الفصل الأربعون

كيميـــاء الاغذية

يعتقد أن علم كيمياء الأطعمة لم يأخذ طابعه المميز الا ابتداء من القرن الثانى عشر • وكانت الفتره من عام ١٧٨٠ الى ١٨٥٠ زاخرة باكتشافات هامة برزت بمجهودات علماء كيمياء الأطعمة • ويجب الاعتراف بفضل بعض العلماء القدامى الذين اشتهروا فى التاريخ باكتشافات علمية راسخة ، مثل C. W. Scheele (١٧٤٢ ـ ١٧٨٦) ولافوازييير Lavoisier (١٧٤٣ ـ ١٧٩٤) ودسوسير De Saussure (١٧٦٧ ـ ١٨٤٥) وجاى لوساك Gay-Lussac (١٧٧٨ ـ ١٨٥٠) وتنارد Thenard ودافى Davy (١٨٧٨ ـ ١٨٢٩) وبرزليوس Berzelius (١٧٧٩ ـ ١٨٤٨) وثومســـون Thomson (١٧٧٣ ـ ١٨٥٢) وبومنت Beaumont (١٧٨٥ ـ ١٨٥٣) وليبج Liebig (١٨٠٣ ـ ١٨٧٣) ، لأنهم مســوا موضــوع علم كيمياء الأطعمة من قريب أو من بعيد وأوجدوا حقائق ونظريات قامت على أسسها أعمدة علم كيمياء الأطعمة •

وكيماويو الأطعمة بصفة عامة يقدمون للمجتمع ثمار جهودهم فى ستةمجالات هى نواحى الصحة العامة ، ومطابقة المواصفات ، وتحسين سبل الحفظ . وابتكار اطعمة جديدة أو افضل من المعروفة ، وتعليم الأجيال الجديدة اسس كيمياء الأطعمة ، والمساهمة فى وضع التشريعات الغذائية •

ومشكلة الطعام العالمى ما زالت قائمة ومستفحلة ، ومن اسبابها التضخم السكانى • فتعداد العالم بالبليون نسمة كان ٢٥ر٠ فى العالم الأول الميلادى

A.D. واصبح ٥٠ر٠ عام ١٦٥٠ ثم ١ر١ عام ١٨٥٠ ثم ٢ر٠ عام ١٩٣٠ ثم ٤ر٠ عام ١٩٧٥ ، ويتوقع بلوغه ثمانية بلايين عام ٢٠١٠ . ويتفاوت معدل النمو السكانى من بلد لآخر كما هو واضح من الاحصاءات التالية :

الدولة	معدل النمو السكانى ٪	معدل زياده الانتاج الزراعى ٪
اليونان	٨ر٠	٦ر٤
بلغاريا	٩ر٠	٠ر٤
يوغوسلافيا	١ر١	٦ر٤
بولنده	٥ر١	٢ر٣
جامايكا	٨ر١	٧ر٢
مصر العربية	٥ر٢	٤ر٢
كوريا الجنوبية	٨ر٢	٧ر٣
ايـــران	٩ر٢	٧ر٢
بنـــاما	١ر٣	٦ر٣
تايـوان	٢ر٣	٤ر٤
المكسيك	٣ر٣	١ر٥
تايلاند	٣ر٣	٥ر٤
فنزويـلا	٧ر٣	١ر٥
أسبانيا	٨ر٠	٩ر٢
بـــورما	٩ر١	٣ر١
بوليفيـــا	٢ر٢	٨ر٢
الهنـــد	٢ر٢	٦ر٢
بـــيرو	٧ر٢	١ر٣
تركيـــا	٧ر٢	٤ر٣
العـراق	٨ر٢	٠ر٢
السودان	٩ر٢	١ر٤

البرازيل	٣ر٠	٣ر٨
السلفادور	٣ر٠	٤ر٠
ماليزيـــا	٣ر١	٤ر١
نيكاراجوا	٣ر١	٥ر٩
كولومبيا	٣ر٢	٣ر٣
اكوادور	٣ر٢	٦ر٠
هندوراس	٣ر٢	٣ر٢
الفلبين	٣ر٣	٣ر٧
جواتيمالا	٣ر٤	٥ر٠
الدمنيكان	٣ر٦	١ر٦
كوستاريكا	٣ر٨	٤ر٢
اوروجواى	١ر٤	٠ر١
اليـــابان	١ر٠	٣ر٣
الأرجنتين	١ر٧	٢ر٠
تونس	٢ر١	٠ر٩
الولايات المتحدة الأمريكية	١ر٥	١ر٩
اندونيسيا	٢ر٢	٢ر٣
سـيلان	٢ر٤	٢ر٩
شـيلى	٢ر٤	٢ر٢
الباكستان	٢ر٤	٢ر٩
المغرب	٢ر٨	١ر١

ويعتقد أن العالم فى عام ١٩٨٠ اصـــبح فى وضـع افضل مما مضى من وجهة كفاية الطعام ، وهذا الوضع كان اساسه تنبؤات ومؤشرات خمس هى : ازدياد الخصوبة ، وتحديد النسل ، وتزايد برامج تنظيم الأسرة ،

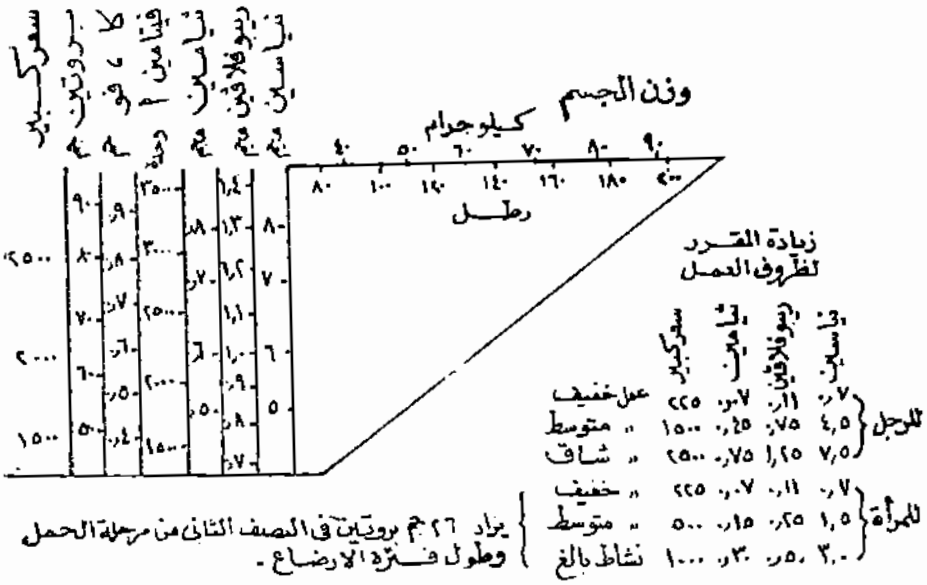
وازدياد الاعلام والتوعية فى مجال تنظيم الأسرة ، وتقدم التكنولوجيا • وحاليا يلمس الانسان نشاطا علميا مكثفا فى مجال ابتكار واكتشاف واستخراج اطعمة جديدة • ومن الطرق التى تركزت حولها البحوث فى مجال الأطعمه الجديدة • طريقة تنمية الأحياء الدقيقة والنباتات المائية ، مثل الكلوريلا chlorella ، واستخلاص البروتين من العلف forages ، وتخمير مشتقات البترول • وتمتاز طريقة تنمية الكائنات الحية الدقيقة بصغر المساحة التى تلزم للانتاج وبعدم الاعتماد على الطقس وبالسرعة الفائقة • وقد أمكن انتاج المادة ١ ، ٣ بوتانديول 1,3-butandiol بتكاليف زهيدة وبكميات كبيرة من الغاز الطبيعى ، وهى مادة قابلة للهضم تماما وتعطى قدرا جيدا من الطاقة الا انها غير مقبولة الرائحة ، وستكون هذه المادة ذات اهمية فى انتاج اطعمة للانسان وللحيوان • كما أن مستحضرات من الطحالب او الخميرة أو البكتريا سوف تكون مفيدة فى تدعيم بعض الأطعمة الشائعة ، كما ان البروتين المستخرج من مصادر رخيصة ، نباتية أو سمكية ، سوف يفيد فى تدعيم أطعمة الانسان •

والحقيقة الثابتة أن معظم سكان العالم لهم نشاط فى نطاق مجال انتاج الطعام ، ومع ذلك فما تزال مشكلة الطعام ، كما ونوعا ، قائمة للآن • كما ان توزيع مناطق انتاج الطعام فى العالم ليس متكافئا • ففى الدول المتقدمة الصناعية تدخلت الميكنة mechanization فى مجال انتاج الطعام وبذلك اعتمدت هذه الدول على قدر ضئيل من العاملين فى الانتاج الغذائى ، وتحقق فائض الانتاج من الطعام ، فتقدمت صناعة حفظ الطعام أو تغيير صفاته أو تعديل بعض خواصه أو معاملته بالكيماويات • وهذا التحوير وهذه الاضافات حفزت الباحثين الى دراسة تأثيراتها فى القيمة الغذائية للطعام وفى النواحى الصحية وفى درجة الجودة • ومن هنا بدى ازدهار علم الأطعمه Food Science الذى ارتكز على دعائم ثلاث هى : مبادىء كل من الميكروبيولوجيا والكيمياء والهندسة engineering • فكيمياء الأطعمة هى أحد فروع علم الأطعمة ، وقد عرف بأنه العلم الذى يبحث فى تركيب composition وبناء structure

وخواص properties الأطعمة ، وفى التغيرات الكيميائية التى تتعرض لها هذه الأطعمة · وهذا المجال المتسع لكيمياء الأطعمة يستوجب سعة اطلاع فى مجالات علوم الكيمياء العامة والكيمياء الحيوية والكيمياء الفسيولوجية والنبات والحيوان والبيولوجيا molecular biology وهدف كيماويى الأطعمة يختلف تماما عن أهداف علماء تلك العلوم المرتبطة · فالعاملون فى مجال كيمياء الأطعمة شاغلهم الأساسى هى المواد الحيوية الميتة والموشكة على الموت ، كالنباتات المخزنة Postharvest physiology والأنسجة العضلية الحيوانية بعد الذبح postmortemphysiology ، والمعرضة لظروف بيئية متباينة تماما · اما الباحثون فى مجالات العلوم البيولوجية فيقظتهم منصبة على الاكثار reproduction والنمو growth والتغيرات التى تطرأ على المواد البيولوجية بتأثير عوامل البيئة المؤثرة فى الحياة · وبالاضافة الى ذلك يدخل فى نطاق عمل كيماويى الأطعمة أيضا ما يتعلق بخواص وصفات الأنسجة المنهتكة disrupted ، كالدقيق وعصير الفاكهة والخضروات والأطعمة المصنعة ومكونات الطعام المعزولة والمعدلة modified ، ومصادر الأطعمة ذات الخلية الواحدة single-cell ، كالبيض والأحياء الدقيقة ، والسائل الحيوى الأساسى وهو اللبن الحليب · ومن هنا يتضح أهمية علم كيمياء الأطعمة فى حياة الانسان ·

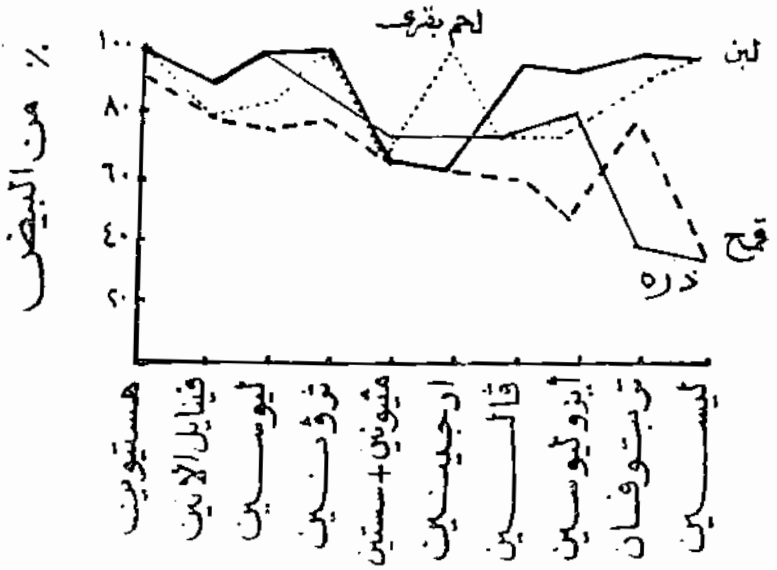
ونظرتنا للنباتات من وجهة كيمياء الأطعمة تنحصر أهميتها فى دراسة العلاقة بين تركيب النباتات والمقررات اليومية requirements من المغذيات اللازمة للأشخاص ، وكذلك فى مدى تأثير عمليات التصنيع على هذه المغذيات nutrients فالمغذيات تنقسم الى قسمين أحدهما العضوية والآخر مغذيات غير عضوية · فغير العضوية هى الماء والكالسيوم والكلور والمغنسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والصوديوم والكبريت والنحاس واليود والحديد والمنجنيز ، وجميعها ضرورية essential لحياة الانسان ، ويضاف اليها الفلور والموليبديوم والسلنيوم والخارصين التى قد يثبت فى المستقبل أنها أيضا ضرورية · والعناصر المعدنية minerals الثمانية الأخيرة توجد

فى الجسم بنسب ضئيلة microelements بعكس سابقتها التى توجد بنسب اكبر macroelements . واما المغذيات العضوية فهى الأحماض الأمينية ، اى الفالين والليوسين والأيزوليوسين والفينايل الانين والثرؤنين والتربتوفان والثيونين والليسين ، وربما الأرجينين والهستيدين اللذين يرى بعض الباحثين انهما ليسا ضروريين للشخص البالغ ولكنهما قد يكونا ضروريين للأطفال خلال مرحلة النمو ، وكذلك الأحماض الدهنية ، اى حمض اللينوليييك وحمض الأراشيدونك اللذين يعتبران ضـــروريان ولكن دون ان يثبت ذلك بصـفة قاطعة ، واخيرا الفيتامينات ، اى حمض الأسـكوربيك وحمض الفوليك والبيريدوكسـين والريبوفلافين والثيامين وفيتامين ب ١٢ وفيتامين ا A وفيتامين هـ E وفيتامين ك K وجميعها معترف بها كفيتامينات ضرورية للانسان مضافا اليها فيتامين د D الذى يعتبر غير ضرورى للبالغين ولكنه قد يكون ضروريا للأطفال فى مرحلة النمو وللسيدات الحوامل وقـد يستغنى عنه الأطفال بالتعرض لأشـعة الشمس ، وفيتامين الكولين الذى يعتبر ضروريا الا فى مرحلة احتواء الطعـام على كمية كـافية من الحمض الأمينى مثيونين ، وفيتامين النياسين الذى يعتقد انه يمكن تخليقة بالقدر الكافى من الحمض الأمينى تربتوفان المتوفر فى الطعام . كما يضاف فيتامينا البيوتين وحمض البانتوثنك اللذان تعتبر ضرورة وجودهما فى طعام الانسان محتملة .



المقررات اليومية المأخوذ بها في كندا

وبالاضافة للمغذيات سالفة الذكر فالنباتات تحتوى على المغذيات الأخرى بنسب متفاوتة · مثال ذلك الدهن الخام الذى يوجد فى البذور بالنسب المئوية التالية : ٦٥ جوز الهند ، ٤٠ ــ ٥٠ الفول السودانى ، ٣٠ ــ٣٥ بذر الكتان ، ١٥ ــ ٢٠ فول الصويا ، ١٥ ــ ٢٠ بذرة القطن ، ٥ الذرة · والمثال الثانى هو البروتينات التى تتباين كما ونوعا فى الأطعمة المختلفة ولهذا تقارن عادة ببروتينات البيض · وكذلك الكربوهيدرات المتعددة الصور والمتباينة التركيب والنسب · ويلاحظ ان جرام الكربوهيدرات يعطى ٤ر١ سعرا kilocalories بينما جرام الدهن يعطى ٩ر٥ وجرام البروتين يعطى ٩ر٧ اذا ما احترق احتراقا كاملا ، وهذه أرقام مختلفة عن مقدار ما يستفيد منه الجسم فعلا وهو ٤ ، ٩ ، ٤ بنفس الترتيب ·



تقييم البروتين مقارنا ببروتين البيض .
النسبة من البيض تعنى النسبة المئوية التى تبتعد بها نسبة الحمض الأمينى فى البروتين عن نسبته فى بروتين البيض الكامل ، باعتبار الزيادات أنها ١٠٠٪ .

