الاعتيادية مثل دهن جوز الهند والكاكاو.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٥)

5 – الفيتامينات Vitamins:

وهي مركبات عضوية ذات صيغ تركيبية متباينة ضرورية في تغذية الإنسان والحيوان، ويحتاجها الجسم بكميات ضئيلة جدا مقارنة بالمكونات الرئيسة الأخرى للمواد الغذائية مثل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون. ويعد النبات المصدر المهم للفيتامينات وبهذا يحصل الإنسان على الفيتامينات من التغذية على المواد النباتية او الحيوانية التي تتجمع فيها الفيتامينات مسبقا من المواد الغذائية النباتية.

وان عدم توفر الفيتامينات في الغذاء او نقصانها يؤدي الى حدوث أمراض فسلجية مثل الكساح الذي ينتج عن نقص في عنصري الكالسيوم والفسفور وفيتامين D، كما ان نقص فيتامين B_1 يؤدي الى مرض في المفاصل وضمور في العضلات ويسمى مرض البري بري Beriberi، كذلك مرض الأسقربوط ونزيف اللثة والعشو الليلي وهذه الأمراض جميعها ناتجة عن نقص في تناول الفيتامينات. وان بعض الفيتامينات يذوب في الدهون وبعضها الآخر يذوب في الماء وتتخذ هذه الصفة أساسا لتصنيف الفيتامينات بسبب تباين تراكيبها. اما الفيتامينات الذائبة في الدهون فهي A,D,E,K، واما الذائبة في الماء فتشمل مجموعة فيتامينات B المعقدة وفيتامين C.

6 – العناصر المعدنية Minerals:

ان ما يتخلف من حرق المادة الغذائية هو الرماد، والرماد هو مجموعة العناصر المعدنية التي تحتويها المادة الغذائية، والعناصر المعدنية تلعب دورا مهما في تغذية الانسان ولها أهمية فسلجية كبيرة وهي من مكونات الغذاء الضرورية كما تلعب دورا مهما في العمليات الحيوية التي تحدث في الجسم وفي الأنسجة النباتية والأحياء المجهرية الدقيقة، كما انها تدخل في تركيب الأنزيمات والفيتامينات والهرمونات، وتشكل العناصر المعدنية 4% من جسم الإنسان وتتكون على الأغلب من الكالسيوم والفسفور.

يحوي جسم الكائن الحي على الأقل 30 عنصرا معدنيا، ويمكن تقسيم العناصر المعدنية الضرورية لجسم الإنسان الى ثلاث مجموعات وهي أيونات العناصر المعدنية ذات الشحنات الموجبة التي تشمل الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم وأيونات العناصر المعدنية سالبة الشحنة والتي تشمل الفسفور والكلور والكبريت والعناصر المعدنية النادرة وتشمل الحديد والنحاس والكوبالت والمنغنيز

والخارصين واليود والموليبدينوم، وتعد الفواكه والخضراوات أغذية غنية بالعناصر المعدنية، وتؤدي عمليات التصنيع وخصوصا السلق الى فقدان نسبة كبيرة منها، **ومن هذه العناصر المعدنية هي:**

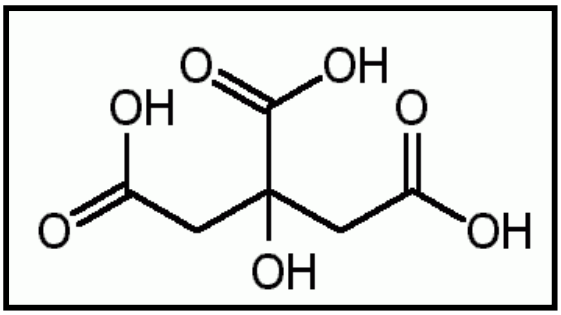
الفسفور: له دور مهم في تكوين العظام وفي الفعالية العصبية والعضلية وفي تمثيل المواد الدهنية والبروتينية والكاربوهيدراتية وفي حفظ التوازن لدم الإنسان.	**الكالسيوم:** يحتاجه الجسم بكميات كبيرة، ونقصانه في الغذاء يؤدي الى ليونة العظام عند الكبار والكساح في الصغار و أمراض الأسنان، واهم مصادره الحليب، اللحوم، البيض، الأسماك.
الصوديوم والكلوريد والبوتاسيوم: يوجد الصوديوم والكلور يد بصورة رئيسة خارج الخلايا بينما يوجد البوتاسيوم بصورة رئيسة داخل الخلايا، وتقوم العناصر الثلاثة بحفظ الضغط الازموزي وتوازن الماء في الجسم وتوازن الحموضة والقاعدية.	**الحديد:** يحتوي جسم الإنسان البالغ على 4-5 غم من الحديد، يوجد 2-3 غم منه في الهيموكلوبين وغرام واحد في المايوكلوبين وبعض الأنزيمات وبلازما الدم والباقي يكون مخزونا في الكبد والطحال ونخاع العظام، والحديد مهم لوظائف وتكوين الهيموكلوبين والمايوكلوبين، ومن مصادره الجيدة الكبد والكلى واللحوم وصفار البيض والبقول والبقدونس والفواكه المجففة كالتين والأجاص.
المغنيسيوم: وهو ضروري لفعالية العديد من الأنزيمات كما انه ضروري لوظائف الجهاز العصبي.	**النحاس:** يوجد في مجموعة من الأنزيمات التي لها دور في عمليات التأكسد والاختزال، ويساعد النحاس على امتصاص الحديد وفي تكوين الهيموكلوبين.
الخارصين: له دور في تمثيل الكاربوهيدرات والبروتينات وتكون الحامض النووي، وان نقص الخارصين يؤدي الى عجز في النمو، وتعد الحبوب والبقوليات والفواكه ذات النواة الحجرية مصادر جيدة للخارصين.	**اليود:** أحد المكونات الرئيسة لهرمون الدرقينThyroxine حيث يمنع اليود ظهور حالة تضخم الغدة الدرقية، وتعد الأغذية البحرية مصدرا جيد لليود، ويضاف اليود للملح لتعويض النقص من هذا العنصر، وتحتوي بعض الخضراوات كاللهانة والشلغم والفجل على مواد مضادة لإفراز الدرقين أي انها تقلل من الاستفادة من اليود فتؤدي الى ظهور تضخم في الغدة الدرقية.
العناصر المعدنية الاخرى: الفلور وهو ضروري لتكون لنمو الأسنان ومنع تسوسها، والمنغنيز ضروري لتمثيل	

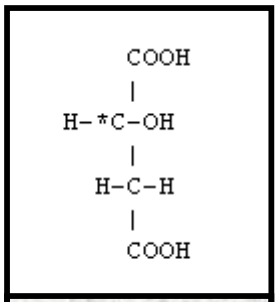
العظام والجهاز العصبي والكروم ضروري والاختزال الكلوكوز، والكبريت مهم في عمليات التأكسد وتمثيل البروتينات.

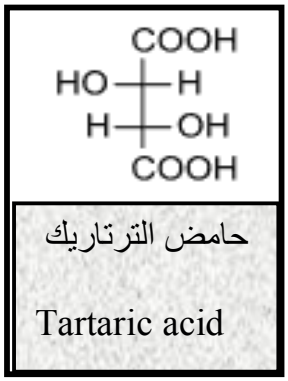
صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٦)

٧– الحوامض العضوية Organic acids:

تكسب الحوامض المواد الغذائية وخصوصا الفواكه والخضراوات الطعم الحامضي المرغوب، وتكون الحوامض العضوية ذائبة في عصارة الخلية اما بشكل حر او متحد مع الأملاح، وعلى الرغم من احتواء الفواكه والخضراوات على العديد من الحوامض العضوية الا ان احد الحوامض يكون هو السائد على الأغلب حتى ان تسمية بعض الحوامض ملازمة لبعض انواع الفواكه، فمثلا يكون حامض الستريك هو السائد في ثمار الحمضيات وحامض الترتاريك في العنب والماليك في التفاح.







٨– مواد التلوين (الصبغات):

يمكن ان تقسم مواد التلوين الطبيعية التي تحتويها المواد الغذائية الى ثلاثة مجاميع:

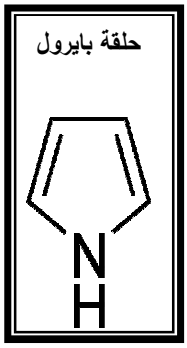
أ – الصبغات التي تتكون من حلقات البايرول Pyrrole rings:

وتشمل هذه الصبغات الكلوروفيل في النباتات والهيموكلوبين والمايوكلوبين في الحيوانات، وتتحد مجموعات البايرول لتكون حلقة البورفيرين Porphyrin وتحتوي حلقة البورفيرين على ذرة المغنسيوم في الكلوروفيل وذرة الحديد في الهيموكلوبين والمايوكلوبين.