والحقيقة التى لاتقبل الجدل هى ان النباتات أساسية لاستمرار الحياة فى جميع صورها الأخرى • فاندثار النباتات يتبعه حتما اندثار الانسان والحيوان ، بينما توقف نشاط الانسان والحيوان يعقبه ظهور النباتات البرية غير المزروعة فى كافة أنحاء المعمورة بما فى ذلك المناطق التى يصبح نمـــو النباتات فيها عائقا لنشاط الانسان أو مكروها • ومن القضايا الهامة التى تنتمى الى النباتات قضية عدم كفاية الطعام فى بعض بقاع العالم ، وقضية الوقود ، وقضية الأوكسيجين اللازم لتنفس الانسان والحيوان • فالواقع الملموس أن معظم المواد التى يستخدمها الانسان فى غذائه وملبسة ومسكنه تنتمى الى النباتات • فالنباتات تمد الانسان بالطعام مباشرة أو عن طريق تغذية

الحيوان الذى سينتهى الى مائدة الانسان ، وتمده بمواد البناء construction ومخامات كل من النسيج والورق والبلاستيك والريون rayon والصبغات dyes والتانينات والشموع واللدائن resins والأدوية والعقاقير medicines and drugs والنكهات flavorings ، كما أن النباتات الحية تؤدى مهام مصدات الريح ومباهج بساتين الزينة ومسطحات العشب المرغوبة للرياضيين وللرحالة • وبديهى أن هذه الفوائد يجنيها الانسان من النباتات كثمرة لجهده وعرقه ، فهو بصفة دائمة يحاول التحكم فى بيئته . اى بمعنى أصح التحكم فى دورة حياة النباتات ، بدليل أن المجاعات التى تسود بعض بقاع العالم تكون ناجمة عن قصور فى الانتاج النباتى فى تلك البقاع وتأخر المساعدات التى يتلقاها سكانها من بقاع أخرى فى العالم ذات فائض فى انتاجها النباتى • والتخلف فى بعض الدول يكون عادة مقرونا بسوء استغلال الثروات الطبيعية • وبصفة عامة يقال ان انتاج المحاصيل النباتية هو أساس حضارة الانسان •

وأنواع النباتات المنتشرة فى العالم حاليا ينحصر عددها بين ١٠٠٠٠ و ٢٠٠٠٠ نوع Species بعد أن كان منذ أمد بعيد يقرب من ٣٥٠٠٠٠ ، ومنها ١٠٠٠ ـ ٢٠٠٠ فقط تدخل فى الحسبان عند مناقشة الاقتصاد العالمى وقد لا يتجاوز العدد ١٠٠ ـ ٢٠٠ بالنسبة للأهمية فى المجال التجارى العالمى • والجزء الأكبر من الانتاج العالمى النباتى يتركز حول الخمسة عشر نوع الشهيرة وهى : القمح والذره والأرز والشعير والسورجم وقصب السكر وبنجر السكر والبطاطس والبطاطا والفول وفول الصويا والفول السودانى وجوز الهند والموز والمنيهوت cassava ويعتقد أن ممارسة الزراعة والاستئناس بدءا منذ حوالى ٧٠٠٠ ـ ١٠٠٠٠ عام أى خلال العصر الحجرى الحديث Neolithic age لكنه لايعرف على وجه التحديد الأماكن التى بدأت فيها عمليات غرس النباتات ومن المؤكد أن التاريخ هضم حق العديدين من المبتكرين والمبدعين فى هذا المجال ، وهم الذين وضعوا أسس الحضارة التى ننعم بها الآن • ومن المحتمل

أن تكون الزراعة بدأت فى المناطق التى توفرت فيها سبل الرى قديما مثل وادى النيل والهند ، وخاصة فى المناطق التى تميزت بجوها المعتدل . أما فى المناطق ذات الجو القاسى فقد أبدع الانسان حين استبدل طرق غرس النباتات planting بطرق الاكثار بالبذرة seeding . وقد دفعت مهنة الزراعةممارسيها الى الهجرة من مواطنهم تجاه المناطق التى اشتهرت آنذاك بعدم الجفاف وعدم التعرض للفياضانات . وازاء هذا التكثف السكانى فى مناطق محددة تجمعت الجهود والقرائح فتمخضت عن حضارة عريقة سجلها التاريخ كمفخـــرة لقدمائنا الذين كـــان اشـــهرهم قدمـــاء المصريين ثـــم سكان منطقة ما بين النهرين Mesopotamia وبعض المناطق الأخرى المعروفة باسم الشرق الأوسط ويذكر التاريخ أن مناطق الانتاج الرئيسية لبعض المحاصيل ومنشأ هـــذه المحاصيل هو :

المحصول	منطقة الانتاج	منشأ النبات
القمح	أمريكا الشمالية	أواسط آســيا
الذره	غرب الولايات المتحدة الأمريكية	أمريكـا
البطاطس	شرق أوروبا	بـــيرو
البـــن	البرازيـــل	الحبشـــة
الكاكاو	افريقيا	البرازيل
الاناناس	ماواى	البرازيل

وقد تدخل العلم فى النهوض بالزراعة على مراحل متباعدة ، وكان ابرز منجزات العلم فى هذا المجال هو ظهور معجزة الحبوب miracle grains ، اى استنباط سلالات القمح والأرز التى تعطى محصولا وفيرا وتستجيب لعمليات

التسميد وتصلح للزراعة فى المناطق الاستوائية tropics ، وهذا ما عرف فى الستينات باسم الثورة الخضراء green revolution ومنذ ذلك التاريخ وكثير من الدول النامية اصبحت فى حالة شبه اكتفاء ذاتى · وحتى النباتات التى تركت بقاياها مدفونة فى الأرض لعدة قرون عادت على الانسان بالنفع الكبير اذ مالبست أن التقطت اشعة الشمس لتساعد فى تحولها الى بترول وغازات وفحم ومواد تجلب الخير للبشرية بتسخيرها كطاقة مختزنة لادارة المصانع والاضاءة وغير ذلك · ويقدر الكربون الميسر available للانسان فى العالم كله بحوالى ١٥٠ بليون طن سنويا يرجع الفضل فى تثبيتها fixed الى عملية التمثيل الضوئى photosynthes s ، وهذا القدر يكفى لعدد من البشر يقدر بحوالى ١١٦٠ بليون نسمة · وفى المحيطات يقدر الكربون المثبت بفعل التمثيل الكلور وفيلى بحوالى ١٣٤ بليون طن سنويا تكفى لتغطية احتياجات ١٠٤٠ بليون نسمة · وفى الأرض اليابسة يقدر الكربون المثبت بحوالى ١٦ بليون طن سنويا تسد احتياجات ١٢٠ بليون نسمة ، الا انه فى الأراضى المزرعة تكون الكمية خمس بلايين طن سنويا تكفى لحوالى ٣٨ بليون شخص · ويعتقد ان الآفات والأمراض تستهلك ثلث كمية المواد النباتية فى المناطق المزروعة ويتبقى ما يقابل ٣٨ر٠ بليون طن كربون سنويا تكفى لسد احتياجات ٢ر٨ بليون شخص · كذلك يلاحظ ان النباتات تستهلك قدرا ضئيلا من الطاقة الشمسية (٠ر١ × ١٠ ^{٣١} سعر سنويا) التى تصل اليها، وان الحيوانات المفترسة تستهلك اقل من سابقتها (١ × ١٠ ^{٢٠}) ، وان الحيوانات آكلة العشب تستهلك اقل من النباتات (٥ × ١٠ ^{٢٠}) ، وان الطيور آكلة اللحوم تستهلك اقل قدر (٣ × ١٠ ^{١٩}) من الطاقة الشمسية المقدرة بحوالى ٣ر١ × ١٠ ^{٣٣} سعر سنويا ·

والجديد فى مجال كيمياء الأطعمة هو الدراسات المتعلقة بالغش adulteration ، فالغش فى مجال الأطعمة تميز بانقسامه الى ثلاثة اقسام من الوجهة التاريخية ، الأولى ما قبل عام ١٨٢٠ وهى مرحلة لم تسترعى الانتباه ولم تستوجب الاهتمام والدراسة ، والثانية بدات فى

أوائل عام ١٨٠٠ كنتيجة لازدهار تصنيع الاطعمة والتوزيع والعلم بمبادىء الكيميا الحديثة وهذه مرحلة هامة لأنها احتوت الغش ولم تدرك الأساليب العلمية الحديثة لاكتشافه ووضع ضوابط له . والثالثة بدأت حوالى عام ١٩٢٠ وهى تتميز بوضع الضوابط للغش والحد من انتشاره . ومن الممكن اعتبار الفترة من عام ١٩٥٠ للآن تمثل مرحلة رابعة قائمة بذاتها لأنها تميزت بانتشار اطعمة مضاف اليها مواد additives مسموح بها قانونا وانتشار مشاكل غذائية ناجمة عن اختلاط الأطعمة بمواد غريبة أو بمبيدات حشرية أو بمنتجات تصنيع ثانوية. ومن أمثلة الغش فمجال الأطعمة الذى يمارس حاليا غش الفلفل الأسود باضافة أوراقه أو لبالليب أو سيقان أو حصى gravel أو مسحوق pepper dust أو مطحون بذور الكتان linseed أو أجزاء نباتات أخرى بخلاف نبات الفلفل مطحونة كدقيق القمح ودقيق البسلة ودقيق الأرز وقشور الخردل ودقيق نخل الساغو sago والفلفل الأحمر cayennepepper يغش باضافة مواد تخفى بهتان اللون الناجم عن التعرض للضوء مثل كبريتيد الزئبق المعروف باسم فرمليون venetian أو يضاف كركم أو تضاف أكاسيد معادن أرضية تعرف باسم أوكر (ochre أو ocher) والخل يغش باضافة حامض كبريتيك . وعصير الليمون يغش بحامض كبريتيك أو بأحماض أخرى والأناتو anatto تغش بدقيق القمح أو الشعير أو الجودار أو ملح الطعام أو كبريتات الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم أو الكركم turmeric أو أكسيد الحديديك النقى أو المغشوش بالرصاص الأحمر أو النحاس ويعرف باسم venetian . والبن يغش ببذور بسلة أو فاصوليا أو جزر محمصة. والشاى يغش باضافة أوراق نباتات أخرى متعددة أو باعادة تجفيف أوراق الشاى المستعملة أو بالتفلة spent . والزيوت العطرية تغش بالكحول أو بزيت الترينتينا أو بزيوت أخرى . والسكر يغش باضافة رمل أو غبار أو جير أو مواد ملونة . والشيكولاتة تغش بالنشا ودقيق البطاطس وأكسيد الحديديك Venetian red المعدة (أكسيد الحديديك المائى الطبيعى) ochre والشحم brick dust tallow وبسكويت البحر Sea biscuits (hard tack) المطحونة . واللبن الحليب يغش بالماء والجير والنشا والصمغ والصودا والجيلاتين والدكسترين والجلوكوز والمواد الملونة .

كالأناتو والكرامل والزعفران والصبغات الكبريتية ، والمواد الحافظة كالبوراكس وحمض البوريك وحمض السليسيليك وساليسيلات الصوديوم ونترات البوتاسيوم وفلوريد الصوديوم والبنزوات و لفورمالين · والزبد تغش باضافة خثرة curds أو دقيق بطاطس أو كمية زائدة من الملح والماء · والخبز يغش باضافة دقيق حبوب اخرى بخلاف القمح أو باضافة حجر الشب alum والحلوى تغش باضافة مواد ملونة تحتوى زرنيخ أو رصاص ·

وطرق كشف الغش متعددة ، ومن بينها طريقة الفحص الميكروسكوبى التى أوجدها حاسال Arthur Hill Hassall فى انجلترا فى منتصف القرن التاسع عشر · كما أن تحليل الأطعمة من وجهة مكوناتها الأساسية بدأ فى مستوى روتينى منذ عام ١٨٦٠ حيث أنشئت فى المانيا محطة تجارب زراعية لهذا الغرض · وقد استمر الاهتمام بهذا المجال فى جميع الدول حتى أنه أنشىء فى الولايات المتحدة عام ١٨٦٢ قسم الزراعة U.S. Dept. of Agriculture وعلى رأسه اسحق نيوتن وبذلك توالت الاكتشافات فى مجال التغذية الى أن أصبح الانسان خلال النصف الأول من القرن العشرين على علم تام بمعظم المغذيات وخاصة الفيتامينات والأحماض الدهنية وبعض الأحماض الأمينية ·

والجديد فى مجال الأطعمة ايضا هو تعاون دول العالم أجمع لمجابهة المجاعات فمنذ سنوات كان العالم مايزال يعتقد أن ثلث أو نصف سكان الكرة الأرضية ينامون ليلا جائعين ، فى الوقت الذى تسعى فيه الولايات المتحدة الأمريكية جاهدة الى تسويق فائض انتاجها الغذائى · وقد تمثل تصرف الحكومة الأمريكية فى اصدارها قانون تنمية التجارة الزراعية والمساعدات عام ١٩٥٤ ، وهو ما يشار اليه باختصار باللفظ ب ل ٤٨٠ (PL 480) ، كما أنه أشير اليه فيما بعد باسم برنامج الغذاء والسلام · وهذا هو أضخم المشاريع العالمية فى مجال تسويق الأطعمة مقارنا بالمشروعات المماثلة التى ظهرت فى كندا واستراليا وفرنسا وغيرها ، وهدفه كان التخلص من فائض الانتاج الغذائى بتصديره الى الدول التى تعانى من نقص الطعام · الآن المشروع

وضحت مزاياه عند مجابهة الكوارث التى طالما فاجأت العالم فى بعض المناطق ومنها تلف محاصيل القارة الهندية عام ١٩٦٦/٦٥ ، ولاجتياح الفيضانات لمزارع ايطاليا والباكستان ، وتعرض شيلى وبيرو للزلازل . وقد أظهرت الولايات المتحدة الأمريكية براعتها فى سرعة نقل فائض اطعمتها لنجدة المنكوبين فى اى جهة من جهات العالم .

والغلال cereals بالذات تنتج بوفرة فى الدول المتقدمة ، لكنها لا تفى باحتياجات الدول الفقيرة التى تعانى من صغر الرقعة الزراعية وقصور وسائل الرى والاستثمار والتخلف التكنولوجى وانخفاض اسعار الغلال المنتجة محليا . ويزيد المسألة تعقيدا ان الغلال فى الدول المتقدمة تكون باهظة الثمن بسبب ارتفاع التكاليف والضرائب فتحجم الدول النامية عن استيرادها ولهذا يتكدس فى الدول المتقدمة ١٧١ مليون طن من الغلال سنويا ، بينما الدول النامية تحتاج الى ١١٤ ـ ١١٨ مليون طن وفق دراسات منظمة IEC ومنظمة الاغذية والزراعة FAO التى اشارت الى مسببات خفض المحصول عام ١٩٧٢ ومنها قلة الأسمدة وانخفاض الاسعار خاصة فى مناطق جنوب وجنوب شرق اسيا . اما المسببات التى ستبرز قريبا ، اى عام ١٩٨٥ ، فمنها ازدياد عدد سكان العالم وارتفاع المعدل الاقتصادى ، فمن المقدر أن يصل النقص الى ١٠٠ مليون طن . وسيكون المقدر الذى يحتاجه العالم حوالى ١٥٤٨ر٥ مليون طن متري بينما سيكون الانتاج العالمى حوالى ١٥٥٠ر٤ مليون طن اى بزيادة قدرها ١ر٦ . وتتوقع الحكومة الأمريكية ازدياد احتياجات العالم عام ١٩٨٥ بنسبة ٢ر٥٪ اما الانتاج سيزداد بنسبة ٢ر٤٪ وازدياد الانتاج فى الدول النامية سوف يستلزم وضع برنامج مناسب للبحوث ووضع برنامج حكومى لزيادة الاستثمار وتوفير العملات الاجنبية وامداد المنتجين بالسلف المناسبة . وتحسين سبل الرى و لصرف والنقل والتوزيع ، والاهتمام بالارشاد الزراعى .

وقد بلغت قيمة المساعدات الغذائية المقدمة للدول النامية حوالى بليون دولار سنويا خلال السبعينات ، لكن القيمة انخفضت نوعا ما حديثا تمشيا مع

ازدياد الصادرات التجارية · وبعض هذه المساعدات الغذائية تقدمه الولايات المتحدة كمنحة بدون ثمن ، بينما البعض تقدمة بثمن رمزى أو ثمن مخفض وهذه المساعدة الأمريكية تبشر بتحسن الأحوال الصحية فى الدول النامية · وقد قدرت قيمة المساعدات الغذائية فى الفترة من عام ١٩٦٥ الى ١٩٧٣ بحوالى ١١ مليون دولار ، دفعت الولايات المتحدة الأمريكية حوالى ٨٠٪ بينما دفعت كندا ٧٪ واليابان ٣٪ والمانيا ٢٪ وفرنسا ٢٪ وبقية الدول ٦٪ · وبرغم الاهتمام بهذه المساعدات الغذائية فما تزال ماساة التغذية فى العالم ملموسة ·

واكثر ما يهدد البشرية هو المجاعات · ففى مثل هذه المحن يتحول الناس الى اكلة لحوم البشر والكلاب والقطط كما يموت البعض جوعا · ويقدر عدد الموتى ضحايا الجوع حاليا بحوالى ١٠٠٠٠ اسبوعيا فى دول افريقيا وآسيا وامريكا اللاتينية · واكثر الدول افتقارا للغذاء فى الوقت الحاضر هى تشاد ومالى والنيجر واثيوبيا وجامبيا وموريتانيا والسنغال والهند وبنجلاديش والجزء الشمالى الشرقى من البرازيل · ويقدر النقص الغذائى فى الهند بحوالى عشرة ملايين طن سنويا ، واذا لم تمتد يد العون بهذا القدر من الطعام ادى ذلك الى أن يلقى ٣٠ مليون هندى حتفهم · اما الدول المحتاجة الى مساعدات غذائية ولكن بقدر يقل عن الدول السابق ذكرها فهى السودان واليمن وبورما وبوروندى وهندوراس وراوندا والصومال ونيبال وزامبيا وتانزانيا والفلبين والمكسيك ·

واعراض سوء التغذية واضحة على اطفال اللاجئين المقيمين فى المخيمات وكذلك فى بقاع من الساحل الشمالى لأفريقيا · وقد بلغت كمية المساعدات الغذائية فى تلك المنطقة ٥٦٠ ٠٠٠ طن اشترك فى تقديمها ٣٤ دولة ·

والانفجار السكانى فى العالم يزيد من اهمية برنامج المساعدات الغذائية ، فالعالم يزيد ٢٠٠٠٠٠ نسمة يوميا اى ٧٥ مليون نسمة كل سنة · فاذا استمر هذا المعدل للزيادة فسيتضاعف عدد سكان العالم بعد ٣٥ عام ، اى سيصبح ٧ر٨ مليون نسمة بدلا من ٣ر٩ · وفى الهند بالذات سوف يتضاعف

عدد السكان عام ٢٠٠٠ ، أى يصبح ١١٩٢ مليون نسمة بدلا من ٥٩٦ مليون اذا استمر معدل النمو السكانى الحالى على ماهو عليه أى ٢ر٢٪ ومن هنا بدأ التفكير جديا فى مشروعات تحديد النسل . ويلاحظ أن هناك أسباب أخرى لنقص الغذاء منها تقديم نسبة منه الى الحيوانات كالأبقار والخنازير والدواجن ، وقد تصل كمية هذا الطعام المقدم للحيوانات الى أربعة امثال القدر الذى يسد الاحتياجات الغذائية للشخص فى الدول المتقدمة . ومن هنا جاء تعليق جين ماير بأن كمية الطعام التى يستهلكها الشخص الأمريكى فى تغذيته وتغذية حيواناته وبقايا التغذية تكفى لتغذية ٥ر١ بليون شخص فى الصين بالمستوى الدارج الآن فى تغذية الصينيين . ومن أوجه الاختلاف فى تغذيـــة الأشخاص بكل من الدول النامية والدول المتقدمة أن نسبة البروتين اكثر ارتفاعا فى طعام سكان الدول الصناعية بسبب ارتفاع مستوى المعيشـــة والاستمتاع بنكهة اللحوم .

وليس ممكنا تحديد مقدار السعرات اللازمة لبقاء الشخص بشكل مؤكد نظرا لتباين ظروف الأشخاص من وجهات النشاط والحالة الصحية ، لكنه يقدر فى الدول الصناعية بحوالى ٣٠٠٠ سعر يوميا للرجل فى الثلاثين من عمره زنة ١٥٠ رطلا ، وبحوالى ٢٠٠٠ سعر للمرأة زنـــة ١٢٥ رطـل وللولـد فى السادسة من عمره ، وتخفض هذه المقادير فى المناطق الحارة لعدم الحاجة الى كثير من السعرات لحفظ حرارة الجسم . وانخفاض المقادير عن المناسب يعنى الجوع ، وهذا الجوع يصحبه هدم فى أنسجة الجسم واضطراب فى وظـائف الكبد والكليتين وضعف العقلية وقلة مقاومة الجسم للأمراض والاقتـراب من الموت . وعادة تظهر أعراض سوء التغذية عند فقد الجسم ثلث وزنة واذا ما وصل الفقد الى ٤٠٪ توقع الشخص حدوث الوفاة . وكثيرا ما تحـدث الوفاة بتأثير الامراض قبل وصـــول الجائـع الى مرحلة المـــوت جوعا . والكربوهيدرات بالذات اذا ما نقصت كميتها عن اللازم تأثرت عقلية الشخص واضطربت كيمياء المخ وبدى الشخص مرتبكا قليل المقاومة للمرض . وغياب الأحماض الأمينية الضرورية يسبب مرض الكواشيوركر ، ذلك المرض الذى

يقتل عشرات الآلاف من الصغار سنويا فى القارة الهندية وبعض مناطق افريقيا وجنوب شرق آسيا وأمريكا الجنوبية • وأمراض الكساح والبرى برى والبلاجرا الناشئة عن غياب الفيتامينات تشاهد فى بعض مناطق العالم •

وبديهى أن مشكلة نقص الغذاء فى العالم تعالج بتوسيع رقعة الأرض الزراعية عن طريق استصلاح ١ر٧ بليون فدان غير مزروعة واقعة فى شمال شرق البرازيل وكولومبيا وفنزويلا واكوادور وماليزيا وتايلاند واندونيسيا وبورما ووسط افريقيا بالاضافة الى ٢٦٤ مليون فدان فى الولايات المتحدة الأمريكية • ويتبع ذلك تحسين وسائل الرى ووسائل النقل والتوزيع والتخزين وانشاء مراكز بحثيه تعنى بانتخاب وتربية وأقلمة الأصناف ، والتوسع فى استخدام المخصبات ، وأخيرا تنظيم النسل • والجدول التالى يوضح الاحتياجات العالمية المتوقعة من الغذاء بالمليون طن مترى •

تقدير منظمة الأغذية والزراعة تقدير وزارة الزرزاعة الأمريكية

١٩٦٩ / ٧١ ١٩٨٥

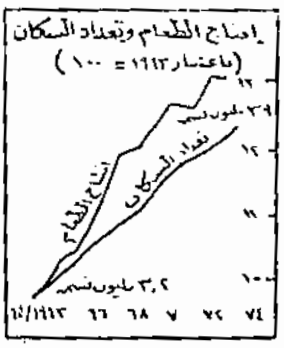
العالم				
المطلوب	١٢٠٧	١٧٢٥	١٠٦٢ر٦	١٦٤٣ر٩
الانتاج	١٢٣٩	؟	١٠٨١ر٨	١٦٤٥ر٧
الميزان	+ ٣٢	؟	١٩ر٢	١ر٩
الدول النامية :				
المطلوب	٥٩٠	٩٢٩	٤٦٦ر٦	٧٤٣ر٥
الانتاج	٥٨٥	٨٥٣	٤٤٣ر١	٧٢١ر٠
الميزان	ـ ٥	٧٦	ـ ٢٣ر٥	٢٢ر٥
الدول المتقدمة :				
المطلوب	٦١٧	٧٩٦	٥٩٦ر٠	٩٠٠ر٤
الانتاج	٦٥٤	؟	٦٣٨ر٧	٩٢٤ر٧
الميزان	+ ٣٧	؟	٤٢ر٧	٢٤ر٣

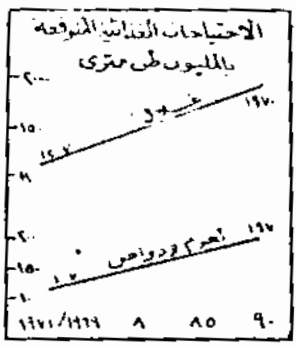
والجدول التالى يبين نصيب الفرد الواحد من السعرات يوميا من أحد عشر مجموعة أطعمة وفق احصاءات أعوام ١٩٦٤ ـ ١٩٦٦ فى المتوسط :

الدول الصناعية :	حبوب	نشويات	سكر	نمل	خضروات	فاكهة	لحوم	بيض	سمك	لبن	دهن وزيت
انولايات المتحدة الأمريكية	٦٤٩	٩٥	٥١٣	١٠٣	٧٣	١٠١	٥٩٨	٧١	٢٦	٣٩٧	٥٣٠
كندا	٦٧٠	١٥٥	٥٢٠	٧٣	٦٢	١٠١	٦٢٢	٥٧	٢٣	٣٧٨	٤٨١
استراليا ونيوزيلنده	٨٢١	١٠١	٥٥٠	٦١	٤٧	١٠٢	٦٥٥	٥٢	٢٣	٤٠٣	٣٧٧
الاتحاد السوفيتى	١٥٤٤	٢٦٥	٤١٢	٦٠	٤١	٢٧	٢٤٠	٢٧	٢١	٢٥٢	٢٩٣
اوروبا الشرقية	١٤٩٨	١٨٣	٣٠٧	٥٩	٤٩	٥٨	٣١٤	٣١	١٣	١٨٩	٣٧٩
اليابان	١٣٩٧	١٣٤	١٩٧	١٤٦	٩٠	٥٣	٥٣	٣٨	٨٤	٦٢	١٧٤
جنوب امريكيا	١٥٨٣	٣٣	٤٠٣	٥٥	١٤	٣٧	٢٥٤	١١	٢٨	١٤٧	١٦٧
غرب أوروبا	٩٧٨	١٩١	٣٠٤	١٠٣	٦٩	١٢٦	٢٨٨	٣٨	٥٠	٢٧٦	٤٨٣
المتـــوسط	١١٢٧	١٧٥	٣٨٨	٨٢	٥٩	٧٦	٣٧١	٤٤	٣٢	٢٧٠	٤١٩

الدول النامية :										
الأرجنتين	٩٩٩	١٨٠	٣٧٨	٢٨	٣٠	٨٨	٦١٤	٢٤	٢٠٦	٣٢٦
المكسيك وامريكا الوسطى	١١٩٧	١١٧	٣٨٨	١٨٨	١٤	٨٢	١٣١	١٦	١٠٤	١٨٧
امريكا الجنوبية	٨٩٨	٢٩١	٣٦٣	٨٠	٢٣	٦٢	٢٠٣	١٣	١٤٢	١٨٠
غرب آسيا	١٤٨٠	٤١	١٨٧	٩١	٣٩	١١٣	٧٨	٧	٩١	١٨٥
الصين الشعبية	١٣٨٣	٢٢٤	٣٥	١٣٤	٣٣	٦	١٣٤	١٢	٥	٦٥
البرازيل	٨٦١	٤١٠	٤٠١	٣١٢	١١	٤٨	٢٠٣	١٨	١٣٥	١٢٩
شرق آسيا	١٢٧١	٢٤٥	٩٩	١٠٧	٢٧	٣١	٥٨	٧	٨	٨٥
شمال افريقيا	١٤٦١	١٠٤	١٩٨	٧٢	٤٣	٦٧	٦٩	٥	٧٨	١٨٧
جنوب آسيا	١٣٠٠	٢٩	١٩٢	١٧٦	٣٥	٢٦	٨	١	٨٩	١١٤
جنوب شرق آسيا	١٥٨٩	٧٠	٨٤	٧٨	٢٩	٥٨	٧٧	٨	١٨	٧١
افريقيا	١١٠٩	٥٦٨	٥٣	١٨٠	١٣	١٨	٦١	٣	٣٢	١٠٤
المتوسط	١٣٠٠	١٩١	١٣٥	١٤٦	٣٠	٣٠	٨٩	٨	٥٠	١٠٥
العـــالم :	١٢٤٧	١٨٦	٢١٢	١٦٧	٣٩	٤٤	١٧٥	١٩	١١٧	٢٠١

تعداد السكان
ومعدل الزيادة
التعداد بالمليون عام ١٩٧٢
الصين
الهند
اندونيسيا
باكستان
نيجيريا
فرنسا


إنتاج الطعام وتعداد السكان
(باعتبار ١٩٦٣ = ١٠٠)
إنتاج الطعام
تعداد السكان
٣٩ مليون نسمة
٣٠٢ مليون نسمة
١٩٦٣/٦٢


الاحتياجات الغذائية المتوقعة
بالمليون طن متري
١٩٧٠
١٩٧٠
لحوم ودواجن
١٩٦٩/٧١

(٢) الماء فى الطعام وفى الجسم وفى التصنيع الغذائى

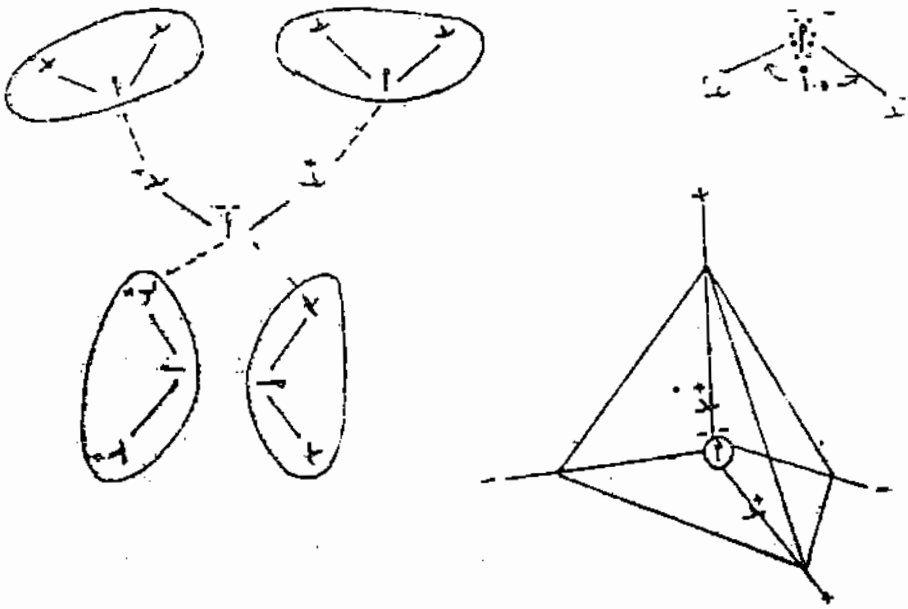
يدخل الماء فى تركيب جميع الأطعمة التى يتناولها الانسان ، سواء النباتية المصدر أو الحيوانية ، كما يدخل فى تركيب جسم الانسان ذاته ، ويقوم بأدوار حيوية أساسية تؤثر فى بقاء وحيوية كل من هذه الأجسام الحية ، ومن ذلك برزت أهمية وفعالية ميزان الماء water balance أو اتزان الماء كما يسمى أحيانا . فالنسبة المئوية للماء فى جسم الانسان تقرب من ٦٥٪ . وفى الأطعمة تتراوح بين ٩٠٪ فى بعض الفواكه والخضروات ، ٨٥٪ فى اللبن الحليب ، ٨٠٪ فى بعض الحيوانات البحرية ، ٦٥ فى اللحوم ، ٢٠٪ فى بعض البقوليات ، ١٠٪ فى بعض الغلال . وهذا الماء قد يوجد حرا على حالة سائلة free water فى الخلايا والأنسجة ، أو يوجد مرتبطا داخلا فى تركيب المركبات الحيوية ويعرف باسم الماء المرتبط كيميائيا chemically bound water وهو لايتجمد ولا يعمل كمذيب ولايمارس التفاعلات الطبيعية العادية أو يوجد مرتبطا بالجزيئات كماء تادرت water of hydration مثل الذى يرتبط بروابط هيدروجينية مع بعض السكريات أو بعض البروتينات ، أو يوجد كماء ممتص inbibed water in gel يحدث انتفاخا للمواد التى تمتصه ، أو يوجد مدمصا adsorbed على سطح المادة الصلبة .وتبلغ نسبة الماء المرتبط فى الفاكهة والخضروات حوالى ٦٪ . ولا تقتصر أهمية الماء من وجهة تغذية الانسان على وجوده فى الجسم كمكون أساسى لاحياة بدونة أو لوجوده فى الطعام اللازم للحياة بل ان الماء يقوم بدور هام فى التصنيع الغذائى أيضا ، اذ تستخدم منه كميات طائلة فى أكثر من مرحلة من مراحل اعداد وتصنيع وحفظ الأطعمة قد تصل الى بضعة آلاف من جالونات الماء لكل طن من الطعام .

وجزيئات الماء ترتبط ببعضها بقوة بسبب قدرتها على تكوين روابط ايدروجينية hydrogen bonds بتأثير مقدرة الأوكسجين على جذب الالكترونات ، وهى قدرة فائقة لا يسبقه فيها الا الكلور ويكون هذا الاجتذاب للالكترونات electronegative على حساب ذرات الايدروجين الموجودة فى

جزىء الماء فيصبح للأوكسجين شحنتان سالبتان ويتبقى على الايدروجين شحنة موجبة واحدة هي شحنة البروتون نظرا لأن الأوكسجين يجتذب الألكترون الوحيد الموجود فى ذرة الايدروجين ، وهذه الظاهرة هى المسببة لظهور خاصية ثنائى القطب Dipole أى تكون مراكز للشحنات أحدها سالب تجاه الأوكسيجين والآخر موجب تجاه الايدروجين مما يضطر جزىء الماء الى تهذيب وضعه بحيث يصبح كل موقع سالب قريبا من موقع موجب فى جزىء ماء آخر مجاور بينما يصبح المركز الموجب فى الجزىء السابق قريب من مركز سالب فى جزىء ثالث مجاور · وهذا يعنى أن كل ذرة ايدروجين تحمل شحنة موجبة فى جزىء ماء ، سواء أكان الماء سائلا أو متجمدا أو على حالة غازية ، تكون مرتبطة بالأوكسجين السالب الشحنة بواسطة رابطة ايدروجينية ضعيفة ، أى أن ذرة الايدروجين تؤدى مهمة الكوبرى الذى يصل بين ذرتين أوكسيجين سالبتى الشحنة · وهذه الرابطة الايدروجينية تؤثر بوضوح فى الخواص الطبيعية للمواد بسبب وفرتها وبرغم ضعفها اذ تقدر بحوالى ١ر٣ – ٦ر٨ كيلو كالورى أى سعر كبير للجزىء وهذه القيمة أصغر بكثير من الرابطة بين ذرتى الكربون ك – ك فهى ٨٠ سعر كبير ، ومن الرابطة المزدوجة بين ذرتى الكربون ك = ك فهى ١٤٥ سعر كبير ، ومن الرابطة بين ذرة كربون وذرة ايدروجين فهى ٩٨ سعر كبير ، ومن الرابطة بين ذرة أوكسيجين وذرة ايدروجين البالغة ١٤٥ سعر كبير · ولا يتجاوز عدد الروابط الايدروجينية فى الجزىء الواحد من الماء أربعة ، أى أن كل جزىء ماء يرتبط مع أربعة جزيئات ماء أخرى منها اثنان يرتبطان عن طريقة ذرة الاوكسجين واثنان آخران عن طريق ذرتى الايدروجين ، وهذا هو سبب ظهور الشكل الهندسى المميز لبللورات الثلج · وعندما يتحول الثلج الى ماء سائل تتكسر بعض هذه الروابط الايدروجينية بتأثير الطاقة الممتصة ويصبح عددها أقل · ويلاحظ أن جزيئات الماء تتجمع مع بعضها مكونة مجاميعا aggregates وتتفرق هذه المجاميع بتأثير الظروف المحيطة بالماء مما يجعل هذا الماء البارد غير ثابت التركيب الهندسى مختلفا فى ذلك عن الثلج وقد يظل الماء محتويا على بعض التجمعات هذه حتى على درجة غليانة ، الا أنه بالتحول الى بخار تتلاشى

الروابط الايدروجينية تماما · فاكبر كمية من الروابط الايدروجينية توجد في الثلج عند درجة حرارة ـ ١٨٣° م ، ويتبقى نصف هذه الكمية فقط في الثلج عند درجة الصفر المئوى ، بينما يتبقى الثلث فقط عند بلوغ الماء درجة الغليان · وبديهى أن ارتفاع درجة حرارة الماء فوق ٤° م يحدث التمـــدد thermal expansion وتقل الكثافة بالتالى ، بينما انصهار الثلج يتبعه ازدياد كثافته وتظل الكثافة فى ازدياد حتى بلوغ درجة ٤° م ويفسر ذلك بتقليل حجم التجمعات المائية ولكن مصحوبا بزيادة فى عددها عند ارتفـــاع درجة الحرارة من الصفر المئوى الى ٤° م ·

هذه الروابط والتجمعات سالفة الذكر هى التى تفسر ظهور اختلافات مميزة للماء مثل ارتفاع درجة غليانه مقارنا بمركبات أخرى ليست بعيدة عنه فى التركيب ، وكذلك ارتفاع نقطة انصهار الثلج ، وارتفاع الحرارة الكامنـة latent heat للتبخير ، وارتفـــاع القـدرة على التوصـيل الكهربى ، وارتفاع الجذب السطحى surface tension · فعلى سبيل المثال تكون نقطة انصهار الثلج صفر مئوى بينما هى ـ ١٨٤° م للمجموعة ك يد٤ أو ـ ٧٨° م للمجموعة ن يد٢ أو ـ ٩٢° م للمركب يد فل ، وتكون درجة الغليان للماء ١٠٠° م بينما هى ـ ١٦١° م للمجموعة ك يد٤ ، أو ٣٣° م للمجموعة ن يد٣ ، أو + ١٩° م للمركب يد فل ، وتكون حرارة التبخير ٩٧٥٠ سعرا لجزىء الماء أو ٢٢٠٠ سعرا لجزىء ك يد٤ أو ٥٥٥٠ ســـعرا لجزء ن يد٣ او ٧٢٢٠ سعرا لجزىء يد فل ·



خواص الماء :

(١) التأين : يتأين الماء الى أيون ايدروجين وأيون ايدروكسيل ، أو على الأصح الى أيون [ايد$^{+}$ وأيون يد$_{٢}$ا$^{-}$]ويكون ثابت التأين مساويا حاصل ضرب [يد$^{+}$] فى [ا يد$^{-}$] مقسوما على [يد$_{٢}$ ا] او بمعنى آخر يكون ث ز يد$_{٢}$ ا] = [يد$^{+}$] × [ا يد$^{-}$] ويكون ثابت الماء Kw ، اى ث [يد$_{٢}$ ا] عند درجة حرارة الغرفة العادية مساويا ١٫٠ × ١٠$^{-١٤}$. ويكون التركيز متساوية بين أيونات [يد] وأيونات [ا يد] فى الماء النقى اى تكون [يد] = [ا يد] = ١٫٠ × ١٠$^{-٧}$ mole ، ويزداد تركيز (يد) فى المحاليل الحامضية بينما يزداد تركيز [ا يد] فى المحاليل القاعدية .