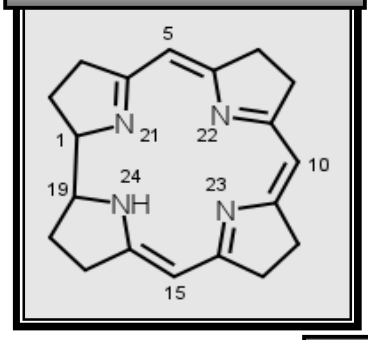
والمايوكلوبين هي صبغة الانسجة العضلية والهيموكلوبين صبغة الدم ولونها ارجواني ولكن عند الاتحاد بالاوكسجين يتغير اللون الى الأحمر والذي يسمى مايوكلوبين او الاوكسي هيموكلوبين، وعلى الرغم من ان وظيفة المايوكلوبين والهيموكلوبين متشابهة، الا ان دورهما مختلف، فالهيموكلوبين يعد حاملا للاوكسجين في مجرى الدم، في حين نجد ان المايوكلوبين يعد مكانا لخزن الأوكسجين في الخلايا العضلية.

اما الكلوروفيل هو مصدر اللون الأخضر في الخضراوات وخصوصا الورقية منها، ويختفي اللون الأخضر بتقدم العمر ودرجة نضج الخضراوات، ويحتوي العديد من الفواكه نسبة عالية من الكلوروفيل في بدء تكوينها ويختفي اللون الأخضر تدريجيا بتقدم النضج لتحل محله الكاروتينويدات ذات اللون الأصفر او الأحمر او الانثوسيانينات التي تمتاز باللون الازرق او البنفسجي والأحمر الفاتح، وقد تحافظ بعض الفواكه على لونها الأخضر رغم اكتمال نضجها ومن أمثلة ذلك بعض أصناف التفاح والخوخ والعنب.

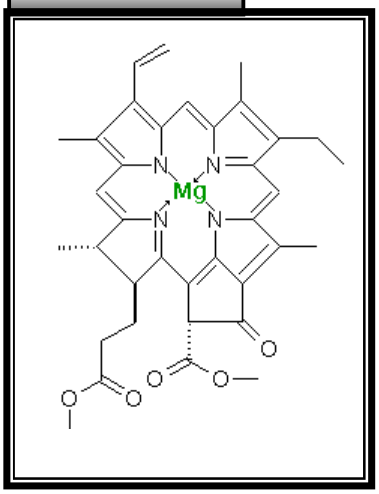
حلقة بايرول



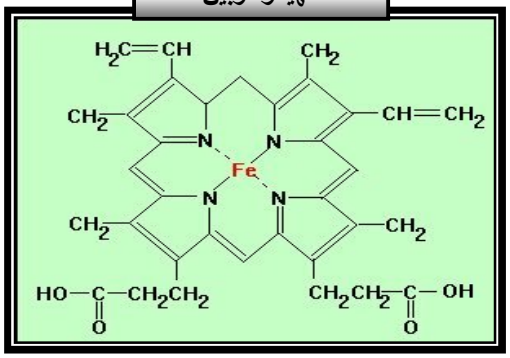
حلقة البورفيرين Porphyrin



الكلوروفيل



الهيموكلوبين



ب – الكاروتينويدات (Carotenoids):

وتعطي اللون البرتقالي في الحيوانات والنباتات وتعطي بعضها لونا اصفر فاتحا او احمر داكنا او ازرق، ولاتذوب هذه الصبغات في الماء ولكنها تذوب في الدهون، وتوجد مع الكلوروفيل في البلاستيدات، وان لون المشمش والجزر الطماطة وصفار البيض وسمك السالمون يعود الى الكاروتينويدات.

ج – الفلافونويدات Flavonoids:

وهي صبغات ذائبة في الماء وتشمل الانثوسيانينات Anthocyanins والتي هي من أهم الأصباغ في النبات وهي صبغات مسؤولة عن الألوان آلاتية: الأحمر والأزرق والبنفسجي في العديد من الفواكه والخضراوات كالعنب والفراولة والكرز والتوت والأجاص والبنجر والباذنجان، ويعتمد لون الانثوسيانينات على الآس الهيدروجيني (pH) للوسط ولهذا يظهر اغلبها بلون ازرق او بنفسجي في الأوساط القاعدية كما يظهر باللون الأحمر في الأوساط الحامضية.

ويؤدي القصدير الى فقدان لون هذه الصبغات لذا تطلى العلب المعدنية من الداخل بمواد البطانة عند تعليب الأغذية الغنية بالانثوسيانينات.

وهناك مصادر أخرى للألوان في المواد الغذائية تظهر نتيجة التأثيرات او التفاعلات المختلفة خلال عمليات التصنيع والتداول:

- التكرمل Caramelizing نتيجة تعرض السكريات للحرارة وظهور اللون الأسمر المسود.
- اما الالوان الناتجة من التفاعلات بين السكريات المختزلة والأحماض الأمينية التي تنتج عنها الميلانويدات Melanoidin ذات الالوان البنية المسمرة وتطلق على هذه التفاعلات تفاعلات ميلارد Maillard reaction.
- تسبب الأنزيمات ظهور الاسمرار، مثلا اسمرار قطع ثمار التفاح حين تتأكسد بعض مكونات عصارة الخلايا بالأوكسجين الجوي وتقوم بعض الأنزيمات بتحفيز عملية الأكسدة، وتطلق على هذه الظاهرة بالتفاعلات البنية الأنزيمية، وتكون هذه التفاعلات مرغوبة في صناعة الشاي.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٧)

9 – الأنزيمات Enzymes:

هي مواد بروتينية تقوم بتحفيز أنواع عديدة من التفاعلات الكيميائية الحيوية وتنظيمها فمثلا الاميليز Amylase الموجود في اللعاب يحفز على هضم او تحلل النشا في الفم، والببسين Pepsin الموجود في العصارة المعدية يحفز على هضم البروتين، واللايبيز Lipase الموجود في الكبد يحفز على تحلل الدهون، وتوجد الاف من مختلف الانزيمات في البكتريا والخمائر والاعفان والنباتات والحيوانات، وحتى بعد جني النبات او موت الحيوان فان اغلب الانزيمات تستمر في تحفيز التفاعلات الكيميائية الخاصة.

– تتكون الانزيمات في الاساس من البروتين وقد تحتوي في بعض الحالات على جزء غير بروتيني مرتبط بالبروتين يسمى بالمرافق الانزيمي Coenzyme. وعموما يتكون الجزء غير البروتيني من الكاربوهيدرات او الدهون او المعادن ومركبات عضوية اخرى، وعلى هذا الاساس يمكن تقسيم الانزيمات الى قسمين رئيسين:

1 – أنزيمات تتكون من جزء بروتيني فقط مثل التربسين Trypsin والببسينPepsin والباباين Papain.

2 – أنزيمات تتكون من جزء بروتيني وجزء غير بروتيني مثل Phenoloxidase و Dehydrogenase و Enolases.

- يطلق تعبير Substrate للمادة الخاضعة او التي يعمل عليها الانزيم، وتسمية الانزيمات تشتق من المادة الخاضعة لها باضافة (ase) في نهاية الكلمة مثال على ذلك الأنزيم الذي يعمل على اللبيدات يسمى Lipase وعلى الكلوروفيل Clorophylase ...الخ.
- بما ان جميع الانزيمات عبارة عن مواد بروتينية فان جميع العوامل التي تؤدي الى تغير طبيعة البروتين Denaturation سوف تؤدي الى تحطيم الأنزيمات.
- تتأثر فعالية الأنزيمات بعوامل متعددة كدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني وظروف الاكسدة والاختزال والقوة الايونية وتركيزها وتركيز المادة المتفاعلة ووجود عوامل منشطة او مثبطة، فمثلاً فيما يتعلق بالاس الهيدروجيني يعمل انزيم الببسين في الوسط الحامضي (pH = 2) كما في المعدة، بينما لا يعمل في الامعاء التي تكون فيها الحموضة واطئة حيث الـ pH يكون 6 - 8 حيث يسود عمل التربسين.

- للانزيمات اهمية كبيرة في الصناعات الغذائية، حيث تتمكن الانزيمات من احداث تغيرات مرغوبة وغير مرغوبة في اغذية اخرى، فمثلا يعد انزيم Phenoloxidase مهما ومرغوبا جدا في صناعة الشاي بينما يعد مضراً في الفواكه والخضراوات حيث يؤدي الى اسمرارها.

(خصائص الأنزيمات المهمة في التصنيع الغذائي)

1 – تسيطر أنزيمات الفواكه والخضراوات على التفاعلات المرتبطة بالنضج.

2 – بعد الجني واذا لم يتم أتلاف الأنزيمات بالحرارة او المواد الكيميائية او بآية وسيلة أخرى فأنها تعمل على الاستمرار في عملية النضج وفي كثير من الحالات توصلها الى مرحلة التلف مثل البطيخ او الموز الناضج.

3 – ان المعاملة الحرارية في تصنيع الأغذية ليس فقط للقضاء على الاحياء المجهرية الدقيقة لكن ايضا لتثبيط نشاط الانزيمات ولهذا تزيد من فترة خزن الغذاء.