(٢) الكثافة : تكون كثافة الماء النقى عند درجة ٤° م واحد صحيح ، أى يكون وزن السنتيمتر المكعب جرام واحد ، وتقل الكثافة بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك او تزيد بانخفاض درجة الحرارة .

(٣) التجمد : يتجمد الماء النقى على درجة الصفر المئوى تحت ضغط جوى قدره ٧٦٠ ملليمتر زئبق ، الا أن نقطة التجمد تنخفض باذابة مواد ثابتة غير طيارة فى الماء ، ويمكن حساب مقدار الانخفاض فى نقطة التجمد بمعرفة وزن الماء ووزن المادة المذابة والوزن الجزيئى للمادة المذابة والرقم الثابت للماء وهو ١٫٨٦ ٠

(٤) الحرارة النوعية : تكون الحرارة النوعية Specific heat للماء مساوية الواحد الصحيح عند اى درجة حرارة بين صفر و ١٠٠° م ، بينما تكون الحرارة النوعية للثلج مساوية ٠٫٤٩٢ ٠ وتقاس الحرارة النوعية بالسعر الصغير calorie او بالسعر الكبير kilo–calorie

(٥) الحرارة الكامنة للتبخير : تبلغ الحرارة الكامنة ٥٩٩ سعر / جرام جزىء عند درجة صفر مئوى ، وتصبح ٥٨٥ عند درجة ٢٠° م ، ٥٧٤ عند درجة ٤٠° م ، ٥٤٠ عند درجة ١٠٠° م ٠

(٦) الحرارة الكامنة للانصهار : يتحول الثلج الى ماء على درجة الصفر المئوى بحرارة قدرها ٧٩٫٧١ سعر / جم ٠

(٧) معامل التوصيل الحرارى : يبلغ معامل التوصيل الحرارى للثلج خمسة امثال نظيره للماء ، فهو ٠٫٠٠٥ للثلج ، ١٢ ٠٠٫٠ للماء ٠

(٨) الجذب السطحى : للماء جذب سطحى surface tension بالغ الارتفاع مقارنا بالسوائل الأخرى فهو يبلغ ٧٢٫٧٥ داين / سم dynes/cm وتنخفض هذه القيمة بارتفاع درجة الحرارة ٠

(٩) الاذابة : الماء من المذيبات القطبية polar solvents القوية نظرا لاحتوائة على قطبين dipole ينجم عنه تجاذب بين الأيونات الموجبة ومركز الشحنة السالبة فى الماء ، وكذلك بين الأيونات السالبة ومركز الشحنة الموجبة فى الماء ، وهذا ما يعرف باسم الارتباط الأيونى القطبى

ion-dipole bond وهو ارتباط ضعيف لكن لوفرته فهو يتغلب على التجاذب الألكتروستاتيكى بين أيونات المذاب ، وبذلك يصبح كل أيون من أيونات المادة المذابة محاطا تماما بمجموعة من جزيئات السائل المذيب ولهذا سمى مذابا Solvated أو فى حالة الماء بالذات يسمى hydrated . ويستطيع الماء اذابة المركبات القطبية بسهولة لأنها تستطيع جذب جزيئات الماء الشديد القطبية وتكوين روابط ايدروجينية معها . وبديهى انه كلما زاد عدد المجاميع القطبية كلما ارتفعت نسبة ذوبانها فى الماء ، ومثال ذلك سكر القصب الذى يحتوى جزيئه على مجموعات ايدروكسيل متعددة تكسبة صفة القطبية وتجعله سهل الذوبان فى الماء . والمركبات غير المتأينة المذابة فى الماء توجد عادة فى صورة جزيئات ، لكنه فى حالة احتواء الجزىء على عدد كبير من المجاميع القطبية ، مثل ا يد ، فان هذه المجاميع يجتذبها الماء بشدة مما قد يؤدى الى انفصام روابطها وتكوين أيونات . أما المركبات غير القطبية فتذوب فى المذيبات غير القطبية حيث تتماثل الروابط التى ترتبط الجزيئات ببعضها فى كليهما مما يجعل ارتباط جزيئات كل منهما بالآخر ممكنة .

(١٠) النقاوة : المياه السطحية surface water المأخوذة من الأنهار تكون عادة يسرة soft الا أنها غالبا ما تكون ملوثة بمواد عضوية بعكس المياه الجوفية المسحوبة من الآبار فهى تكاد تخلو من المواد العضوية ولكنها تحتوى على قدر ملموس من الأملاح التى تؤثر فى عسرها hardness وفى مدى صلاحيتها لعمليات التصنيع الغذائى المختلفة . وبصفة عامة تقسم الشوائب المحتمل وجودها فى الماء الى مواد معلقة suspended matter وغروية colloids ومواد عضوية ذائبة ومواد غير عضوية ذائبة وغازات ذائبة وكائنات حية دقيقة ومواد ملونة . والمواد المعلقة هى المسئولة عن ظاهرة العكارة turbidity فى الماء ، وهى قد تكون عضوية مصدرها نباتى او حيوانى أو زيت معدنى ، وهذه يمكن فصلها بطرق مختلفة ، أو تكون موادا غير عضوية مثل الطمى clay وفتات الصخر rock flour والسليكا Silica والكبريت وبيكربونات الكالسيوم . أما المواد الملونة فبعضها مركبات حديد

والبعض مركبات نتجت أثناء مراحل تحلل المواد العضوية . وبعض هذه المواد العضوية يكون متطايرا على درجة الحرارة العادية فيكسب الماء رائحة ، كما قد يتفاعل بعضها مع الكلور المضاف للماء معطيا ناتجات كريهة الرائحة مثل الكلوروفينولات ، وقد ينتج بعضها من تحلل المواد البروتينية كأن تنطلق الأمينات المتطايرة ذات الرائحة غير المقبولة . وجميع هذه الشوائب تزال من المياه قبل استخدامها فى التصنيع الغذائى وفى الشرب بطرق متعددة منها الترسيب settling ، والترشيح filtration خلال طبقات الرمل والحصى ، والتجميع coagulation ، والتقطير distilation ، واستعمال أعمدة الكربون المنشط activated carbon لامتصاص الروائح الغريبة . ويمكن تحويل بيكربونات الكالسيوم او المغنسيوم غير الذائبة فى الماء الى مركبات ذائبة باستخدام الحرارة المرتفعة ، وهذه البيكربونات تكونت من تفاعل كربونات الكالسيوم وثانى اكسيد الكربون والماء أثناء سريان الماء المذاب فيه غاز ثانى اكسيد كربون على الأحجار الجيرية limestone :

$$كا كا_{٣} + ك_{٢}ا + يد_{٢}ا \rightarrow كا (يدك_{٣})_{٢}$$

$$\Delta$$

$$كا (يدك_{٣})_{٢} \rightarrow كا ك_{٣}ا + يد_{٢}ا + ك_{٢}ا$$

$$\Delta_{1}$$

$$مغ (يدك_{٣})_{٢} \rightarrow مغ ك_{٣}ا + يد_{٢}ا + ك_{٢}ا$$

$$\Delta$$

$$مغ ك_{٣}ا + يد_{٢}ا \rightarrow مغ (ايد)_{٢} + ك_{٢}ا$$

ووجود الحديد فى مياه التصنيع الغذائى بنسبة تتجاوز ثلاثة أجزاء فى الماء فتدخل فى تفاعلات مؤداها تكوين مركبات غير ذائبة تعطى الماء على تزنخ الدهون الأكسيدى . أما أيونات الكالسيوم والمغنسيوم الموجودة فى الماء فتدخل فى تفاعلات مؤداها تكوين مركبات غير ذائبة تعطى الماء صفة العسر سواء كان عسرا مؤقتا temporary أو مستديما permanent وهذا العسر يمكن ازالته بطريقة الزيوليت Zeolite water-Softening process أو بتبادل الأيونات Ion-Exchange demineralization أو بتبادل

الكاتيونات الايدروجينى Hydrogen cation exchange او بالتقطير ـ Distillation او باستخدام ايدروكسيد كالسيوم وكربونات صوديوم على درجة حرارة مرتفعة Hot lime-soda water softening process او باستخدام نفس المركبين ولكن على درجة حرارة منخفضة Cold lime-soda water softening process

فمادة الزيوليت (ز) المستخدمة فى ازالة عسر الماء قد تكون طبيعية بها سليكات صوديوم مائية وبوتاسيوم وحديد ، أو تكون مخلقة بها سليكات مائية وصوديوم والومنيوم صي٢ ا٠ لو٢ ا٢ ٠ ٥ س ا٢ وتفاعلها يمثل بما يلى :

صي٢ ز + كا (يد ك ا٣)٢ ← كاز + ٢ ص يد ك ا٣

صي٢ ز + كا كب ا٤ ← كاز + صي٢ كب ا٤

صي٢ ز + مغ (يد ك ٣)٢ ← مغ ز + ٢ ص يد ك ا٣

صي٢ ز + مغ كب ا٤ ← مغ ز + صي٢ كب ا٤

وفى طريقة تبادل الكاتيونات الايدروجينى تستخدم مادة ادمصاص يدي٢ ـ ويمثل التفاعل كما يلى :

يدي٢ ✓ + كا (يدك ا٣)٢ ← كا ✓ + ٢ يدي٢ ك ا٣

وفى طريقة الجير على البارد تحدث التفاعلات التالية :

كا (يدك ا٣)٢ + كا (ا يد) ٢ ← ٢كا ك ا٣ + ٢يدي٢ ا

مغ (يدك ا٣) ٢ + كا (ا يد)٢ ← مغ ك١ا٣ + كاك١ا٣ + ٢يد ا

مغ ك١ا٣ + كا (ايد)٢ ← مغ (ايد)٢ + كا ك ا٣

كا كب ا٤ + صي٢ ك ا٣ ← كا ك ا٣ + صي٢ كب ا٤

وبعض شوائب الماء عبارة عن غازات مثل الميثان وكبريتور الايدروجين وثانى اكسيد الكربون والنتروجين والأوكسيجين ٠ والنسب التى توجد بها هذه الغازات فى الماء تختلف تبعا لمصدر الماء ، فهى على سبيل المثال قد تصل

الى ٣٠٠ جزء ثانى اكسيد كربون فى المليون فى المياه الجوفية لكنها لاتتجاوز خمسة أجزاء فى المياه السطحية · وهذا الغاز يكون مع الماء حامض كربونيك الذى يسبب تلفا وتآكلا فى بعض المواد المعدنية بمصانع الأغذية · أما كبريتيد الايدروجين فنسبتة أقل من ثانى اكسيد الكربون اذ يوجد بنسبة نصف جزء فى المليون فى المياه الجوفية وهو كريه الرائحة لذلك تعمد مصانع الأغذية الى ازالته بالأكسدة والتهوية او بالمعاملة بالكلور :

يد٢ كب + ½ ا٢ ← يد٢ ا + كب

يد٢كب + ٤كل٢ + ٤يد٢ ا ← يد٢ كب ا٤ + ٨ يد كل

والأوكسجين يزال من مياه التصنيع الغذائى لأنه يساعد على الاكسدة وعلى تآكل العلب الصفيح وعلى فساد الأطعمة المحفوظة ، وهو يوجد طبيعيا فى الماء ويسهل التخلص منه بالغليان · ويستبعد غاز النتروجين بالغليان أيضا ·

والغازات سالفة الذكر الموجودة طبيعيا فى الماء هى المعتبرة شوائب ، وهذا اللفظ شوائب لا ينطبق فى جميع الحالات لأن اضافة غازات الى المياه تمارس على نطاق واسع فى التصنيع الغذائى · فجميع المشروبات الغازية يضاف فيها غاز ثانى أكسيد الكربون ، ومياه الشرب مضاف اليها غاز الكلور أو الفلور للتنقية ومنع تكاثر الأحياء الدقيقة ، والاوكسجين يستخدم للأكسدة فى صناعة الخل ، وثانى اكسيد الكبريتيضاف فى التصنيع الغذائى لايقاف نشاط الفطريات وللحد من حدوث التفاعلات غير الانزيمية المسببة لظهور التلون البنى فى الأطعمة · وبعض هذه الغازات يذوب فى الماء ويتفاعل معه محدثا تغييرات فى الخواص كأن تزداد الحموضة وتزداد القدرة على الاذابة عندما يتكون حامضكربونيك بتفاعل ثانىاكسيد الكربون مع الماء وكذلكازدياد الحموضة عند اضافة غاز ثانى اكسيد الكبريت للماء نتيجة لتكوين حامض كبريتوز · والكمية من الغاز التى يتقبلها حجم معين من الماء لها حدود

الذ يصل المحلول لدرجة التشبع وتحدث حالة الاتزان equilibrium ، وهذا الاتزان يتأثر بدرجة الحرارة والضغط والخواص الطبيعية والكيميائية لكل من الغاز والمذيب · ويطلق على حجم الغاز المذاب فى وحدة حجمية من المذيب عند درجة حرارة معينة وضغط جوى قدره واحد صحيح الاصطلاح معامل الامتصاص Absorption coefficient ، مع مراعاة احتساب حجم الغاز هذا عند درجة الصفر المئوى وضغط جوى قدره واحد صحيح · فعلى سبيل المثال يكون معامل امتصاص غاز ثانى أكسيد الكربون ١ر٧١ عند درجة الصفر المئوى أو ٠ر٨٨ عند درجة ٢٠° م أو ٠ر٦٦ عند درجة ٣٠° م ، وهذه القيم بالنسبة لغاز الأوكسيجين تكون ٠ر٠٤٩ ، ٠ر٠٢٨ ، ٠ر٠٢٦ على التوالى ، وبالنسبة لغاز النتروجين تكون ٠ر٠٢٣ ، ٠ر٠١٥ ، ٠ر٠١٣ بنفس الترتيب · وبديهى أن معامل الامتصاص يقل بارتفاع درجة الحرارة ولكنه يزيد بازدياد الضغط وفقا لقانون هنرى Henry's law وهذا لا ينطبق على الغازات التى تذوب فى الماء مكونة أحماضا مثل غاز ثانى اكسيد الكبريت الذى يعطى حامض كبريتوز ، الا بعد أن يثبت تركيز حامض الكبريتوز فى المحلول فالغاز المضاف بعد بلوغ هذا الثبات يتبع قانون هنرى · وفى حالة اضافة مخلوط من غازات مختلفة للماء فان القدر المذاب من كل من هذه الغازات يتمشى طديا مع ضغطه الجزئى partial pressure ، اى أن الحجم الذى يذوب من كل غاز يكون مساويا معامل امتصاص هذا الغاز مضروبا فى ضغطه الجزئى. اى أنه فى حالة الهواء المحتوى على خمس حجمه أوكسيجين واربعة أخماس نتروجين تقريبا يمتص منه ٠ر٢١ × ٠ر٠٢٦ جزىء جرامى أوكسيجين وكذلك ٠ر٧٨ × ٠ر٠١٣ جزىء جرامى mole نتروجين عند درجة ٣٠° م وضغط جوى قدره ٧٦٠ ملليمتر زئبق ·

وغاز ثانى أكسيد الكربون المضاف للمياه ، كما فى صناعة المشروبات الغازية ، يتبقى ٩٩٪ منه فى صورة ك ا بينما ١٪ المتبقية تكون فى صورة حامض كربونيك وذلك على درجات الحرارة المتراوحة بين الصفر المئوى وبين ٥٠° · وتزداد نسبة ذوبان ثانى اكسيد الكربون بانخفاض درجة الحرارة ،

ضعى بالجرام غاز فى كل مائة جرام ماء تكون ٠٫٣٣٥ عند درجة الصفر المئوى او ١٦٩ر٠ عند ٢٠° م أو ١٢٦ر٠ عند ٣٠° م أو ٠٫٠٧٦ عند ٥٥٠ م وذلك تحت ضغط جوى قدره ٧٦ سنتيمتر زئبق ٠ وتتأثر نسبة الذوبان هذه ببعض العوامل الأخرى مثل وجود مادة صلبة مذابة فى الماء كما هو الحال عند اضافة السكر فى المياه الغازية فهذا يسبب انخفاض ذوبان الغاز ٠

وغاز الكلور يضاف لمياه الشرب ومياه التصنيع الغذائى للتغلب على الميكروبات المرضية pathogenic organism وغير المرضية non-pathogenic والمسببة لفساد وتحلل الأطعمة ٠ وللمعاملة بالكلور يستخدم الغاز كل٢ الذى يعطى مع الماء حامض كلوردريك وحامض هيبوكلوريت يداكل ، أو هيكلوريت الكالسيوم التى تتحلل فى الماء معطية أيونات هيبوكلوريت يمكنها الاتحاد مع ايونات الايدروجين منتجة حامض هيبوكلوريت ، او هيبوكلوريت الصوديوم ص ا كل ، او ثانى لكسيد الكلور اً ٠ ولجزيئات حامض الهيبوكلوريت غير المتاينة تأثير اقوى على الكائنات الحية الدقيقة ٠ وتختلف كمية الأيونات الموجودة فى المحلول باختلاف الحموضة الفعلية pH اذ تزداد الأيونات بارتفاع رقم pH أى بنقص الحموضة ٠ وفى حالة وجود امونيا فى المحلول فانها تتفاعل مع حامض الهيبوكلوريت يدا كل مكونة كلورامين أحادى monochloramine او ثنائى dichloramine تبعا لدرجة الحموضة الفعلية وهذه مركبات لها تأثير مطهر bactericidal ٠ اما وجود السكريات والنشويات فى المحلول فلا يؤثر فى مقدرة الكلور تأثيرا محسوسا لأن تفاعل حامض الهيبوكلوروز مع المواد العضوية يكون بطيئا للغاية ، بينما يلاحظ أن مجموعات يد كب – وكذلك نيدً الحرة فى جزىء البروتين يؤثر فيها حامض الهيبوكلوروز ٠

٢ كا (يد)٢ + ٢ كل٢ ← (اكل)٢ + كا كل٢ + يد٢ا

٢ ص ايد + كل٢ ← ص ا كل + يد٢ا

كل٢ + يد٢ ا ← يدا كل + يد كل

$$\text{كا (اكل)}_2 + \text{يد}_2\text{ا} \rightleftarrows \text{كا}^{++} + 2\ \text{يدا كل}$$

ن يد$_4$ايد + يداكل ← ن يد$_2$ كل + ٢ يد$_2$ ا (هونوكلورامين)

ن يد$_4$ ايد + ٢ يدا كل ←ن يد كل$_2$ + ٣ يد$_2$ ا (داى كلورامين)

وغاز ثانى اكسيد الكبريت يضاف للأطعمة أثناء تصنيعها لمنع حدوث الفساد الميكروبى ولتثبيط الانزيمات المسببة للتلون البنى ولوقاية حمض الأسكوربيك وبعض الكاروتينويدات من الأكسدة ولازالة لون بعض المواد . وقد يستبدل الغاز بحامض الكبريتوز يد$_2$ كب$_2$ ا$_3$ أو بالكبريتيت ص$_2$ كب$_2$ ا$_3$ أو البيكبريتيت ص يدكب$_2$ ا$_3$ أو الميتابيكبريتيت ص$_2$كب$_2$ا$_5$ metabilsulfite والغاز عديم اللون لكنه ذو رائحة نفاذة ، وهو يذوب فى الماء بنسبة ٢٢ر٨ جرام لكل مائة جرام ماء على درجة الصفر المئوى ، وتنخفض هذه النسبة بارتفاع درجة حرارة الماء فتصبح ١٦ر٢ عند ١٠° م أو ١١ر٣ عند ٢٠° م أو ٧ر٨ عند ٣٠° م أو ٤ر٥ عند ٥٠° م .

$$\text{يد}_2\text{كب}_2\text{ا}_3 \rightleftarrows \text{يدكب}_2\text{ا}_3^{-} + \text{يد}^{+} \quad \text{فى الوسط الحامضى الشديد}$$

$$\text{يدكب}_2\text{ا}_3^{-} \rightleftarrows \text{كب}_2\text{ا}_3^{--} + \text{يد}^{+} \quad \text{فى الوسط القلوى الشديد}$$

ويلاحظ ان حامض الكبريتوز وأملاحه لها القدرة على اختزال بعض المواد وعلى القيام بعمل مضادات الأكسدة ، فهى تقى حمض الأسكوربيك من الاكسدة لكنها تساعد على هدم صبغات الأنثوسيانين وازالة لونها وكذلك الملونات الصفراء كما انها تساعد على تحويل الكلوروفيل الى فيوفيتين Pheophytin واضافة البيكبريتيت الى أطعمة سكرية ينشأ عنه تفاعلها مع الألدهيدات وبعض الكيتونات مكونة أملاح حمض سلفونيك ايدروكسيلى hydroxy sulfonic acid . وحامض الكبريتوز غير المتاين يعتبر من المواد المطهرة . والأملاح المتكونة بالتفاعل مع الألدهيد أو الكيتون تعود الى التحلل فى الوسط الحمضى أو القلوى معطية الألدهيد أو الكيتون ثانية .

$$\text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} - \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ أ}_{\text{ب}} + \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ ب}_{\text{ب}} \longrightarrow \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} + \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} + \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}}$$

$$\text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} - \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ أ}_{\text{ب}} + \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ ب}_{\text{ب}} \longrightarrow \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} + \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ أ}_{\text{ب}} - \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ أ}_{\text{ب}} + \text{ك}_{\text{ب}}^{\text{أ}} \text{ ب}_{\text{ب}}$$

(٣) أحماض وقواعد الأطعمة

تحتوى الأطعمة النباتية على أحماض عضوية فى صورتها الحرة أومرتبطة مع بعض العناصر أو الأيونات فى صورة أملاح ، وهذا الحامض الحر الذى يمثل حوالى ٩٠٪ من كمية الحامض الموجود بالمادة هو الفعال فى الفعل التنظيمى buffering action للحموضة الفعلية pH ، أى أن الحموضة الفعلية فى عصير الموالح مثلا يتوقف مقدارها على نسبة الأحماض العضوية المرتبطة · وبما أن هذه النسبة تتغير خلال مراحل نضج الثمار فبديهى أن الحموضة تتغير أيضا خلال هذه المراحل · ومن أمثلة هذه الأحماض العضوية فى الفاكهة حمض الطرطريك وأملاحه فى ثمار العنب ، وحمض الستريك فى ثمار الموالح وحمض الماليك فى التفاح ، وكذلك فى الخضروات يوجد الأكساليك فى السبانخ والطماطم والشليك كما يوجد حمض ماليك فى الطماطم · وأحماض البنزويك واللكتيك من المكونات الطبيعية للأطعمة النباتية المصدر أيضا · وأكثر ارتباطات هذه الأحماض فى المملكة النباتية تكون مع الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وبالاضافة للقدر من الأحماض الموجودة طبيعيا فى الأطعمة النباتية فهناك قدر آخر مضاف أثناء التصنيع الغذائى ليحقق بعض الأغراض التى من بينها رفع الحموضة الفعلية ، أى خفض رقم الاس الايدروجينى pH ، وايقاف نشاط الكائنات الحية الدقيقة ، والتأثير على القوام بفعل المواد الكلابية chelating agents · أما الأملاح فقد تضاف للأطعمة المصنعة لتحقق مزيد من الأغراض مثل اظهار الطعم بالاضافة الى قدرة بعضها على ايقاف نمو الأحياء الدقيقة أو على العمل كمنظمات buffers فى محاليلها أو على ازالة الطعم القابض من الأطعمة ·

والأحماض الموجودة فى الطعام بعضها عضوية اليفاتية Aliphatic أحادية وثنائية وثلاثية الكربوكسيل ، وأحماض عضوية حلقية ، وأحماض غير عضوية · فالأحماض أحادية الكربوكسيل monocaboxylic acids المعروفة أحيانا باسم الأحماض الدهنية رمزها $ك_{ن}$ يد $_{٢ن+١}$ ك يد

تتأين فى الماء بدرجات متباينة متأثرة بطول السلسلة الكربونية معطيه أيون ايدروجين وأيون ⁻ يمثل بقية الجزىء ، وهى تكون فى حالة سائلة على درجة حرارة الجو العادية عندما لايتجاوز عدد ذرات الكربون بها ثمانية ذرات ، بينما تبدو صلبة اذا زاد العدد عن ثمانية ، ودرجة غليانها عادة مرتفعة بسبب قدرتها على تكوين أزواج dimers يرتبط فيها الجزىء بنظيره بواسطة روابط ايدروجينية . ومن هذه الأحماض حمض الفورميك يدك١يد الموجود فى ثمار التفاح ، وحمض الخليك كيدكيدك١يد الموجود فى الخل والشليك ، ويحضر تجاريا بالاكسدة الخليكية عقب التخمر الكحولى ، كما يمكن تحضيره بأكسدة الأسيتالدهيد :

جلوكوز + ٢ أدينوزين ثنائى الفوسفات + ٢ فوسفات ←

٢ ك٣يد٥ ايد + ٢ ك١م + ٢يد٢ا + ٢ أدينوزين ثلاثى الفوسفات

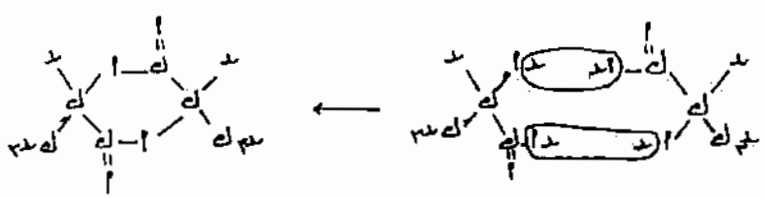
٢ ك٣ يد٥ ايد + ١م ← كيد٣ ك١يد + يد٢ا

ك يد٣ كيد ا + ½ ١م ← كيد٣ ك١يد

وبالاضافة الى كميات حامض الخليك الموجودة طبيعيا فى بعض الأطعمة فهناك كميات مضافة لأغراض معينة ، مثل الخل المضاف فى صناعة الخبز أحيانا بقصد منع حدوث التحبل ropiness فى اللبابة الذى تحدثه بعض الكائنات الحية الدقيقة B. mesentericus . كذلك يستخدم ملح الخلات فى تحضير محاليل منظمة تستعمل فى مجال الأغذية .

وحامض البروبيونيك ك٣ يد٥ ك١يد يوجد فى الموالح ومنتجات المخابز وكثيرا ما تضاف بروبيونات الصوديوم أو الكالسيوم للعجائن لايقاف نشاط الفطريات . وحامض البيوتريك ك٤ يد٧ ك١يد يوجد طبيعيا فى ثمار الموالح والشليك وفى دهن اللبن . وحمض الفاليريك ك٥ يد٩ ك١يد يوجد فى الشليك . وأحماض الكابرويك ك٦ يد ١١ ك١يد والكابزيك ك٨يد١٥ ك١يد واللديسانويك ك يد٣ (كيد٢)٨ ك١يد واللوريك كيد٣ (كيد٢)١٠ ك١يد والميرستيك

كيدم (كيدم)١٢ كاايد والبالمتيك كيدم (كيدم) ١٤ كاايد والاستياريك كيدم (كيدم) ١٦ كاايد والأراكيديك كيدم (كيدم) ١٨ كاايد والبهنيك كيدم (كيدم) ٢٠ كاايد والليجنوسيرك كيدم (كيدم) ٢٢ كاايد توجد فى الزيوت والدهون الغذائية . كما توجد أحماض دهنية غير مشبعة فى الزيوت والدهون ، بعضها وحيد الرابطة المزدوجة مثل حمض ن‌الأوليك كيدم (كيدم)٧ ك يد = ك يد (كيدم)٧ كاايد وحمض الفاكسنيك vaccenic كيدم (كيدم)٥ كيد = كيد (كيدم)٩ كاايد وبعضها ثنائى الرابطة المزدوجة double bond مثل حمض اللينوليك كيدم (كيدم)٤ (كيد = كيد كيدم)٢ (كيدم)٦ كاايد وأحماض ثلاثية الرابطة المزدوجة trienoic مثل حمض الألفالينولنك α -Linolenic كيدم كيدم (كيد = كيدكيدم)٣ (كيدم)٦ كاايد وحمض الجاما لينولنك وأحماض رباعية الرابطة المزدوجة مثل الأراكيدونك arachidonic كيدم (كيدم)٤ (كيد = كيد ك يدم ٤) (كيدم)٢ كاايد . ومن الأحماض أحادية الكربوكسيل الموجودة فى الأطعمة أيضا حمض اللكتيك كيدم كيد ايد كاايد الذى يتكون فى الأنسجة الحيوانية كناتج لتحولات حمض البيروفيك كيدم كاايد تحت ظروف لاهوائية anaerobic كما أن حامض اللكتيك يضاف فى التصنيع الغذائى لرفع الحموضة كما هو الحال فى صناعة المشروبات الغازية . ولهذا الحامض قدرة على تكوين روابط ايدروجينية تربط الجزيئات ببعضها فى صورة مجموعات وهذا له أثره فى خواص الحامض . وقد أمكن تحضير حامض اللكتيك اللامائى lactic anhydride المعروف باسم اللكتيد lactide بتأثير الحرارة على جزيئين من حامض اللكتيك فى وجود الماء.



حمض لكتيك حمض لكتيك حمض لكتيد

وحامض السوربيك Sorbic كيدم . كيد : كيد . كيد : ك يد . كاايد يضاف فى التصنيع الغذائى لايقاف نشاط الأحياء الدقيقة ، وهو معرض

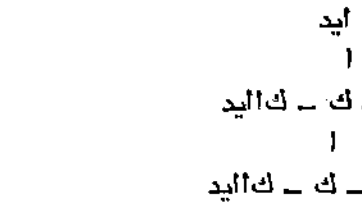
للتاكسد بسبب احتوائه على رابطتين مزدوجتين . وحمض الجلوكونيك gluconic من الأحماض أحادية الكربوكسيل كيد ٦ايد (كيدليد)٤ كاايد يستخدم فى تحضير مسحوق الخبيز أحيانا وفى تحضير مخاليل الفلزات وكعامل من العوامل الكلابية (الحاجزة ؛ العازلة) sequestering agent .

والأحماض ثنائية الكربوكسيل كااليد-(كيدم)ن كاايد الموجودة طبيعيا فى الأطعمة والمستخدمة فى التصنيع الغذائى منها حمض الأوكساليك (كاليد)٢ الموجود فى صورة اكسالات فى بعض الخضروات كالسبانخ والذى يحضر صناعيا من الفورمات بتاثير الحرارة او من الجليكول بالأكسدة :

٢ يد ك ا ص ← (ك ا ص)٢ + يد٢

كيد٢ ايد ـ كيد٢ايد + ٤ ا ← كاايد ـ كاايد + ٢ يد٢ ا

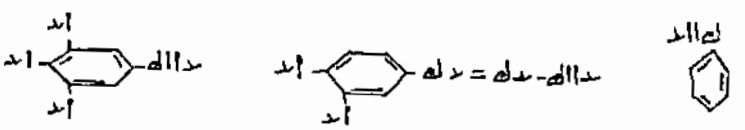
كذلك حامض السكسنيك كاايد ـ كيد٢ ـ كيد٢ ـ كاايد يوجد فى كثير من الأطعمة النباتية وفى الأغذية المتخمرة ، كما يستخدم فى مصانع الاغذية كمادة محمضة acidulant . وحامض الطرطريك كاايد ـ (كيدايد)٢ ـ كاايد الموجود على صورة حرة او فى صورة طرطرات cream of tartar اساسا فيكثر وجوده فى ثمار العنب ويشكل صعوبة فى التصنيع اذ يترسب فى العصير وهذا الراسب argol غير مقبول . ويستخدم ملح الطرطرات فى صناعة مسحوق الخبيز . وحمض الماليك malic كاايد ـ كيدايد ـ كيد٢ ـ كاايد يوجد فى التفاح على حالة حرة أو فى صورة ملح وكثيرا مايحضر صناعيا من حمض الماليك maleic :



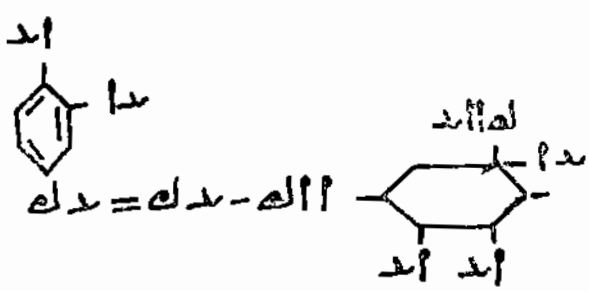
والأحماض ثلاثية الكربوكسيل اشهرها حامض الستريك الموجود بوفرة فى ثمار الموالح وفى كثير من الفواكة ، ويحضر صناعيا بتخمير سكر السكروز بواسطة الفطر اسبرجلس Aspergillus او غيره ، وهو يستخدم فى التصنيع الغذائى كمادة محمضة لها تاثير حافظ ولها القدرة على المساعدة على تحويل بعض السكروز الى سكر محول اى جلوكوز وفركتوز كما هو

الحال فى صناعة المربى والجلى · ويلاحظ أن الحامض اكثر ذوبانا من املاحه. كما ان املاح السترات يقل ذوبانها بارتفاع درجة الحرارة · وتستخدم فى تحضير محاليل منظمة ايضا ·

والأحماض الحلقية aromatic الهامة فى مجال التصنيع الغذائى اشهرها حامض البنزويك benzoic المستخدم كمادة حافظة preservative فى الأطعمة المصنعة مثل شراب الفاكهة والذى يضاف عادة فى صورة ملح بنزوات صوديوم لأنها اكثر ذوبانا من الحامض نفسه رغم أنه يعرف أن الحامض هو المؤثر فعلا فى الحفظ وليس الملح · والاضافة عادة بنسبة واحد فى الألف بالوزن او ١٫٣ فى الألف بالحجم · وقد تبدد الاعتقاد السائد بان حمض البنزويك ضار بالصحة بعد أن تبين أن جسم الانسان يتخلص من حامض البنزويك عن طريق اتحاده بالحمض الأمينى جليسين مكونا بنزويل جليسين benzoyl glycine المعروف أحيانا باسم حامض الهيبوريك hippuric acid وهذا الأخير يفرز فى البول · ومن الأحماض الحلقية ايضا حمض الكافييك caffeic acid الموجود فى البن ، وحمض الجاليك gallicacid الموجود فى الشاى ، وحمض الكلوروجنيك chlorogenic الموجود فى البطاطس والذى يشترك فى احداث التلون البنى الانزيمى ·