٤ – يمكن استخلاص الانزيمات من المواد المختلفة وتنقيتها الى درجة عالية، ومثل هذه الانزيمات يمكن اضافتها الى الغذاء لتحلل النشا وتطرية اللحوم وتنقية النبيذ والعصائر وتخثير بروتينات الحليب.

٥ – تنخفض فعالية الانزيمات عند خفض درجة الحرارة ولهذا يفضل تبريد الفواكه والخضراوات بعد الجني مباشرة، اما اذا تم الخزن في مجمدات فان نشاط الانزيم يكون بطيئا.

10 – مواد النكهة Flavor components:

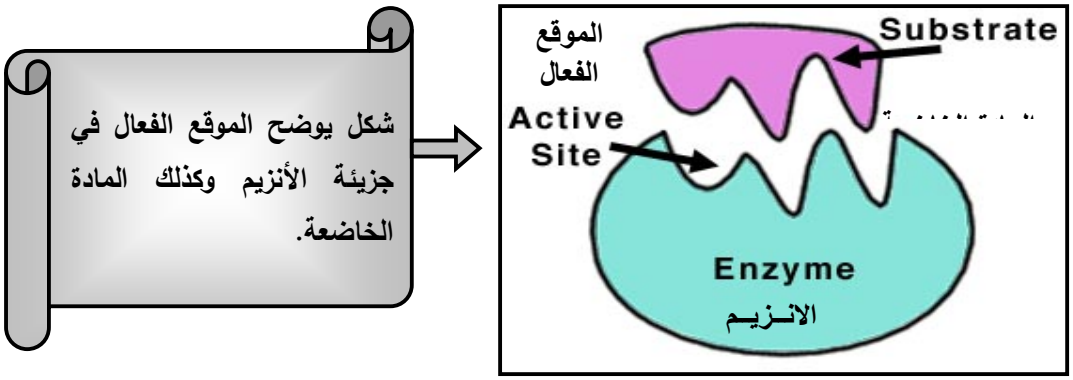
تطلق النكهة Flavor للطعم والرائحة التي نحس بها عند تناولنا الغذاء، وتنبعث النكهة التي تنفرد بها فاكهة او خضرة معينة او المواد الغذائية الأخرى من المواد الطيارة الى جانب ما تحتويه من السكريات والحوامض العضوية ومركبات أخرى.

وتعد المواد الطيارة اهم مركبات النكهة وتتواجد بتراكيز واطئة جدا في الغذاء وتتباين في تراكيبها الكيميائية فمنها الكحولية والالديهايدية والفينولية والحامضية واستراتها، وان نكهة الغذاء لا تقل تعقيدا عن لونه، ففي القهوة وحدها سجل اكثر من 600 مادة تساهم في تكوين نكهتها، وهذه المواد العضوية الكيميائية حساسة جدا للهواء والحرارة والتفاعل فيما بينها وهي تكون في تغير مستمر، فتقل عند نقل الغذاء وتصنيعه وخزنه، وفي اغلب الأغذية يصل عدد المواد المتطايرة الى اكثر من 150 مادة الا ان عددا قليلا منها يكون هو السائد وتطغي نكهته المميزة على المركبات الأخرى مثل (D-Limonene) في الحمضيات والفانيلين (Vanillin) في الفانيلا والـ Menthol في النعناع.

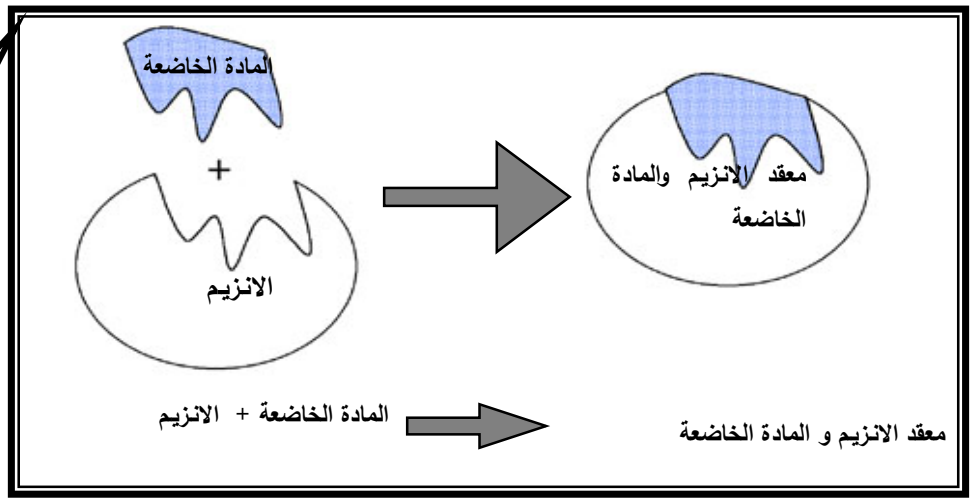
اما مواد الطعم فتشمل الحلوة والحامضية الناتجة من وجود السكر والحامض، والطعم المر الذي تسببه مواد خاصة مثل النارنجين (Naringin) في الحمضيات (الكريب فروت والليمون).

11 – المواد المؤكسدة ومضادات الأكسدة:

يتأثر كثير من الأغذية بالأوكسجين مثل الدهون والزيوت ومركبات النكهة التي تتأكسد بوجود ضغط هوائي كبير، كما يتأثر فيتامين A و C ويعد الحديد والنحاس من المعادن المحفزة او المساعدة للأكسدة، وهذا هو أحد أسباب تجنب الحديد والنحاس في عمليات التصنيع واستبدالها بالأجهزة المصنعة من معدن لا يصدا، علما ان كثير من الأغذية الطبيعية تحتوي على مضادات الأكسدة الموجودة طبيعيا مثل اللسثين (Lecithin) وهو مادة استحلاب أيضا وكذلك فيتامين E وبعض الحوامض الأمينية الكبريتية.



شكل يوضح الموقع الفعال في جزيئة الأنزيم وكذلك المادة الخاضعة.



شكل يوضح تكون المعقد بين الأنزيم المادة الخاضعة.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٨)

اللحوم:

تعد اللحوم من المصادر الاساسية للبروتين الحيواني في غذاء الانسان، واللحوم في العالم انواع، ومنها: الحمراء والبيضاء ولحوم الاسماك ولكل منها دوره في مجال التغذية.

ويعرف اللحم:

بانه الانسجة الحيوانية التي يمكن ان تستخدم كغذاء، او انه عبارة عن ذلك النسيج الحيواني الذي حدث فيه تغيرات حيوية اساسية بعد الموت واصبح ملائما للاستهلاك بوصفه غذاءً.

وتتكون ذبائح الحيوانات المختلفة بصورة عامة من مجموعة من المواد مثل الانسجة العضلية والرابطة والدهنية والعظام والدم وغيرها وتكون الانسجة العضلية حوالي ٣٦ – ٦٨ % من وزن ذبائح حيوانات المزرعة، وتحدد العلاقة بين الانسجة العضلية والدهنية والعظام عدة عوامل: اهمها الصنف والعمر والجنس والتغذية والنوع.

وان مكونات اللحم هي:

١ – **الماء:** تحتوي العضلات على حوالي ٧٥% من وزنها ماء، قسم منها يكون مرتبطا مع البناء الخلوي أي مع جزيئات البروتين الغروية ويسمى الماء المرتبط اما القسم الاخر فهو الماء الحر.

٢ – **المواد البروتينية:** اعتبر البروتين الحيواني من البروتينات ذات النوعية العالية وتكون البروتينات حوالي ١٦ – ٢٢ % من وزن العضلة وتصنف هذه البروتينات عادة الى ثلاثة انواع وهي بروتينات الساركوبلازم وبروتينات الليفات وبروتينات الانسجة الرابطة.

٣ – **الدهون:** وتتراوح كميتها في مختلف الحيوانات من ١١ – ٣٧ % وهذا يعتمد على النوع ودرجة السمنة، وللدهون اهمية كبيرة في اللحوم، حيث تساهم في زيادة طراوتها وعصيريتها وتكسبها نكهة خاصة وقيمة غذائية لكونها تعد مصدر للفيتامينات الذائبة فيها مثل A,D,K,E ، وان الجزء الرئيس من مكونات الانسجة الدهنية هو الدهن اما الجزء الثاني فيشمل كميات قليلة من الفوسفاتيدات والكولستيرول والاصباغ والانزيمات والفيتامينات والكاربوهيدرات والاملاح المعدنية والماء والبروتين.

٤ – **العظام:** تشكل حوالي ١٢ – ٢٤% من وزن الذبيحة وهي مهمة لما تحتويه من الكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والايونات الاخرى، ويمكن استخدامها في صناعة الجلاتين والصمغ وتغذية الحيوانات.

٥ – توجد في اللحم كمية قليلة من الكاربوهيدرات واملاح معدنية ومكونات اخرى.

وتوجد ثلاثة انواع من العضلات هي:

١ – **العضلات المخططة:** وتسمى ايضا الارادية وهي التي تكون معظم اللحوم التي تؤكل، كما تسمى ايضا بالعضلات الهيكلية لان معظمها يرتبط بالهيكل العظمي ولكونها مسؤولة عن الحركة، وهي تؤلف حوالي ٤٠% من وزن ذبيحة الحيوان.