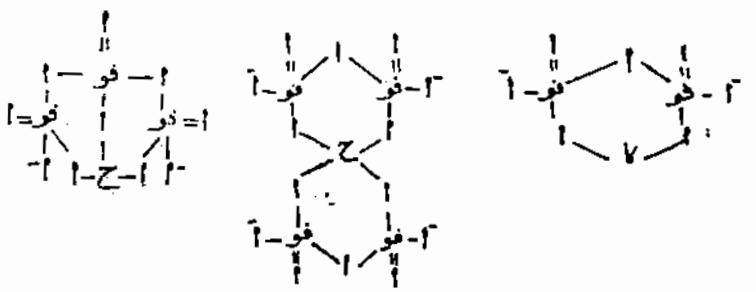


حمض بنزويك　　حمض كافييك　　حمض جاليك

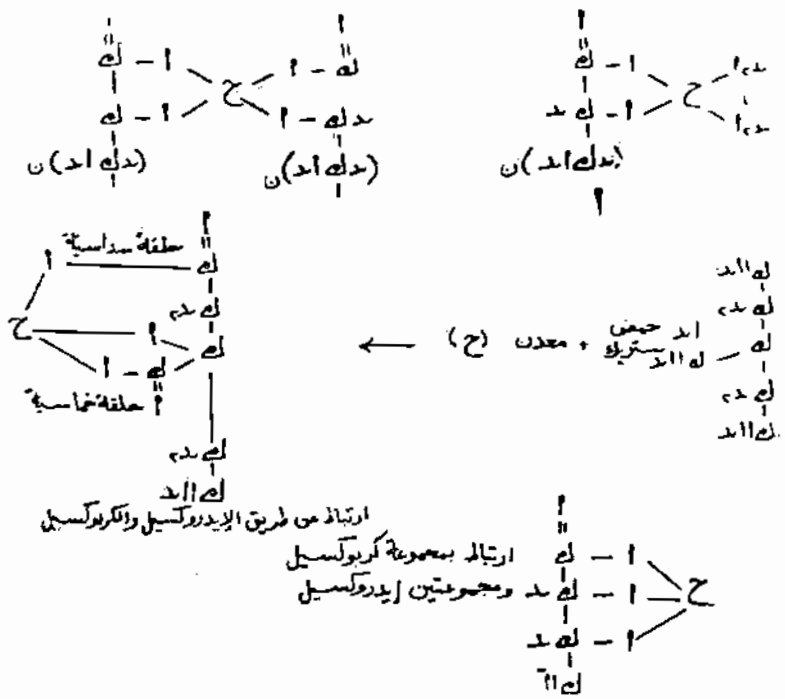


حمض كلوروجنيك

والأحماض غير العضوية المستخدمة فى التصنيع الغذائى أشهرهـا احماض الفوسفوريك والكلوروديك والكبريتيك • فحمض الأورثوفوسفوريك orthophosphoric يدع فو اع المسمى احيانا باسم حامض الفوسفوريك الأحادى ، والبيروفوسفات pyrophosphate المكونة من جزيئين حامض فوسفوريك يدع فوع اع ، وحامض الفوسفوريك الثلاثى triphosphoric acid المكون من ثلاثة جزيئات حامض فوسفوريك ، وأملاح هذه الأحماض خاصة الأخيرين غير الثابتين تستخدم جميعها فى التصنيع الغذائى للتحميض كما هو الحال فى المياه الغازية ، ولتحضير بعض المواد مثل مسحوق الخبيز ، وللارتباط بالمعادن sequestering agents or chelating agents وهذا الارتباط له اهمية فى التصنيع الغذائى لأنه يمنع ظهور عكارة أو رواسب فى السوائل والمحاليل تنشأ عن اتحاد أيونات الحديد أو الكالسيوم أو المغنسيوم مع أيونات أخرى مكونة أملاحا مثل كربونات وكبريتات وأكسالات وفوسفات وايدروكسيد الكالسيوم أو المغنسيوم ، وهى أملاح قليلة الذوبان فى الماء فتحدث العكارة والرواسب • كذلك بهذا الارتباط يمكن تفادى أكسدة حمض الاسكوربيك بمساعدة أيون النحاسيك وتفادى أكسدة الزيوت والدهون • ومن أمثلة المواد المستخدمة فى مجال التصنيع لربطالأيونات المعدنية الفوسفات العديدة polyphosphate وبعض الأحماض الايدروكسيلية hydroxy acids والأحماض الأمينية عديدة الايدروكسيل amino polycarboxylic acids ، فالفوسفات ترتبط مع أيون المعدن مكونة مركبا سداسى الحلقة يستطيع أن يرتبط مع مجموعة أخرى مماثلة أو يرتبط بثلاثة مجاميع فوسفاتية عن طريق ذرات الأوكسيجين ذات الشحنة السالبة :

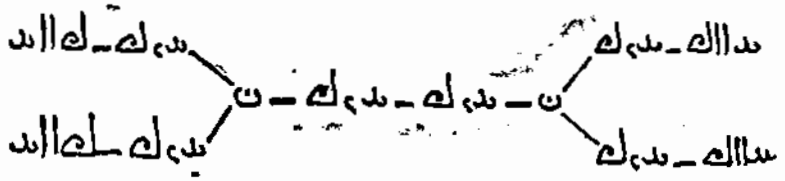


والأحماض الايدروكسيلية المستخدمة فى هذا المجال منها احماض الستريك والطرطريك والجلوكونيك ، وجميعها ترتبط بايونات الفلزات عن طريق المجاميع الايدروكسيلية ولذا فروابطها أضعف من روابط الأوكسيجين سالفة الذكر ، وأقواها رابطة حمض الستريك الذى يليه فى قوة الارتباط حمض الجلوكونيك ثم حمض الطرطريك . ففى حالة الحامضين الأخيرين يتكون المركب بالاتحاد مع مجموعتين ايدروكسيل ومجموعة كربوكسيل واحدة وهذا يفسر ضعف الرابطة الايدروكسيلية ، بينما فى حالة حمض الستريك يكون الارتباط متضمنا مجموعتين كربوكسيل ومجموعة واحدة ايدروكسيل ولذا فالرابطة أقوى :



والأحماض الأمينية عديدة الايدروكسيل أشهرها فى مجال التصنيع الغذائى الايثيلين داى أمين تترا أسيتك اسيد Ethylene diamine tetra acetic acid المعروف بالرمز EDTA والذى يتميز بنشاطه فى مجال متسع من

الحموضة pH وبثبات المركبات التى تنتج من ارتباطه بايونات المعادن حتى على درجات الحرارة المرتفعة ، وتركيبه موضح بالرمز التالى :



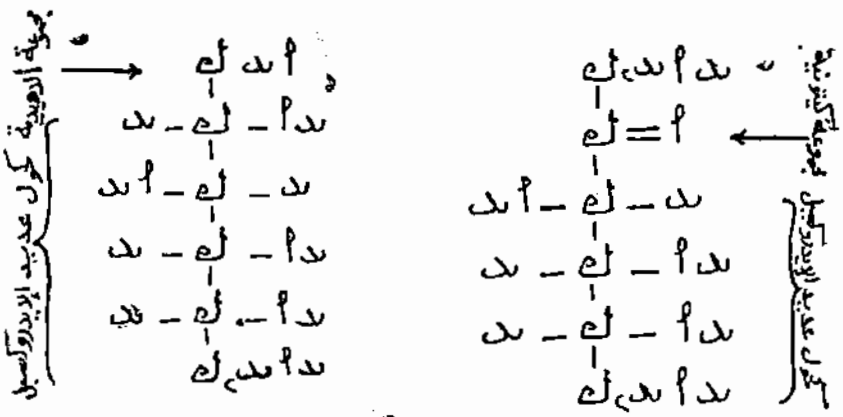
(٤) كربوهيدرات الطعام

تشمل الكربوهيدرات carbohydrates السكريات البسيطة simple sugars والكربوهيدرات المخزنة storage carbohydrates والسكريات المعقدة الداخلة فى تركيب الخلايا Structural polysaccharides فمركبات الكربوهيدرات المعقدة لا تقتصر وظائفها فى الأجسام الحية على الجزء التركيبى structural فى الخلايا ، بل هى تؤدى ايضا دور الرصيد المخزن من الطاقة الذى يتزايد أو يتناقص حسب احتياجات الجسم الحى · مثال ذلك السيليلوز الذى يعتبر المكون الأساسى فى جدران الخلايا ، بينما البيتيدو جليكانات peptidoglycans هى المكون الأساسى فى جدر خلايا البكتريا ، وأيضا الجليكوجين والنشا يستنفذان أو يخلقان فى الجسم حسب احتياجاته منهما ·

وتعرف الكربوهيدرات بانها الدهيدات أوكيتونات عديدة الايدروكسيل polyhydroxy aldehydes or ketones كما قد تعرف بانها مواد تنتج الدهيدات عديدة الايدروكسيل أو كيتونات عديدة الايدروكسيل عند تحللها مائيا · وقد تعرف ايضا بانها أيدرات الكربون hydrates of carbon أو مركبات كربون تحتوى على ايدروجين واكسيجين بنسبة وجودهما فى الماء ، اى بنسبة ٢ يد : ١ ا فيكون الرمز التجريبى empirical formula لها هو (كيد٢ا)ن حيث تكون قيمة ن ثلاثة أو اكثر · واحيانا يكتب الرمز التجريبى فى صورة كن(يد٢ا)ن أو كس (يد٢ا)س · وهذا التعريف الأخير غير مقبول لأن بعض المركبات الكربوهيدراتية تحتوى على نتروجين أو كبريت أو كليهما بالاضافة الى عناصر الكربون والايدروجين والأوكسيجين ، ولأن هذا الرمز كن (يد٢ا)ن لاينطبق على بعض الكربوهيدرات مثل سكر الدى اوكسى ريبوز deoxyribose الذى يدخل فى تكوين حمض الدى أوكسى ريبونيوكلييك ويوجد فى جميع الخلايا الحية ورمزه ك٥ يد١٠ ا٥ · والمثال الثانى هو سكر الرامنوز rhamnose ، اى 6-Deoxy-L-Mannose ، فرمزه ك٦ يد١٢ ا٥ اى ك٦ يد٢ (يد٢ا)٥ وليس

ك٦ يد١٢ ا٦ · والمثال الثالث هو الرامنوهبتوز rhamnoheptose الذى رمزه ك٧ يد١٤ (يد٢ا)٦ وليس ك٧ يد١٤ ا٧ · ومن الأمثلة الأخرى للمركبات التى لاينطبق عليها الرمز التجريبى سالف الذكر وكذلك التعريف الأخير تلك السكريات الأمينية amino sugars والسكريات الفوسفورية phospho sugars وناتجات الأكسدة والاختزال وبعض المشتقات الأخرى · والاعتراض الآخر على التعريف والرمز المذكورين يتمثل فى وجود مركبات لها الرمز ك ن يد٢ن ان لكنها لا تنتمى الى الكربوهيدرات · مثال ذلك حمض الخليك الذى رمزه التجريبى ك٢ يد٤ ا٢ والفورمالدهيد الذى رمزه ك يد٢ا٢ وحمض اللكتيك الذى رمزه ك٣ (يد٢ا)٣ ·

والكربوهيدرات تشمل السكريات الأحادية monosaccharides وسكريات الأوليجو oligosaccharides والمواد البكتينية pectic substances والصموغ gums والشيتين Chitin والنشا starch والدكسترينات dextrins والسليلوز cellulose والجليكوجين glycogen واللجنين lignin والانيولين Inulin · وهذه المركبات الكربوهيدراتية المتعددة تميز من بعضها برموزها التجريبية empirical formula المعبرة عن نوع الذرات المكونة للجزىء ونسبة عددها لبعضها ، مثل ك ن (يد٢ا)ن ، وبرموزها الجزيئية molecular formula الموضحة لنوع الذرات وعددها فى الجزىء مثل ك٦ يد١٢ ا٦ ، وبرموزها البنائية structural formula الموضحة للهيكل الكربونى carbon skeleton للمركب ، وبرموزها البيانية graphic formula الموضحة لكيفية اتصال ذرات العناصر ببعضها فى الجزىء وكذلك التوزيع الفضائى spatial configuration ·



الدهيد كحولى عديد الإيدروكسيل (سكر جلوكوز)

كيتون كحولى عديد الإيدروكسيل (سكر فركتوز)

ا يد ك ا يد ا يد٢ ك	مدا يد٢ ك ا ا = ك ا يد ا يد٢ ك	ا يد ك ا يد ا ـ ك ـ يد ا يد ا يد٢ ك
الدهيد كحولى	ابسط كيتون عديد	ابسط الدهيد عديد
(ليس من الكربوهيدرات) الايدروكسيل ك٢ يد٢ ا٢		الايدروكسيل ك٢ يد٢ ا٢
(جليكول الدهيد)	(داى هيدروكسى أسيتون)	(جليسرالدهيد)

التصـــنيف :

تصنف الكربوهيدرات ، استنادا الى قابليتها للتحليل المـــائى والى طبيعة ناتجات التحليل المائى الى :

١ ـ سكريات أحادية Monosaccharides (سكريات بســـيطة simple sugars) : وهذه لا تتحلل مائيا فى الظروف المعتدلة ، وهى حجر الأساس فى تكوين الكربوهيدرات ، فى صورة اندريد سكر sugar anhydride اى وحدات فقدت ماء • وأبسط سكر أحادى يطابق التعريف والرمز التجريبى هو الجليسرالدهيد glyceraldehyde $\overset{\text{يد}}{\underset{\text{ا}}{\leq}}$ ك ـ يدا يدك ـ يدايدك ومشابهه الأسيتون ثنائى الايدروكسيل dihydroxyacetone isomer يدا يدك ـ ك ـ يدايدك •

١١

ا

وكـــلا المركبين ســـكريات sugars ثـــلاثية الكربـــون trioses . وتتفاوت السكريات فى عدد ذرات الكربون بجزيئاتها ، ولهذا لايقتصر وصف الســـكريات على ما تحتـــويه من مجموعـــة فعـــالة functional group كانت الدهيدية ــ كيدا أو كيتونية ــ كما بل قد توصف بعدد ذرات الكربون فى الجزىء أيضا ، فتكون ثلاثية الكربون Triose أو رباعية الكربـــون Tetrose أو خماسية الكربون Pentose أو سداسية الكربون Hexose أو سباعية الكربون Heptose ... وهكذا بالنسبة للألدوزات ، بينما تسمى ســباعية الكربون Heptulose مثلا أو ثمانية الكربون Octulose بالنسبة للكيتوزات :

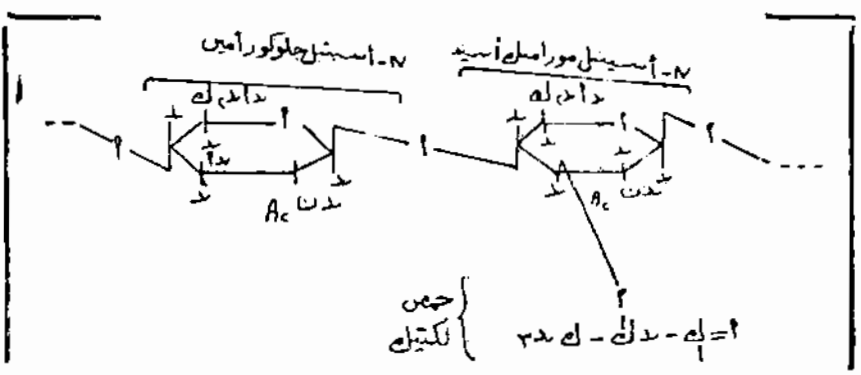
٢ ــ ســكريات الأوليجـــو Oligosaccharides : وهى مركبات متجمعة polymers تكونت بارتباط وحدات من السكريات الأحادية عددها يتراوح بين اثنين وستة جزيئات • ولهذا تقسم الى :

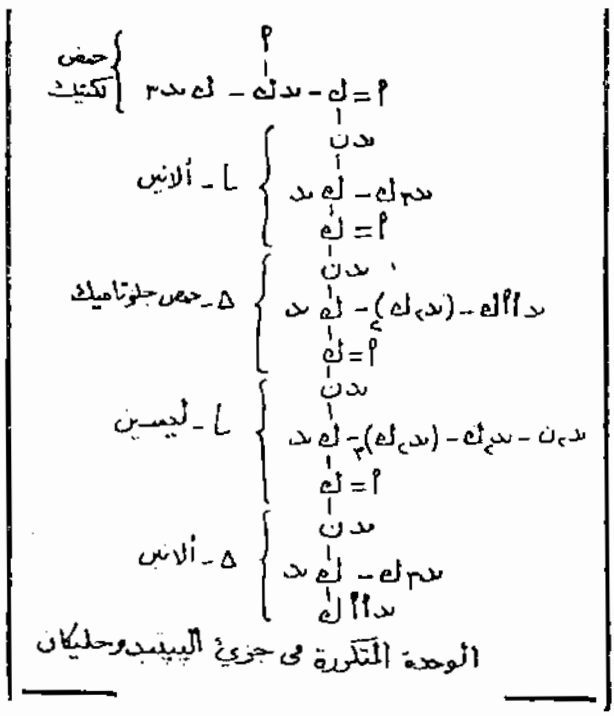
سكريات ثنائية Disaccharides يتكون كل منها من جزيئين ســـكر احادى بفقد جزىء ماء ، مثل السكروز المكون من جلوكوز وفركتوز ، وســـكر الملتوز المكون من جزيئين جلوكوز ، وسكر اللكتوز المكون من جزىء جلوكوز وجزىء جلكتوز • وسكريات ثلاثية Trisaccharides يتكون كل منها من ثلاثة جزيئات سكر أحادى ، مثل الرافينوز المكون من جلوكوز وفركتوز وجلكتوز • وسكريات رباعية Tetrasaccharides يتكون كل منها من أربعة جزيئات ســـكر احـــادى • وســـكريات خماســـية Pentasaccharides وسكريات سداسية Hexasacharides

وجميع السكريات الأحادية وسكريات الاوليجو عبارة عن مركبـــات متبلورة قابلة للذوبان فى الماء وذات طعم حلو ، كما أن السكريات الأحـــادية جميعها وبعض سكريات الأوليجو قابلة للذوبان فى الكحول ٨٠٪ •

٣ ــ ســـكريات معقـدة Polysaccharides ، وهذه قد تكون فى صورة

سلاسل مفتوحة linear chains أو متشعبة branched وفقا لطريقة تجمع جزيئات السكريات الأحادية فى جزىء السكر المركب • كما انها قد تكـــون مكونة من عدد جزيئات سكر أحادى معين بالذات فتسمى سكريات مركبـــة متجانسة Homopolysaccharide ومن أمثلتها النشا المكونة من حـــوالى ثلاثة آلاف جزىء جلوكوز ، وكذلك الجليكوجين والسليلوز • أو تكون مكونة من نوعين مختلفين أو أكثر من السكريات الأحادية فتسمى سكريات مركبـــة غير متجانسة Heteropolysaccharides كان يحتوى الجزىء منها على جزيئات من الجلوكوز والزيلوز والارابينوز والدبتيد وجليكان peptidoglycan وحمض الهياليورونيك hyaluronic acid • وهذه السكريات المركبة عديمة الطعم وعديمة الذوبان فى الماء وذات أوزان جزيئية مرتفعة •





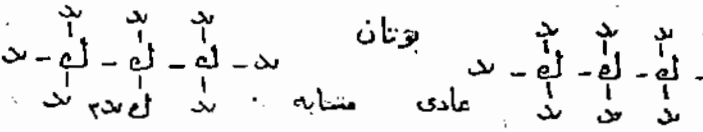
السكريات الأحادية :

جميع الألدوزات مشتقة من المركب الأصل parent compound ، وهو الجليسر الدهيد ، باضافة مجموعة كحول ثان = كيدايد ، اما الكيتوزات فمشتقة من الأسيتون ثنائى الايدروكسيل باضافة مجموعات كحول ثان . وترقم ذرات الكربون فى الجزىء عادة من القمة تجاه اسفل ، اى ابتداء من الطرف الذى يحتوى على المجموعة المتفاعلة :

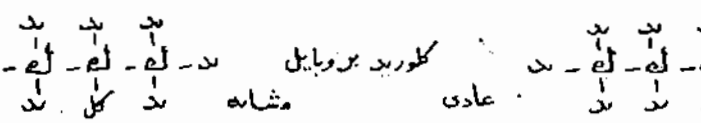
كيتوهكسوز	كيتوبنتوز	الدوهكسوز	الدوبنتوز

وبمراجعة هذه الرموز البيانية يتضح ان كل جزىء يحتوى على ذرة واحدة أو أكثر من ذرات الكربون غير المتناسقة asymmetric وهذا هو مصدر التشـــابه isomerism .