٢ – **العضلات الملساء:** وتسمى ايضا بالعضلات اللاارادية او غير المخططة وهي تشكل نسبة صغيرة من اللحم وتوجد بكميات كبيرة في جدران الاوعية والشرايين والقنوات اللمفية والهضمية.

٣ – **عضلات القلب:** وتكون لها خصائص تشابه خواص كل من العضلات الهيكلية والملساء ولهذا تسمى ايضا بالعضلات اللاإرادية المخططة وتوجد في جدار القلب فقط.

- وتتكون العضلات من الناحية البنائية من العديد من الالياف التي تسمى الالياف العضلة وتتجمع هذه الالياف مع بعضها لتكون الحزم العضلية وهذه تتجمع مع بعضها لتكون العضلة.
- وتوجد داخل الليفة العضلية الليفات التي تعد مسؤولة عن التقلص في العضلة الحية، وتعاني الليفات بعد الموت من تغيرات اساسية تسبب **التيبس الرمي Rigor mortis** والذي يؤدي بدوره الى صلابة اللحم.
- وان ظاهرة **التيبس الرمي** او التشنج التي تحصل في اللحوم بعد موت الحيوان تبقى على حالها لبعض الوقت ثم تزول تدريجياً وتصبح العضلات بعد اجتياز هذه المرحلة طرية ومرنة.
- وان ظاهرة **التيبس الرمي** تعد مهمة جدا عند استخدام اللحوم، فالعضلات التي تطبخ وهي لاتزال في هذه المرحلة تكون اكثر صلابة، ولهذا السبب كثير من الناس يمتنعون عن اكل لحم الحيوان بعد الذبح لانه مع ارتفاع درجة الحرارة تظهر عمليات التشنج في العضلات بسرعة، لهذا يجب ان تترك اللحوم لفترة من الزمن بعد الذبح للتخلص من ظاهرة التشنج ولحدوث التحلل الذاتي في اللحوم حتى تصبح اكثر طراوة بسبب نشاط الانزيمات الموجودة طبيعيا في العضلات وهي انزيمات البروتيزز Proteases ويطلق على هذه العملية بالتعتيق من اجل حدوث التحلل الذاتي، حيث تعمل الانزيمات على تفكك الالياف العضلية فتزداد الطراوة بالاضافة الى ان التحولات البروتينية في هذه المرحلة تسبب تراكم بعض المواد في اللحوم وتحسين النكهة، كما تزداد قابلية اللحوم على امتصاص الماء والاحتفاظ به مما يؤدي الى زيادة عصيريتها أي بمعنى اخر تتحسن المقدرة على مسك الماء.

- وهنك علاقة واضحة بين درجة الحرارة والخزن ودخول اللحم في مرحلة التشنج وكذلك حدوث التحلل الذاتي وزوال التشنج، فكلما ارتفعت الحرارة فان ظاهرة التشنج تحدث بسرعة وكذلك تزول بسرعة وبالعكس.

لحوم الطيور:

تساعد قلة صلابة لحوم الطيور وكذلك تركيبها على صنع معلبات واغذية خاصة كأغذية الاطفال والمرضى، حيث ان السعرات الحرارية للحوم الطيور اقل لقلة الدهن فيها، ويلاحظ ان معظم دهن الطيور تحت الجلد وليس متخللا العضلات، كما ان نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة به اكثر.

ولما كان الدهن الذي فيه نسبة عالية من الحوامض الدهنية المشبعة يساعد على ترسيب الكولسترول بصورة اكثر في الدم، فان لحم الطيور يعد مفضلا من الناحية الطبية، كما تمتاز لحوم الدواجن باليافها العضلية الرقيقة وتكون سريعة المضغ والهضم وذات نكهة جيدة.

ويختلف لحم الطيور عن لحوم الحيونات الاخرى بما يلي:

١- الأنسجة الرابطة في لحوم الطيور اقل لذا يصبح اللحم اكثر طراوة وذا قيمة غذائية اعلى.

٢- يكون معظم دهن لحم الطيور تحت الجلد، وتوجد نسبة قليلة منه في العضلات.

٣- يختلف اللون من وردي فاتح الى الأحمر حسب النوع وبصورة عامة فان نسبة المايكلوبين اقل في لحوم الطيور.

٤- تقسيم الجسم مختلف عن الحيوانات الكبيرة.

٥- يتأثر تركيب لحوم الطيور وخواصها بالعمر والجنس والنوع وموقع العضلة.

لحوم الاسماك:

لها دور مهم في التغذية فهي من اهم مصادر البروتين الحيواني لدى بعض الشعوب، اما فيما يتعلق بالدهن فان نسبة الدهن في لحوم اسماك المياه المالحة تكون اقل منها في لحوم اسماك المياه العذبة، وعادة تقسم الاسماك الى ثلاثة اقسام فيما يتعلق بمحتواها من الدهن وهي:

١- الدهنية : وهي التي تحتوي اكثر من ١٠% دهن.

٢- نصف الدهنية : وهي التي تحتوي ٢.٥ - ١٠% دهن.

٣- غير الدهنية : وهي التي تحتوي اقل من ٢.٥ % دهن.

- كما تعد غنية بفيتامين A , D وبعض المعادن مثل الفسفور واليود والحديد والبوتاسيوم، كما تدخل في تركيب لحوم الاساك مواد اخرى مثل الانزيمات والهورمونات والكاربوهيدرات وكذلك الاصباغ، وان

التركيب الكيميائي للحوم الاسماك يعد متغيرا حسب النوع والعمر، فكلما كان عمر السمكة اكبر كانت كمية الدهن اكثر وبالعكس.

- وتحدد القيمة الغذائية للحوم الاسماك بالدرجة الرئيسة بما تحتويه من بروتينات كاملة القيمة الغذائية بالاضافة الى ما تحتويه من مواد اخرى، ومع هذا لا تعد جميع الاسماك قابلة للاكل، حيث ان قسما منها او اجزاء من جسمها تكون غير صالحة للاكل بسبب ما تحتويه من مركبات كيميائية معينة لها خصائص سمية.

البيض:

يتكون البيض من ثلاثة اجزاء رئيسة وهي كل من القشرة الخارجية الصلبة والبياض والصفار، وان نسبة البياض تصل الى ٦٤.٦% ويشكل الصفار حوال ٣٥.٤% وتختلف نسبة البياض الى الصفار تبعا لعمر الدجاجة والسلالة والعليقة والبيئة.

- ويحتوي الصفار على الدهن والليسيثين، وهذه الدهون تتكون اساسا من الكليسرايدات الثلاثية والفوسفولبيدات والستيرولات وخاصة الكوليسترول الذي يصل معدل كميته في البيض الى ٢٤٠ ملغم في الصفار الواحد مما قد يسبب انخفاضا في اقبال بعض الناس على البيض.

- ويعد البيض مصدرا جيدا للبروتين الحيوي الذي يحتوي على جميع الاحماض الامينية الاساسية الضرورية للنمو وتتكون بروتينات بياض البيض من عدد كبير اهمها (اوفالبومين، كونالبومين، اوفوترانسفيرين ، افدين) وان بروتين الاوفوترانسفيرين له خاصية ربط الحديد، اما بروتين الافدين فانه يتحد مع فيتامين H (Biotin) ويجعله غير متاح للجسم وان هذا البروتين يصبح خاملا في البيض المطبوخ، اما بروتينات الصفار فتتكون من اللايبوبروتين والفوسفوبروتين، ويعد البيض مصدر جيد لكل من الحديد والفوسفور والكالسيوم والفيتامينات الذائبة في الدهن مثل A , D, E , K وفيتامينات B_1 , B_2، اما المواد الملونة في صفار البيض فهي ذات اصل نباتي تحصل عليها الدجاجة من العليقة الخضراء لذلك يلاحظ اختلاف في لون الصفار تبعا لنوع العليقة التي تتغذى عليها الدجاجة.

اما فيما يتعلق بدور البيض في التصنيع الغذائي:

فيعتمد دور البيض ومنتجاته على مكوناته البروتينية والدهنية فبروتينات بياض البيض لها القابلية على حجز الهواء اثناء اجراء عملية الخفق وهذه الصفة مهمة جدا في صناعة كثير من أنواع الكيك، كما

ان للمواد البروتينية دورا في اعطاء القوام للكاسترد وفي صناعة المخبوزات، حيث ترتبط بروتينات البيض مع بروتينات طحين الحنطة وتشارك في اعطاء القوام بربطها المكونات مع بعضها.

- اما المكون الدهني وخاصة في صفار البيض فله أهمية كبيرة وذلك لوجود الليسثين بنسبة عالية، حيث يعطي صفة الاستحلاب مما يجعل الصفار مناسب لعمل المايونيز الذي يعد مستحلب الخل بالزيت.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (٩)

الحليب:

وهو عبارة عن سائل ابيض مائل الى الاصفرار احياناً والمعروف الخواص والتركيب الى حد ما والخالي من السرسوب (اللبأ) والذي يفرز من قبل غدد خاصة في الحيوانات اللبونة خلال فترة معينة وتحت ظروف معينة لغرض تغذية الصغار.

وتتواجد مكونات الحليب التي تزيد عن ٢٠٠ مركب بحالات مختلفة، إذ يلاحظ وجود المادة الدهنية بحالة مستحلبة والمادة البروتينية بحالة غروية او معلقة آما الأملاح والكاربوهيدرات متمثلةً باللاكتوز فانهما يتواجدان بحالة محلول حقيقي بينما تتواجد الفيتامينات آما بحالة ذائبة او متحدة مع باقي مكونات الحليب، ويمكن لهذه المكونات آن تنتقل الى الحليب بصورة مباشرة من الدم او من خلال عمليات التخليق الحيوي (Biosynthesis) وتتحدد كميات ونوعيات هذه المكونات من قبل عوامل كيميائية حيوية ، فسلجية وهرمونية والتي تؤثر على مكونات الدم مما ينعكس على سرعة نقل المواد من الدم إلى الحليب وعلى سرعة تخليق المكونات في الغدة اللبنية.....**ويتكون الحليب بصورة عامة من:**

أ – الجزء السائل (الماء)

ب – الجزء الصلب ويمكن تقسيمه الى قسمين هما:

١ – المادة الصلبة الدهنية

٢ – المادة الصلبة الغير دهنية وتشمل:

الكازين	بروتينات الشرش	المادةالسكرية(اللاكتوز)	الاملاح	مكونات اخرى

١ – الماء:

ويعتبر من مكونات الحليب الرئيسية التي لها اهمية كبيرة من حيث اعطاء الحليب مواصفاته الطبيعية والمحافظة على التوازن الموجود بين مكونات الحليب وكونه وسطاً لاذابة الكثير من مكونات الحليب اضافة الى انه وسط لنشاط الكثير من الاحياء المجهرية وكذلك العامل المساعد في التفاعلات والتغييرات الكيمياوية والحيوية التي تطرأ على الحيب بعد اخذه من الحيوان.

٢ – المادة الدهنية:

تعتبر المادة الدهنية من المكونات الغذائية الاساسية في الحليب ومنتجاته كما ولها اهميتها بالنسبة الى اعطاء الحليب ومنتجاته الطعم والنكهة واللون المرغوب فيه بالنسبة الى المنتوج وتقبله من قبل المستهلك كما وان بعض التغييرات في المادة الدهنية قد تؤدي الى تلف الحليب ومنتجاته احياناً، وتعتبر الحبيبة الدهنية الوحدة الممثلة للمادة الدهنية في الحليب وهي عبارة عن مجاميع او مفردات من الحبيبات احجامها تتراوح بين ٠.١ – ٢٠ مايكرون وعددها بحدود ١٠٠ – ١٥٠ بليون حبيبة دهنية في اللتر الواحد من الحليب وتختلف اشكال الحبيبات الدهنية من الاشكال الكروية الى الاشكال البيضوية والتي يمكن مشاهدتها بواسطة المجهر، وان مصادر المادة الدهنية او الحوامض الدهنية الموجودة في الحليب هي المواد العلفية والدهون المخزونة في جسم الحيوان، ويشارك دهن الحليب بـ ٥٠% من مجموع طاقة الحليب كما ويحوي مقداراً من حامض اللينوليك الدهني الضروري.

٣ – المادة البروتينية في الحليب: وتوجد في الحليب على الاحوال التالية:

١ – الكازين Casein: تقدر كمية الكازين الموجودة في حليب الابقار بحدود ٣% والتي تمثل حوالي ٨٠% من مجموع المادة البروتينية الموجودة في الحليب، ويوجد الكازين في الحليب على شكل جسيمات صغيرة تسمى (مايسل Micells) ويمكن تمييزها بشكلها البيضوي وقطرها الذي يتراوح بين ٣٠ – ٣٠٠ ملم ملكيرون وتوجد جسيمات الكازين باشكال اخرى وجزيئات صغيرة تكون حوالي ٥ – ١٠% من مجموع الكازين.

٢ – بروتينات الشرش: عند فصل المادة الدهنية والكازين من الحليب الكامل يلاحظ بقاء سائل اصفر اللون مائلاً الى الاخضر يسمى الشرش والذي يحتوي على انواع من المواد البروتينية الاخرى اضافة الى سكر اللاكتوز والاملاح والتي تقدر بحدود ٠.٥ – ٠.٧ % من المواد البروتينية، ومن انوع هذه البروتينات هي:

أ – لكتوالبيومين Lactoalbumin: ويقصد به البومين الحليب الشبيه بمادة الالبيومين الموجودة في البيض وله القابلية على التخثر والترسيب نتيجة لتعرضه الى التسخين.

ب – لكتوكلوبيولين Lactoglobulin: يقصد به مجاميع من المواد البروتينية معقدة التركيب والتي تقدر بحدود ٠.٠٠٥% وتوجد منها انواع وتختلف عن بعضها نتيجة لاختلاف الحوامض الامينية المتكونة منها.

٤ – المادة السكرية (اللاكتوز):

يعتبر اللاكتوز المادة السكرية الاساسية الموجودة في الحليب والذي يوجد في حليب جميع الحيوانات اللبونة ولا يوجد في المواد الغذائية الاخرى، ويعتبر اللاكتوز من السكريات الثنائية التي يمكن تجزئتها الى

السكريات الاحادية الكلوكوز والكلاكتوز ومصدره الكلوكوز الذي يوجد في الدم، وللاكتوز استعمالات غذائية وطبية وصناعية وخصوصا صناعة حليب الاطفال وتحضير حامض اللاكتيك.

وتتجلى اهمية اللاكتوز في الحليب حيث ان سكر الكلاكتوز المشتق منه هو احد مكونات الكلاكتوليبيدات الضرورية لتركيب انسجة الدماغ والانسجة العصبية في الاسابيع الستة الاولى من الحياة، كما وان سكر اللاكتوز يحفز نمو الحيوانات الصغيرة اكثر من أي سكر اخر، كما وان عدم امتصاص سكر اللاكتوز كاملا في الامعاء الدقيقة ووصول جزء منه الى الأمعاء الغليظة يشجع نمو البكتريا المخمرة للسكر وبصورة رئيسة ***Lactobacillus acidophilus*** فيطغي نموها على نمو البكتريا المحللة للبروتينات والمتسببة في تكوين نواتج مضرة، ويشارك اللاكتوز في ٣٠% من الطاقة المعطاة من الحليب.

٥ – المكونات الاخرى:

يحتوي الحليب على الاملاح ومن اهم هذه الاملاح هي الكالسيوم الذي يوجد بحدود ٠.١٢٥ % من تركيب الحليب والبوتاسيوم بحدود ٠.١٤٠% والكلور والفسفور والصوديوم وغيرها وتعتبر نسبتها ثابتة وقليلة التأثير بالمواد العلفية وغيرها من العوامل الاخرى، اما عن الفيتامينات فيعتبر الحليب ومنتجاته من المواد الغذائية الغنية بالفيتامينات وخصوصا فيتامين A والذي يوجد مع المادة الدهنية وان نسبة فيتامينA تزداد مع زيادة نسبة الدهن، ويحتوي الحليب على فيتامين B Complex والمعروف بالفيتامينات الذائبة في الماء.

النظام المضاد لنمو الاحياء المجهرية في الحليب:

يحوي حليب اللبائن على العديد من المواد التي توفر المقاومة ضد أمراض الرضع ولاسيما الأمراض المعوية، اذ يوفر حليب اللبائن الحماية الكافية للرضيع خلال الفترة الأولى من النمو لغاية اكتمال نظامه الدفاعي الطبيعي ويطلق على هذه المواد بعوامل المقاومة او المدافعات.

انواع من الحليب:

١ – اللبأ (السرسوب): يقصد به الافراز الاصفر اللون اللزج الذي يحصل عليه خلال الايام القليلة بعد الولادة وبحدود خمسة ايام على الاكثر ويختلف عن الحليب الطبيعي في اللون والطعم والنكهة والتركيب، طعمه مر ورائحته قوية، سريع التجبن بالحرارة غني بالكلوبيولينات المناعية التي لها اهمية بالنسبة الى المناعة التي يحصل عليها الرضيع بعد الولادة.

٢ – اليغورت Yoghurt: من منتجات الالبان المتخمرة ومنه انواع وله اسماء مختلفة ويمكن الحصول عليه عن طريق استعمال انواع معينة من البادىء وتحت ظروف معينة ويحتوي على نسبة عالية من حامض اللكتيك ويستعمل فيه خليط من البادىء المحتوي على بكتريا ***Lactobacillus bulgaricus*** .

٣ – الشرش Whey: ويقصد به السائل المائل الى الاخضرار والمتبقي بعد صناعة الجبن، ويحتوي هذا السائل على نسبة عالية من سكر اللاكتوز والاملاح والفيتامينات وبعض الانزيمات اضافة الى احتوائه على

بروتينات الشرش التي منها الالبومين والكلوبيولين، ويستعمل في صناعة المشروبات الغازية وصناعة المعجنات.