والمعروف عن التشـابه أنه قد يكـون تركيبيـا Structural isomerism يتماثل فيه الرمز الجزيئى للمركبين الا انهما يختلفان فى التركيب structure ، سواء كان ذلك فى السلسلة chain isomers مثل البوتان العادى والبوتان المشابه فكلاهما له نفس الرمز الجزيئى كـ٤ يد١٠ :



او كان فى الوضع positional isomers مثل كلوريد البروبايل العادى وكلوريد البروبايل المشابه كـ٣ يد٧ كل :

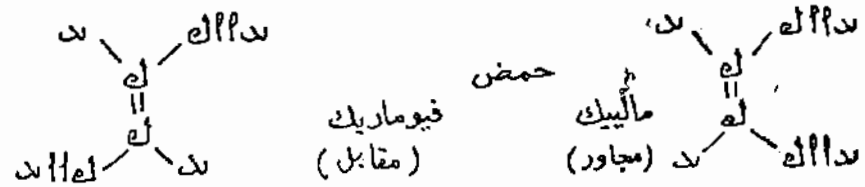


او كان لاتبائن فى المجموعة الفعالة functional group isomers مثل البروبانول العادى ومركب الايثايل ايثير فكلاهما رمزه الجزيئى كـ٣ يد٨ ا :

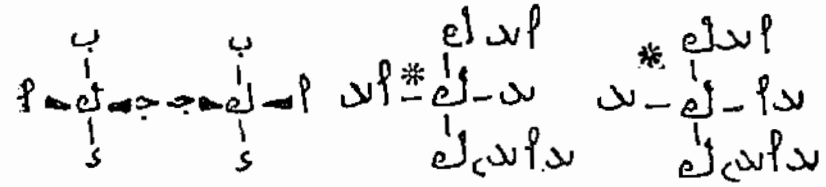
يد٣ ك ـ ا ـ يد٢ ك ـ ك يد٣ يد ا يد٣ ك ـ يد٣ ك ـ ك يد٣

وقد يكون التشابه Stereoisomerism يتماثل فيه كل من التركيب والرمز الجزيئى بين المركبين الذين يختلفان عن بعضهما فقط فى طريقة توزيع الذرات فى الفراغ داخل الجزىء مما يؤدى الى ظهور الوضع المجاور cis والوضع

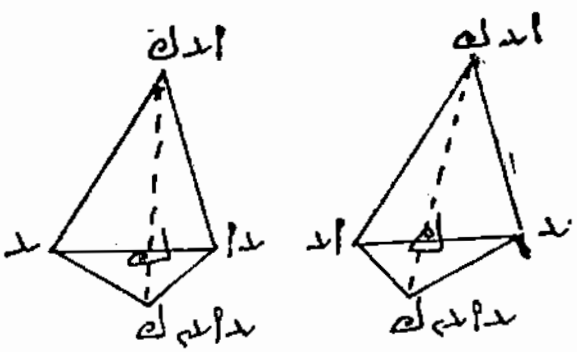
المقـــابل trans ، وهـــذا ما يعـرف باسم Geometrical isomerism، او cis-trans isomerism ، مثـــل حمض الفيـــوماريك وحمـــض المالييك maleic :



او قد يؤدى الى ظهور حالة التشابه الضوئى Optical isomerism، الناجمة عن وجود ذرات الكربون غير المتناسقة والتى تمثل وكانها ترتكز فى مركز منشور رباعى منتظم regular tetrahedron وتتصل تكافؤاتها الأربعة باربعة ذرات مختلفة عن بعضها او اربعة مجموعات مختلفة :



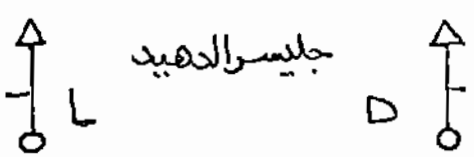
D ـ جليسر الدهيد L ـ جليسر الدهيد



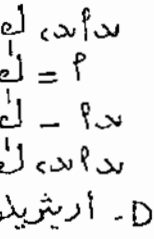
L ـ جليسر الدهيد D ـ جليسر الدهيد

وعدد المشابهات الضوئية للمركب يتوقف على عدد ذرات الكربون غير المتناسقة به . ففى حالة وجود ذرة كربون واحدة غير متناسقة يصبح للمركب صورتان ، اى مشابهان ضوئيان ، كـل منهمـا يمثل صورة الآخـر فى المرآة.

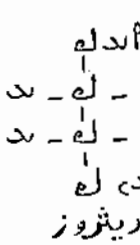
mirror-image ويسميان enantiomeric pair أو enantiomorphs وكلاهمـا نشـط ضـوئيا optically active فاحدهما يحرل الضـوء المسـتقطب تجاه اليمين فيسـمى يمينى الدورة dextrorotatory ويـرمز له بالرمز (+) بينما الثانى يحول الضؤ تجاه اليسـار فيسمى Laevorotatory ويرمز له بالرمز (—) ، وتكـون زاويـة التحـويل متساوية المقدار لكل من المركبين • ويعبر عن مثل هذه المركبات بالاصطلاح chiral molecules والمركبان يمثلان handedness • وقد اصطلح على تمييز المركب يمينى التوزيع بالرمز D ، وهو المركب الذى توجد به مجموعة الايدروكسيل المرتبطة بذرة الكربون قبل الأخيرة penultimate carbon atom ، اى ذرة الكربـون غيـر المتناسـقة السفلية lowest أو ذرة الكربون الأبعد furthest removed بالنسبة لطرف الجزىء المحتوى على مجموعة الألدهيد أو مجموعة الكيتون باستثناء ذرة الكربون الأخيرة السفلية ، واقعة على يمين القارىء ، بينما المركب يسارى التوزيع الذى توجد به مجموعة الادروكسيل هذه على يسار القارىء بالرمز L • ويجب ان يكون معلوما ان الحرفين D ، L ليس لهما اى دلالة على النشـاط الضوئى ، بل ان أهميتهما قاصرة على توضيح كيفية اتصال الذرات بذرة الكربون قبل الأخيرة فى المركب • وتأخذ السكريات المشتقة من الجليسر الدهيد اليمينى التوزيع جميعها الرمز D بينما المشتقة من الجليسر الدهيد اليسارى التوزيع laevo-glyceraldehyde كلها تأخذ الرمـز L • وهذا يعنى انه توجد مركبات يمينية التوزيع ويمينية الدورة D (+) وأخرى يمينية التوزيع ويسارية الدورة D(—) وثالثـة يسـارية التوزيـع ويمينية الدورة L (+) ورابعة يسارية التوزيع ويسارية الدورة L(—)



وابسط الكيتوزات هو الأسيترن ثنائى الايدروكسيل ، وهو مركب خال تماما من ذرات الكربون غير المتناسقة فهو عديم النشاط الضوئى optically inactive ، ولهذا يعتبر السكر رباعى الكربون tetrose المسمى اريثريلوز D-erythrulose هو المركب الأصلى أو الأب لسكريات الكيتوز ٠



D- أريثريلوز



D(-) أريثروز

وليست جميع المركبات المحتوية على ذرة كربون غير متناسقة ذات نشاط ومشابهات ضوئية chiral ، كما أن بعض المركبات يكون لها مشابهات ضوئية ولها قدرة تحويل الضوء المستقطب برغم أنها لاتحتوى على ذرة كربون غير متناسقة ٠ ويكون عدد المشابهات الضوئية لكل مركب مساويا $٢^{ن}$ اى أن :

الدوتريوز به ذرة كربون غير متناسقة واحدة وعدد المشابهات $٢^{١} = ٢$

D ١ + L ١

الدوتتروز به ذرتان كربون غير متناسقين عدد المشابهات $٢^{٢} = ٤$

D ٢ + L ٢

الدوبنتوز به ٣ ذرات كربون متناسقة وعدد المشابهات $٢^{٣} = ٨$

D ٤ + L ٤

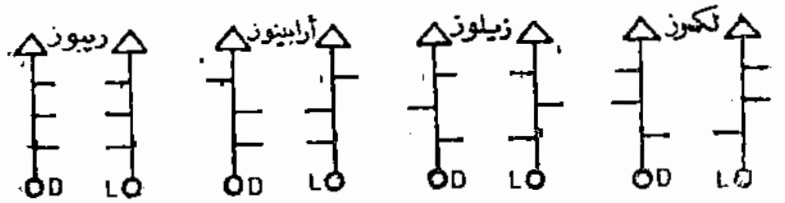
الدوهكسوز به ٤ ذرات كربون غير متناسقة وعدد المشابهات $٢^{٤} = ١٦$

D ٨ + L ٨

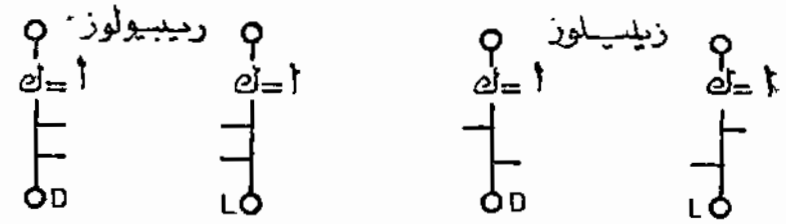
والألدوهكسوز الحلقى يزداد به عدد ذرات الكربون غير المتناسقة بمقدار ذرة واحدة ، وهى ذرة الكربون رقم واحد ، وبذلك يصبح عدد المشابهات ٢° اى ٣٢ . أما الكيتوتريوز فليس به ذرتان كربون غير متناسقة ولذا فليس له مشابهات ضوئيه ، بينما الكيتوتتروز فيه ذرة كربون غير متناسقة واحدة وعدد مشابهاته الضوئية اثنان ، والكيتوبنتوز له اربعة مشابهات ضوئية ، والكيتوهكسوز له ثمانية مشابهات ضوئية .

وعندما تحتوى بعض المشابهات على ذرات كربون غير متناسقة بينما يكون المركب عديم النشاط الضوئى ، يعزى ذلك الى حدوث تعادل داخلى internal neutralization ، كما هو الحال فى حمض الطرطريك meso-tartaric acid، وتسمى مثل هذه المركبات Meso-compounds كما ان المخلوط racemic mixture المحتوى على الصورتين D و L لايغير مسار الضوء المستقطب .

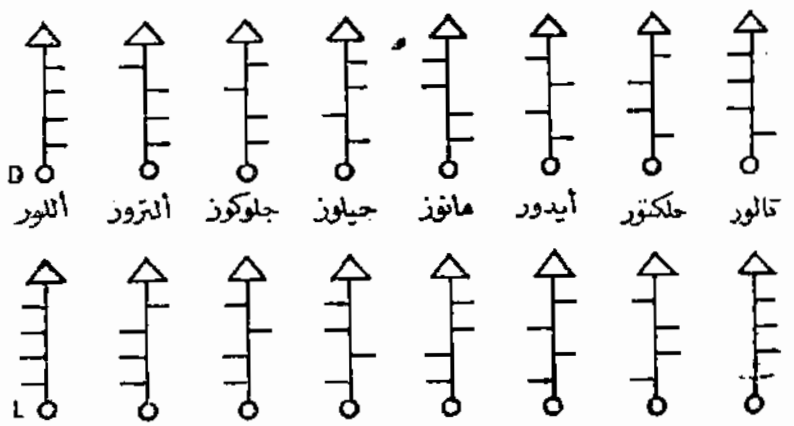
والمشابهات الضوئية للسكريات الأحادية المعروفة باسم الألدوبنتوزات يرمز لها عادة بالرموز البسطة التالية باعتبار Δ تعنى مجموعة الدهيد ـ كيدا ، O تعنى مجموعة كحولية كيدرايد ، ـ تعنى اتجاه مجموعة الايدروكسيل ايد :



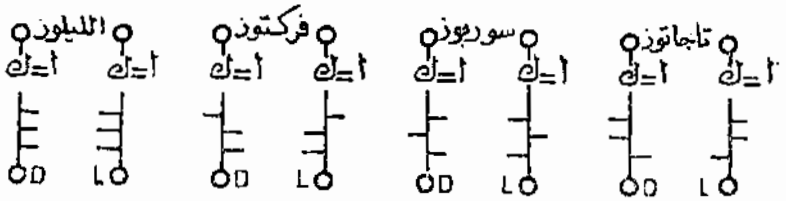
بينما الكيتوبنتوزات يرمز لها بالرموز البسطة التالية :



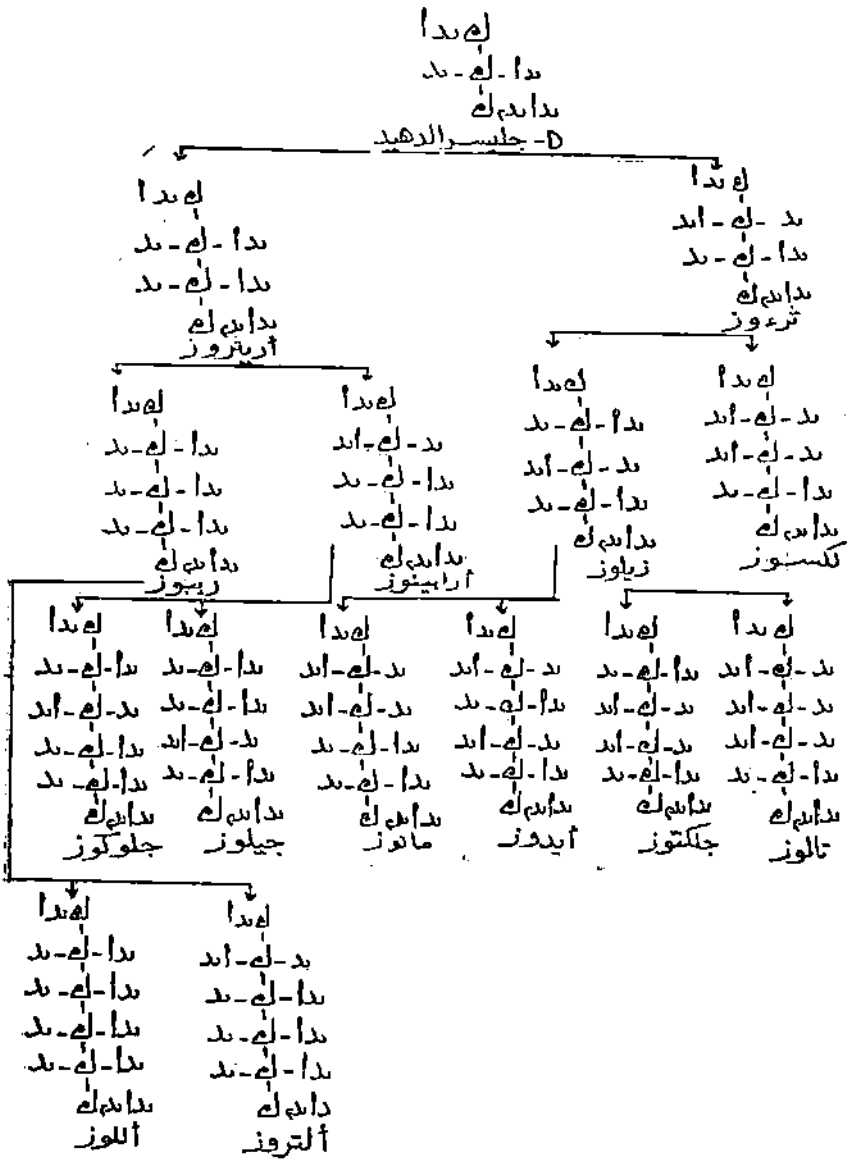
والمشابهات الضوئية للألدوهكسوزات يرمز لها كما يلى :



والمشابهات الضوئية للكيتوهكسوزات يرمز لها كما يلى :

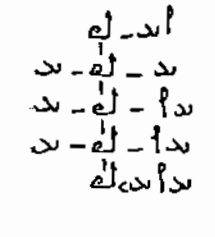


ولما كانت الألدوزات جميعها مشتقة من المركب الأب ، الجليسر ألدهيد ، فيوضح كيفية توزيع الذرات فى الفراغ بالنسبة لجميع المركبات اليمينية التوزيع D المشتقة من هذا الترير كما يلى :

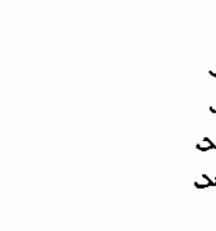


ومن السكريات ذات السبع ذرات كربون hyptoses المركب سيدوهبتيولوز sedoheptulose الذى تبرز اهميته من كونه ناتج وسطى فى دورة الكربون carbon cycle وفى عمليات تخليق السكريات فى النباتات ، وكذلك سكر البرزيولوز perseulose الذى كان اكتشافه يمثل بدء معرفة الانسان بالسكريات سباعية الكربون ، سواء الألدوزات أو الكيتوزات فى الطبيعة .