٤ – الاسدوفلس Acidophilus Milk: وهو من منتجات الالبان المتخمرة التي يحصل عليها نتيجة لاستعمال البادىء النقي المحتوي على البكتريا المسماة اسدوفلس والتي يسمح لها بالنمو والتكاثر وتكوين نسبة من الحموضة مع السماح لانواع اخرى بالنمو والتخمر، تستعمل كمية من البادىء بحدود ٢% ويحصل على المنتوج عند تكوين حوالي ٠.٧ – ١% حامض لاكتيك ولهذا المنتوج طعم وقوام ونكهة مميزة.

٥ – حليب الكومس Kumiss: وهو من منتجات الالبان المتخمرة يصنع من حليب الخيول الخام ويحتوي على نسبة عالية من سكر اللكتوز الذي يتحلل بواسطة خميرة تحلل اللاكتوز وكذلك انواع من الاحياء المجهرية كما ويحتوي على حوالي ١ – ٢% حامض لاكتيك.

٦ – حليب المناعةImmune Milk: ويقصد به الحليب الناتج بعد اعطاء الحيوان كمية من المضادات والتي تساعد على اعطاء كمية من Antibodies .

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (١٠)

مصادر الزيوت والدهون الغذائية

تعد الزيوت والدهون من المكونات الاساسية لجميع انواع النباتات والحيوانات، الا ان النباتات والحيوانات التي يمكن الاستفادة منها بوصفها مصادر تجارية لانتاج الزيوت والدهون الغذائية تعد قليلة، حيث ان ٩٥% من الزيوت النباتية المنتجة تجارياً في العالم مصدرها ١٢ نوعاً من المواد الاولية النباتية وتعد بذور النباتات الحولية اكبر المصادر النباتية في انتاج الزيوت النباتية كبذور القطن وفول الصويا وفستق الحقل والسمسم والعصفر والمصدر النباتي لانتاج الزيوت هو الثمار الزيتية مثل ثمار الزيتون ونخيل الزيت وجوز الهند.

وتعد الابقار والاغنام والماعز من المصادر الحيوانية في انتاج الدهون كما يستخدم حليب الابقار بالدرجة الرئيسة في انتاج دهن الحليب (الدهن الحر).

مراحل صناعة الزيوت والدهون:

١ – الاستخلاص:

تختلف الطريقة المتبعة في استخلاص الزيوت والدهون باختلاف مصادرها الاولية ونسبة الزيت، وتستعمل ثلاث طرق رئيسة لاستخلاص الزيوت والدهون الغذائية من البذور والثمار الزيتية والانسجة الحيوانية وهي:

أ – طريقة العصر او الكبس Pressing

ب – طريقة الاستخلاص بالمذيبات العضوية Solvent extraction

ج – طريقة السلي او التسحيح Rendering

وتستخدم طريقة العصر والاستخلاص بالمذيبات العضوية عند استخلاص الزيوت والدهون من البذور والثمار الزيتية، بينما تستخدم طريقة السلي لاستخلاص الدهن من الانسجة الحيوانية.

١ – **الاستخلاص بالعصر**:تعرض الانسجة الحاملة للزيوت الى الضغط باستخدام المكابس الهيدروليكية التي تعمل في نظام متقطع او المكابس البريمية التي تعمل في نظام مستمر، وتخضع البذور قبل عصرها

للعمليات التحضيرية الاتية:وهي التنظيف وانتزاع القشور وفصلها قبل الاستخلاص، وتجزئة البذور لتسهيل استخلاص الزيت كما وتطبخ البذور الزيتية وذلك لتزايد انتاجية الزيت من البذور.

٢ – **الاستخلاص بالمذيبات العضوية**:تكون هذه الطريقة اكثر كفاءة من الطرق الاخرى، حيث يمكن استخلاص الزيت بأكمله من المادة الاولية، بينما يتخلف ٤ – ٥% من الزيت في كسبة البذور الزيتية عند استخدام طريقة العصر، وكثيراً ما تستخدم طريقة المذيبات العضوية لاستخلاص الكمية المتبقية من الزيت في الكسبة بعد الاستخلاص بطريقة العصر.

٣ – **الاستخلاص بالحرارة (السلي)**:تستعمل هذه الطريقة لاستخلاص الدهن من الانسجة الحيوانية، ويفصل النسيج الحاوي للدهن ويفرم او يقطع الى قطع صغيرة ويستخلص بالطريقة الجافة او الرطبة.

٢ – تصفية (تكرير) الزيوت والدهون:

تحتوي الزيوت والدهون الخام المستخرجة بالعصر او المذيبات او بطريقة السلي العديد من المواد غير المرغوبة وبنسب متفاوتة وحسب المادة الاولية وطريقة الاستخلاص منها المواد الراتنجية والفوسفولبيدات والصبغات واحماض دهنية حرة ومواد الرائحة وشموع ونواتج الاكسدة ومواد اخرى، وتجرى ازالة المواد غير المرغوبة بطرق فيزيائية وكيميائية عديدة والتي تشمل ازالة المواد الصمغية والفوسفولبيدات والمواد العالقة وازالة الاحماض الدهنية الحرة وتسمى بعملية التكرير Refining وازالة الصبغات (قصر اللون) وتسمى Color Bleaching وازالة الرائحة Deodorization.

أ – التكرير Refining:

١ – ازالة المواد الصمغية De - gumming:

تدخل الفوسفاتيدات والبروتينات والكاربوهيدرات والمواد الراتنجية والمواد المشابهة الاخرى ضمن المواد الصمغية، وتستخدم طرق عديدة لازالة هذه المواد الا ان اكثرها انتشاراً هي طريقة التميه Hydration وتستخدم في انتاج الليسثين من الزيوت والدهون، والمعروف ان المواد الصمغية تكون اما على شكل ذائب او منتشرة انتشاراً غروياً في الزيت وتكون غير مائية ويكون الزيت جافاً وفي حالة تميئها (سحبها للماء) فانها تتجلتن ويزداد وزنها النوعي وتترسب في القاع.فمثلاً يضاف ٢% من الماء الى الزيت ويقلب في حرارة ٧٠ م^{o} لمدة ٣٠ – ٦٠ دقيقة ثم تترك لينفصل طور الماء وفيه المواد الصمغية عن طور الزيت.

٢ – ازالة الاحماض الدهنية الحرة De - acidification:

تتكون الاحماض الدهنية الحرة نتيجة التحلل المائي للكليسرايدات الثلاثية وتسبب ظهور الطعم والرائحة المتزنخة في الزيوت والدهون، وتستخدم طرق عدة في ازالة الاحماض الدهنية الحرة الا ان اكثرها

اتباعاً هي طريقة معادلة الاحماض الدهنية الموجودة في الزيوت والدهون بالصودا الكاوية NaOH حيث يتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع الاحماض الدهنية الحرة فيتكون الصابون.

$$RCOOH + NaOH \longrightarrow RCOONa + H_2O$$

حامض دهني　　صودا كاوية　　صابون

ب – قصر اللون Color Bleaching :

تحتوي الزيوت والدهون العديد من مواد التلوين بعضها طبيعية مثل الكاروتينات والكلوروفيل والانثوسيانين واخرى ناتجة من تحلل الصبغات الطبيعية والبروتينات والكاربوهيدرات ومواد متكونة من تفاعلات الاسمرار والتفاعلات التأكسدية، كما تؤدي بعض العناصر المعدنية بالاخص الحديد والنحاس والمنغنيز الى تغير لون الزيوت والدهون.

وتؤدي معاملة الزيت بالصودا الكاوية الى ترسب جزء من مواد التلوين كما تؤدي معاملات اخرى الى خفض نسبة مواد التلوين، وتخضع الزيوت والدهون ذات الالوان الغامقة الى عملية القصر باستخدام مواد الادمصاص مثل الكاربون المنشط والتراب القاصر الذي هو عبارة عن سليكات الالمنيوم المائية.

ج – ازالة الرائحة Deodorization:

تهدف هذه العملية الى ازالة المواد التي تسبب ظهور الرائحة والطعم غير المرغوب في الزيوت والدهون، وبعض الزيوت والدهون لها نكهة مرغوبة يمكن استهلاكها بصورة مباشرة مثل دهن الحليب (الدهن الحر) وزيت الزيتون ودهن الكاكاو بينما تكون نكهة اغلب الزيوت والدهون غير مقبولة، وان مصدر الطعم والرائحة غير المقبولة اما ان تكون طبيعية او ناتجة بسبب التغيرات الحاصلة اثناء الخزن او التصنيع، لذا يجب اخضاعها لعملية ازالة الرائحة، وتجرى العملية بتسخين الزيت في صهريج مفرغ من الهواء ثم يوجه بخار ماء ساخن من خلال الزيت ولفترة ما بين ٤ – ١٢ ساعة، حيث يعمل على تبخير مواد الرائحة، في

نهاية العملية يبرد الزيت مع الاستمرار باستخدام التفريغ، وتفضل اضافة كمية قليلة من حامض الستريك الى الزيت في نهاية العملية لازالة التأثير المحفز للاكسدة للمعادن الضئيلة كما تفضل اضافة مواد مانعة للاكسدة بعد ازالة الرائحة.

هدرجة الزيوت Hydrogenation:

الهدرجة عبارة عن عملية اضافة الهيدروجين الجزيئي الى الاواصر المزدوجة في الاحماض الدهنية غير المشبعة التي تدخل في تركيب الكليسرايدات وبذلك يتم تحويل الزيوت من الحالة السائلة الى الحالة الصلبة مما يجعلها اكثر مقاومة لظروف الخزن والاستعمال وتغيير الخواص الفيزيائية لها.

$$\begin{array}{l} H \quad H \\ -C=C- \end{array} + H_2 \qquad \begin{array}{l} H \quad H \\ -C-C- \\ H \quad H \end{array}$$

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (١١)

تلف الأغذية وفسادها

ان جميع الأغذية الخام تعد سريعة التلف والفساد ابتداء من وقت الحصاد او الذبح، حيث تتعرض أنسجتها لفساد تدريجي قد يكون سريعاً او بطيئاً، وان أحد العوامل الأساسية لفساد الأغذية غير المصنعة هو مقدار ما تحتويه أنسجتها من **الماء الفعال حيوياً Biological active water**، كما في الفواكه والخضراوات واللحوم التي تفسد في ايام قليلة بسبب احتواء أنسجتها على الماء بجانب احتوائها المواد الغذائية الضرورية لنمو الأحياء الدقيقة المجهرية ونشاطها، في حين نجد ان البذور الجافة تحتوي على **ماء تركيبي فقط Structural water** وبالإمكان خزنها لسنوات.

ان الأهمية الأساسية لتصنيع الأغذية تكمن في حفظ الغذاء ومنع تلفه وفساده، حيث ان المرض والموت ربما يتسبب من الغذاء التالف الذي يؤكل، ويقصد بالتلف التغير في المظهر والخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة الغذائية دون ان يؤدي ذلك الى ضرر صحي، في حين نجد ان الفساد الذي قد يكون ميكروبياً او كيميائياً ويحدث تغيراً في الغذاء يجعله مضرا بالصحة ويصبح غير صالح للاستهلاك البشري، كما في حالة تحلل الأغذية بفعل الأحياء المجهرية الدقيقة او تصبح سامة بإضافة بعض المواد الكيميائية.

وتتعرض المواد الغذائية بصورة عامة للتلف والفساد بواسطة الأحياء المجهرية والأنزيمات والطفيليات والحشرات، وكذلك تؤدي الحرارة والرطوبة المرتفعة او المنخفضة والأوكسجين والضوء والتلوث بالمعادن الى تلف الغذاء، **الا انه يمكن تقسيم هذه العوامل الى قسمين رئيسين: الأول هو التلف او الفساد المايكروبي والثاني هو التلف او الفساد غير المايكروبي.**

١- **<u>التلف المايكروبي للمواد الغذائية:</u>** اذ يتم تلف المواد الغذائية عن طريق الأحياء المجهرية وهي (البكتريا،الخمائر،ألا عفان)، حيث تكون موجودة في كل مكان – في التربة وعلى الغذاء وفي الهواء وعلى جلد الماشية وفي ريش الدواجن، لذلك فان الإتلاف غير الكامل لها يؤدي الى تلف الأغذية، ويوجد لكل نوع من الأحياء المجهرية حد أدنى لفعالية الماء الأزمة لنموها وكما هو موضح في الجدول آلاتي:

الاحياء المجهرية	الحد الادنى لفعالية الماء
البكتريا	٠.٩٠
الخمائر	٠.٨٨
الاعفان	٠.٨٠

وتكون المحاصيل الزراعية قبل جنيها مقاومة طبيعية للأحياء المجهرية وتقل هذه المقاومة بعد الجني وخصوصا عند تعرضها للخدش او التمزق أثناء النقل وظروف الخزن غير الجيدة، وبذلك تكون عرضة للأحياء المسببة لفسادها او تلفها.

١- **الخمائر Yeast :** وهي أحياء مجهرية أحادية الخلية حجمها اكبر من البكتريا واصغر من ألا عفان وقسم منها له دور في تصنيع الأغذية والعلف والأنزيمات والقسم الآخر يكون ضاراً وهي ذات أشكال مختلفة منها الكروي والبيضوي والكمثري والأسطواني وعلى شكل مثلث أو مستطيل ولا يمكن تمييز الخمائر بعضها عن بعض او عن البكتريا بوساطة شكل مستعمراتها على الوسط الغذائي ولابد من أجراء الفحص المجهري.

٢- **ألا عفان Molds :** يعتبر الغذاء المصاب بالعفن غير صالح للآكل، الا ان هناك اعفان مفيدة في صناعة أنواع معينة من الاجبان مثلا، وتعد الاعفان أهم المكروبات التي لها علاقة بلاغذية وهي عبارة عن خلايا عديمة الكلوروفيل وحجمها اكبر من الخمائر والبكتريا وتنمو على شكل خيوط وسلاسل متشابكة وتكون بألوان مختلفة منها الأحمر والأصفر والأزرق والأبيض والرمادي وحسب نوع العفن.

٣ -البكتريا Bacteria : تعد من أهم المكروبات التي لها علاقة في فساد الأغذية وهي تكون على ثلاث أشكال وهي: الكروية Cocci والعصوية Bacilli والحلزونية Spiral ، وأحجامها تختلف بعضها عن بعض وهي كائنات وحيدة الخلية وصغيرة الحجم ، وهي تنمو في الأغذية وعليها تحدث تغيرات كثيرة في الأغذية.

٢ – التلف غير الميكروبي للمواد الغذائية: ومنها:

١ – التلف الأنزيمي: تحتوي المواد الغذائية على العديد من الأنزيمات ويكون عملها ضمن نظام متوازن قبل موت الأنسجة النباتية والحيوانية ولكن هذا النظام يضطرب عند موت الحيوان او عند تضرر الأنسجة النباتية بعد جنيها او حصادها مما يؤدي الى أحداث تغيرات غير مرغوبة في المادة الغذائية.

٢ – **التلف بالحرارة العالية:** على الرغم من ان للحرارة تأثيرا على الأحياء المجهرية ولكنها تسبب تلف الغذاء اذا لم تتم السيطرة عليها، وضمن مدد الحرارة المعتدلة التي يتم فيها نقل الغذاء مثل ١٠ – ٣٨ م° فان معد التفاعلات الكيميائية تقريبا يتضاعف كلما ترتفع الحرارة ١٠ م ° وهذا يشمل كثيرا من التفاعلات الأنزيمية وغير الأنزيمية، فالحرارة العالية تسبب دنترة البروتينات وكسر المستحلب وتجفيف الغذاء و أتلاف الفيتامينات.

٣ – **التلف بالحرارة المنخفضة:** التبريد غير المسيطر عليه يتلف الغذاء، فالفاكهة والخضراوات التي تجمد ومن ثم تنصهر وهي على الأشجار او على شتلاتها وحتى قسم منها أثناء الخزن فان أنسجتها تتمزق وتتشقق قشرتها وبهذا تصبح عرضة للأحياء المجهرية.

٤ – **التلف بالأوكسجين:** للأوكسجين دور كبير في أكسدة فيتامين C , A والدهون ومركبات النكهة وبذلك يؤثر في اللون والنكهة والقيمة الغذائية للمادة الغذائية.

صناعات غذائية – المرحلة الرابعة
إعداد/ أ.م.د. رغد أكرم عزيز
المحاضرة (١٢)

حفظ المواد الغذائية بالتجفيف

عرفت طريقة الحفظ بالتجفيف منذ العصور القديمة – وذلك عن طريق استغلال الطاقة الشمسية – والتى مازلت حتى الآن تتبع فى بعض أصناف الخضر والفاكهة . وتتلخص عملية التجفيف فى خفض رطوبة المواد الغذائية ورفع تركيز المواد الصلبه الذائبة بها إلى حد يوقف أو يثبط نمو الأحياء الدقيقة والأنزيمات . وتتميز المواد الجافة باحتفاظها بقدر من الرطوبة يتراوح غالباً بين ١٦ – ٢٢ % وتختلف عن ذلك المواد المجففة كيمائياً وتعتبر على العموم كمواد غذائية مكثفة – وتحتفظ بمعظم خواص المواد الطازجة المحضرة منها .

تعريف التجفيف من الناحية الكيميائية:**يعرف التجفيف من الناحية الكيميائية البحتة بأنه عبارة عن معاملة المادة الرطبة بطريقة مناسبة لفصل ما تحتويه من رطوبة عن الجزء الجاف.**

تعريف التجفيف من ناحية الصناعات الغذائية : **يعرف التجفيف من ناحية الصناعات الغذائية بأنه عبارة عن خفض ما تحتويه المادة الغذائية من رطوبة لرفع تركيز المواد الصلبه بالقدر الكافى لتثبيط عوامل الفساد (ميكروبات – انزيمات – تفاعلات كيميائية) مع المحافظة على أكبر قدر ممكن من خصائص المادة الطبيعية والكيميائية الحيوية . ففى الفاكهة يتم خفض نسبة الرطوبة إلى ١٦ – ٢٢ % وفى الخضر يتم خفض نسبة الرطوبة إلى ٤ – ٦ % أى أن عامل الحفظ فى التجفيف عموماً هو خفض درجة الرطوبة إلى الحد الذى يثبط نشاط الأحياء الدقيقة والأنزيمات ويقلل التفاعلات الكيميائية التى تؤدى للفساد . ويشترط فى المادة الغذائية الجافة سرعة تشربها بالماء عند نقعها فيه مسترجعة أكبر قدر ممكن عملياً من صفات المادة الغذائية الطازجة .**

مزايا و عيوب عملية الحفظ بالتجفيف

أولاً : مزايا الحفظ بالتجفيف :

يعتبر الحفظ بالتجفيف من أكثر طرق الحفظ استخداماً لانخفاض التكاليف ورخص ثمن العبوات وعدم الحاجة إلى التخزين داخل مخازن مجهزة تجهيز خاص كالثلاجات .

١ – الرخص النسبى لثمن المواد الجافة تبعاً لانخفاض نفقات صناعتها وعدم الحاجة لإستعمال مواد ثانوية تزيد قيمتها مثل السكر والعلب وخلافها .

٢ – قلة وزن وحجم المواد المجففة وبالتالى سهولة النقل والتخزين .

٣ – احتفاظ بعض المواد الغذائية المجففة بصفاتها الطبيعية وصلاحيتها للتخزين وبقاءها بدون تلف خصوصا عند العناية بتصنيعها وتخزينها .

٤ – بعض الأغذية المجففة أصبحت مألوفة للمستهلك مثل الشاى واللبن والبن والنعناع .

٥ – تفيد فى إعداد وجبات الطوارىء والحروب والكوارث .

٦ – الاحتفاظ بالمادة الغذائية عند ندرتها وبالتالى تنظيم عمليات العرض والطلب .

ثانياً : عيوب عملية الحفظ بالتجفيف :

تختلف صناعات الأغذية المجففة عن الطازجة من حيث الطعم والمظهر والقوام بقدر يختلف حسب نوع المادة وطريقة تجفيفها .

١ – لها تأثير فسيولوجى سيىء عند مداومة التغذية عليها .

٢ – قصر مدة حفظها لتعرضها لفتك الحشرات عند عدم العناية بالتخزين أو التصنيع .

٣ – تفقد بعض المواد المجففة بعض صفاتها الحسية وبعض من قيمتها الغذائية سواء اثناء التجفيف أو التخزين .

٤ – شدة تغير لون المنتجات واكتساب معظم الخضراوات الجافة طعم غريب .

٥ – تحتاج الأغذية المجففة عند تحضيرها للاستهلاك إلى عملية نقع لتتشرب بالماء ثانية ويستغرق ذلك مدة تطول أو تقل حسب نوع المادة وطريقة التجفيف .

٦ – مدة حفظ الأغذية بالتجفيف قليلة بالمقارنة بطرق الحفظ الأخرى خاصة عند ارتفاع نسبة الرطوبة بها .

تأثير التجفيف على المواد الغذائية:

أولا : تأثير التجفيف على القيمة الغذائية :

تتأثر القيمة الغذائية للأغذية المجففة بعمليات السلق وطريقة السلق وطريقة التجفيف ونسبة الرطوبة فى الناتج النهائى والخواص الطبيعية للمادة الغذائية وطريقة التغليف وكذلك ظروف التخزين . أثناء التجفيف تقل كمية بعض الفيتامينات فى المادة الغذائية كفيتامين ج بصورة تتوقف على ظروف التجفيف ذاتها ففى الخضار المجفف بعد السلق تنخفض نسبة هذا الفيتامين إلى النصف كما يقضى التجفيف الشمسى للفواكه على معظم محتواها من فيتامين ج ويزداد ثبات فيتامين ج أثناء تخزين الأغذية المجففة بإنخفاض نسبة الرطوبة فيها وبإنخفاض درجة حرارة التخزين ، وبتعبئة المواد الغذائية المجففة فى جو من ثانى أكسيد الكربون أو النيتروجين فإنه يساعد على احتفاظ المواد المجففة بالكاروتين وحمض الاسكوربيك .

كما أن عملية التجفيف لا تؤثر على الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة فى البروتين وقد يحدث تغير فى التركيب الطبيعى للبروتين يجعله أسهل هضماً ويزول الأثر الضار لبعضها على بعض الناس . إلا إن القيمة الغذائية للبروتين تنخفض تحت ظروف التخزين السيئة .

وبالنسبة للكربوهيدرات فإن معظم التغيرات التى تحدث لها أثناء التجفيف تكون نافعة وتؤدى إلى زيادة قابلية الجسم للاستفادة منها ، كما يحدث تغييرات فى الجدر الخلوية تؤدى إلى سهولة وصول العصارات

الهاضمة للخلية والاستفادة من محتوياتها . إلا أنه قد ينتج أثناء التخزين تحولات فى المواد الكربوهيدراتية تؤدى لتكوين مركبات ضارة صحياً مثل مركب هيدروكسى ميثيل فورفورال .

ويحدث للدهون أثناء التجفيف والتخزين بعض التغيرات نتيجة نشاط انزيم الليبيز أثناء عملية التجفيف ذاتها أو فى ظروف التخزين غير المناسبة مما يؤدى إلى التحلل المائى للدهون الذى ينتج عنه أحماض دهنية قصيرة السلسلة الكربونية تسبب الرائحة الكريهة (التزنخ) .

ثانياً : تأثير عملية التجفيف على عوامل الفساد

١- تأثير التجفيف على الأحياء الدقيقة :

الغرض الرئيسى من التجفيف هو خفض المحتوى الرطوبى للأغذية والذى يحد من نمو الأحياء الدقيقة (بكتريا – فطريات – خميرة) ويعتمد ذلك على المحتوى الرطوبى للغذاء ، وفى المنتجات المجففة يتوقف نمو الأحياء الدقيقة على النشاط المائى للغذاء وتركيبه ومقدرته على إمتصاص الماء . وبصفة عامة فإن الفطريات تنمو على نشاط مائى أقل من الخمائر التى تنمو على نشاط مائى أقل من البكتريا ، ولذلك فإن الفطريات تعتبر أهم الأحياء الدقيقة التى تنمو فى الأغذية المجففة يليها الخمائر ثم البكتريا . ومما هو جدير بالذكر أن تعبئة المواد الغذائية المجففة فى عبوات سليمة غير منفذة للرطوبة تؤدى إلى إيقاف نمو الأحياء الدقيقة . ويمكن خفض النشاط المائى بإضافة المواد الصلبه الذاتية مثل السكر والملح .

٢- تأثير التجفيف على التفاعلات الكيميائية :

تنشط التفاعلات الكيميائية أثناء عملية التجفيف والتخزين للمواد الغذائية نظرا لارتفاع درجات الحرارة وأهم هذه التفاعلات الضارة تفاعل ميلارد والتزنخ الأوكسيدى للدهون ، وهما تفاعلان متسلسلان يؤديان إلى تكوين مركبات ذات طعم ونكهة غير مرغوبة . كما ينتج عن تفاعل ميلارد (تفاعل بين مجموعة الالدهيد أو الكتيون فى السكر ومجموعة الأمين فى الحامض الأمينى) لون بنى غامق وهذا ما يعرف بالتلون البنى غير الأنزيمى ، وقد وجد أن ارتفاع نسبة الرطوبة للمادة الغذائية ينشط تفاعل ميلارد إلا أنه يثبط التزنخ الأوكسيدى ووجود المعادن و الاوكسجين ينشط من التزنخ الأوكسيدى . فى حين أن المعاملة بثانى أكسيد الكبريت تقلل من تفاعل ميلارد .

٣- تأثير التجفيف على الانزيمات المؤكسدة :

ينخفض نشاط الانزيمات بانخفاض نسبة الرطوبة فى المادة الغذائية حيث يصبح ضئيلاً جداً عند نسبة رطوبة ١ % . اما نسبة الرطوبة العالية فى المادة الغذائية فتسبب الكثير من المشاكل مما يتحتم معه التخلص منها عن طريق التجفيف ويتم ذلك بالحرارة ، وتعتبر الحرارة الجافة أقل فاعلية فى قتل الانزيمات من الحرارة الرطبة . وتستخدم أيضاً الكيماويات لتقليل نشاط الإنزيمات ، وأهم الكيماويات المستخدمة هى مركب ثانى أكسيد الكبريت بالنسب المقررة . ويجب أن يختبر تمام قتل الإنزيمات خاصة المؤكسدة منها (

الكتاليز أو البيروكسديز) لأنها تسبب التلون البنى الانزيمى وجدير بالذكر أن هذه الانزيمات قد تنشط أثناء عملية التجفيف على درجة أقل من ٧٠ درجة مئوية .