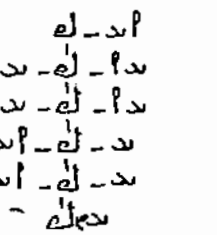
والسكريات المشتقة Derived sugars منها السكريات المنزوعة الأوكسيجين Deoxy sugars اى تفتقد ذرة أوكسيجين واحدة من جزيئها دون ان تتكون رابطة زوجية فى موضعها ، مثل المركب ٢ ـ د أوكسى ـ D ريبوز والمركب ٦ ـ د أوكسى L ـ مانوز المعروف باسم سكر الرامنوز L-Rhamnose . ومنها السكريات الأمينيه Amino sugars التى حلت فى كل جزىء منها مجموعة امين بدلا من مجموعة ايدروكسيل ، مثل الجلوكوز أمين و لجلكتوز امين :



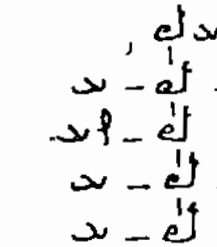
٦ ـ داوكسى ـ L ـ جلكتوز



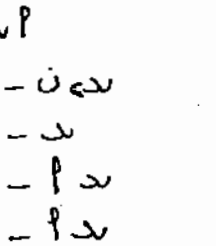
٦ ـ داوكسى ـ L ـ مانوز (L ـ رامنوز)



٢ ـ داوكسى ـ D ـ ريبوز



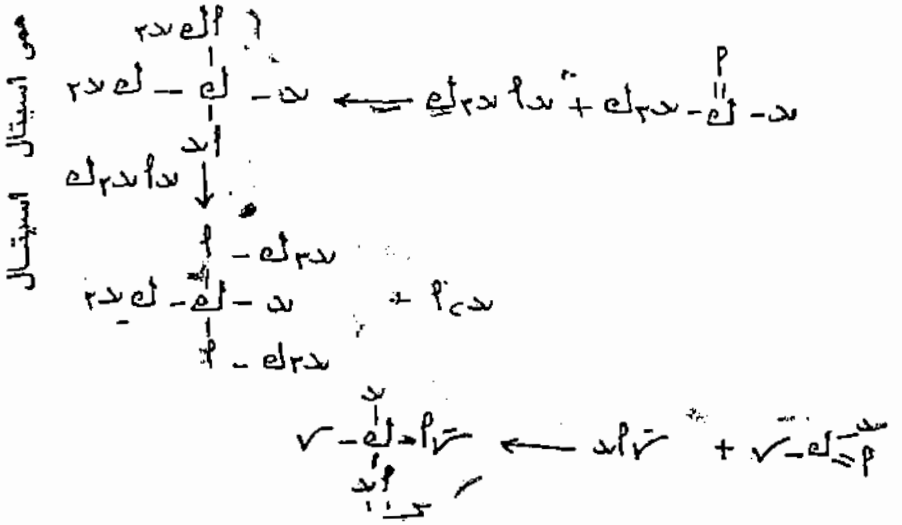
٢ ـ داوكسى ـ ٢ ـ امينو ـ D ـ جلكتوز (D ـ جلكتوز امين)



٢ ـ داوكسى ـ ٢ ـ امينو ـ D ـ جلوكوز (D ـ جلوكوز امين)

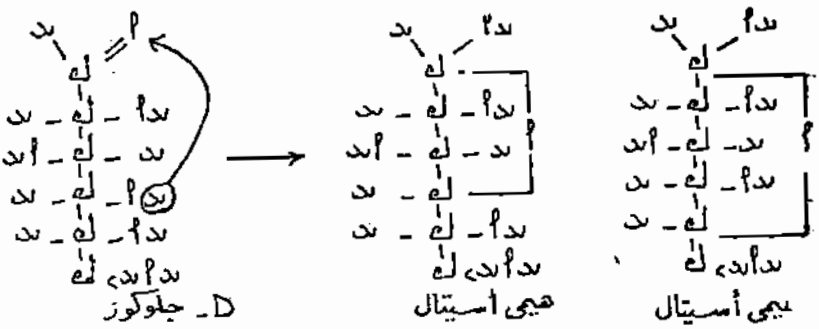
وقد اصبح مؤكدا ان السكريات الأحادية توجد فى الطبيعة ، فى صورة حلقية oxide ring ويعبر عنها برمز هوارث Haworth formula وكان التنبؤ بوجود الرمز الحلقى مرجعه الى ان الألدوزات والكيتوزات لاتعطى نتيجة ايجابية مع اختبار شفّ الذى يميز الألدهيدات عموما ، وان الجلوكوز الصلب لا يتفاعل مع الأوكسيجين بينما الألدهيدات تتأكسد ذاتيا بسرعة ، وان الألدوزات تتفاعل مع جزىء واحد من الكحول لتعطى hemiacetal بينما

الألدهيدات تتفاعل مع جزيئين من الكحول لتعطى اسيتال acetal بعد ان يتكون الهمى اسيتال كناتج وسطى ٠



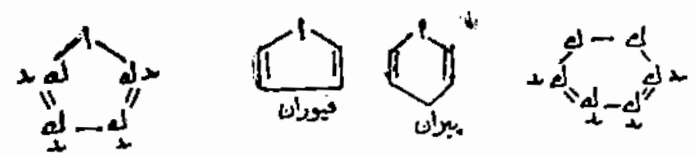
الـدوز كحول همى اسيتال

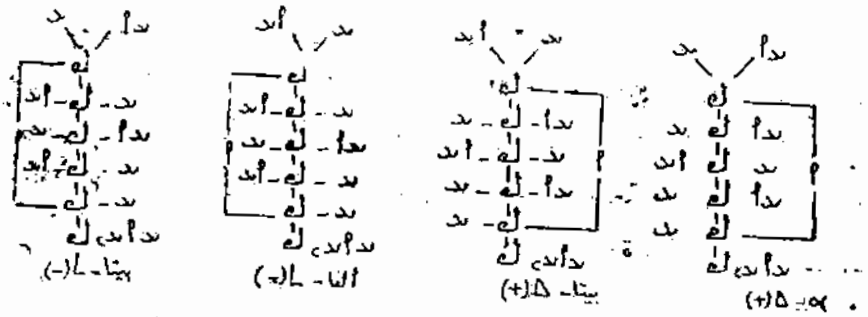
والمبرر الرابع لاقتراح الرمز الحلقى هو ظاهرة التحول الاستدارى mutarotation فمحلول سكر الجلوكوز يمينى التوزيع ويمينى الدورة يحول مسار الضـــوء المستقطب بمقدار + ١٣٣° درجة تجاه اليمين ، وما تلبث هذه القيمة ان تنخفض تدريجيا حتى تصبح + ٥ر٥٢ بعد ٢٤ ساعة ، بينما سكر البيتاجلوكوز يمينى التوزيع ويمينى الدورة يحول مسار الضوء المستقطب بمقدار + ١٩° الا ان هذه القيمة تتزايد تدريجيا حتى تصـــبح + ½ ٥٢° بعد مرور ٢٤ ساعة ٠ أى ان حـــالة الاتزان بين الرمزين الفا وبيتـــا تظهر بعد مضى ٢٤ ساعة ٠



D ـ جلوكوز همى أسيتال همى أسيتال

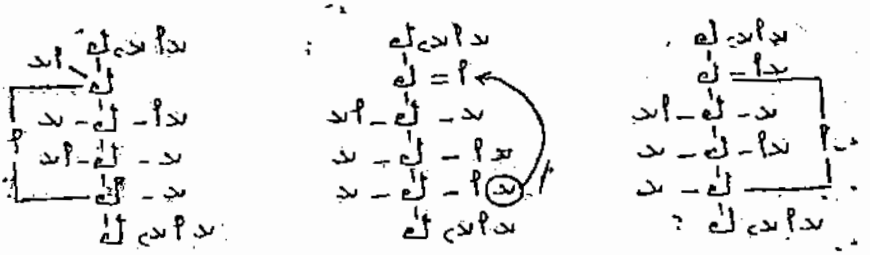
وحلقة جزىء الجلوكوز قد تكون خماسية الكربون مع ذرة أوكسيجين فتصبح مماثلة للبيران pyran وحينئذ يقال ان الجلوكوز يوجد فى صورة بيرانوز pyranose form ، وهذه الحالة تحدث عندما تتفاعل مجموعة الدهيد مع مجموعة الايدروكسيل على ذرة الكربون رقم خمسة ، بينما تفاعل كيدا مع ايد الموجودة على ذرة الكربون رقم اربعة يعطى حلقة مماثلة للفيوران furan اى حلقة ذات اربعة ذرات كربون وذرة أوكسيجين ، ويعبر عن الجلوكوز فى هذه الحالة بانه يوجد فى صورة فيرانوز furanose form وبالنسبة لسكر الفركتوز بالذات فقد تبين وجوده فى صورة بيرانوز عندما يكون ذائبا فى المحلول ، بينما يوجد فى صورة فيرانوز مرتبطا بجزىء الجلوكوز داخل جزىء سكر السكروز • وبما أن تحول جزىء السكر الألدوز الى الصورة الحلقية قد أدى الى جعل ذرة الكربون رقم واحد غير متناظرة فقد أصبح هناك احتمال ظهور سكر الجلوكوز فى صورتين متشابهتين ضوئيا، الأولى تعرف باسم ألفا والثانية باسم بيتا • وقد اصطلح على اعتبار الصورة ألفا عندما تكون مجموعة الايدروكسيل على ذرة الكربون رقم واحد فى الألدوز أو رقم ٢ فى الكيتوز متجهة لليمين فى جزىء السكر بمعنى للتوزيع D ، بينما فى الصورة بيتا تكون مجموعة الايدروكسيل على ذرة الكربون رقم واحد متجهة لليسار فى الصورة D • اما فى السكريات اليسارية للتوزيع L فتعتبر الصورة ألفا عندما تكون مجموعة الايدروكسيل على ذرة الكربون رقم واحد فى الألدوز او رقم ١ فى الكيتوز متجهة لليسار ، وتعتبر بيتا عندما تكون المجموعة ايد المذكورة متجهة لليمين • اى انه فى الصورة ألفا تكون مجموعتا الايدروكسيل على ذرتى الكربون رقم واحد والتى قبل الأخيرة فى اتجاه واحد بينما فى الصورة بيتا تكون المجموعتان فى اتجاهين مختلفين •



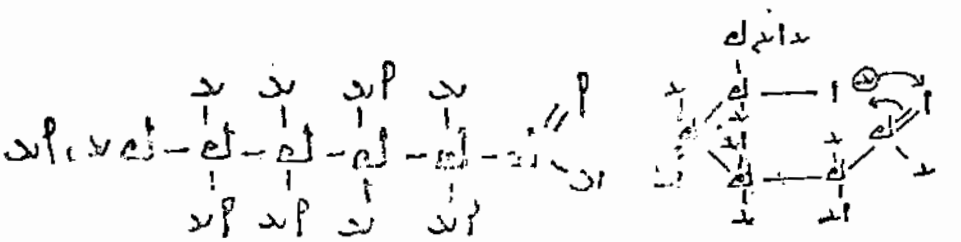


جليكوبيرانوز جليكوبيرانوز جليكوبيرانوز جليكوبيرانوز

ومحلول الجلوكوز يحتوى عادة على كلى الصورتين (+) D α و (+) D — B فى حالة اتزان equilibrium مع وجود قدر ضئيل من الصورة ذات السلسلة المفتوحة التى تكسب السكر صفة القدرة الاختزالية .

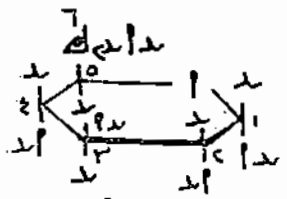


الفا — D (—) فركتوز D (—) فركتوز الفا — L (+) فركتو فيرانوز

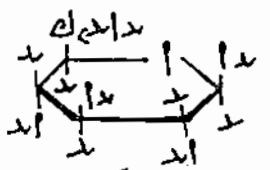


الفا — D (+) جلوكوز الفا — D (+) جلوكوز

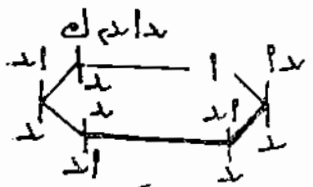
وفى هذه الرموز الحلقية تميز الصورة ألفا بوجود مجموعة الايدروكسيل المرتبطة بكربون الهمى اسيتال فى وضع سفلى down ، بينما تكون هذه المجموعة فى وضع علوى up فى الصورة بيتا ، عندما تكون الصورتان يمينيتان التوزيع D بينما فى الرموز يسارية التوزيع L تكون ايد لأعلى فى الصورة ألفا وتكون لأسفل فى الصورة بيتا .



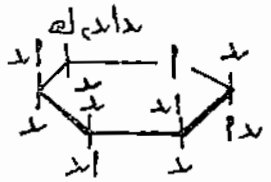
ألفا - D - جلوكوز



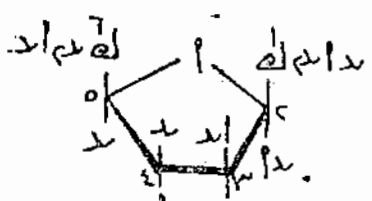
بيتا - D - جلوكوز



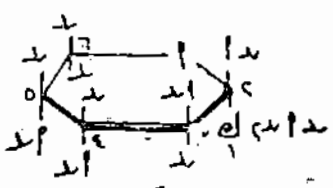
ألفا - L - جلوكوز



بيتا - L - جلوكوز



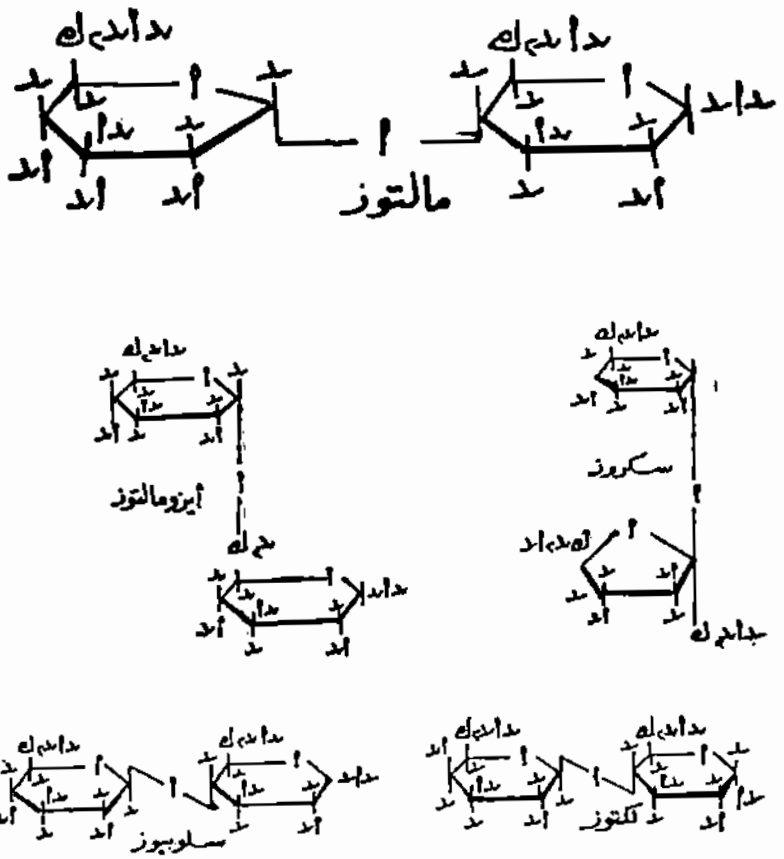
ألفا - D (-) فركتوفيرانوز



بيتا - D (-) فركتوز

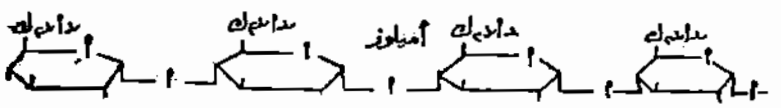
وسكريات أوليجو Oligosaccharides منها الثنائية disaccharides مثل السكروز المكون من جلوكوز وفركتوز ومثل الملتوز المكون من جزيئين

الفا ـ D جلوكوز مرتبطين ببعضهما برابطة الفا ـ ١ ـ ٤ ـ جليكوزيدية ومثل المالتوز المشابه المكون من جزيئين الفا ـ D جلوكوز مرتبطين ببعضهما برابطة الفا ـ ١ ـ ٦ ـ جليكوزيدية ومثل اللكتوز المكون من الفا ـ D — جلوكوز وبيتا ـ D ـ جلكتوز مرتبطين ببعضهما برابطة بيتا ـ ١ ـ ٤ ـ جليكوزيدية ومثل السلوبيوز المكون من الفا ـ D —جلوكوز وبيتا ـD ـ جلوكوز • فعندما تتفاعل المجموعة الكحولية فى جزىء سكر مع مجموعة كحولية اخرى فى الهمى اسيتال او الهمى كيتال لجزىء سكر آخر ينتج جليكوزيد يعرف باسم السكر الثنائى • كما تعرف الرابطة بين الجزيئين باسم الرابطة الجليكوزيدية glycosidic bond .

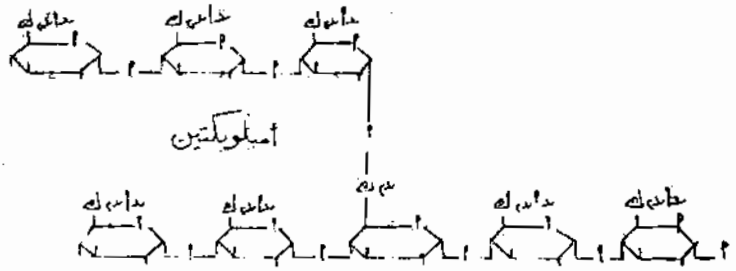


ولما كانت المجموعة الألدهيدية والمجموعة الكيتونية فى جزىء السكروز قد ارتبطتا معا فقد زالت قدرتهما على الاختزال واصبح جزىء السكروز غير مختزل non-reducing اما فى جزيئات الملتوز والأيزوملتوز واللكتوز والسلوبيوز فالرابطة الجليكوزيدية لم تشمل احدى المجموعتين الألدهيديتين ولذا فهذه السكرات لها القدرة على الاختزال • وفى هذه المجموعة المتحولة الى اسيتال يظهر الوضعان ألفا وبيتا حسب وضع مجموعة الايدروكسيل الحرة free anomeric hydroxyl ، ولهذا تحدث مع هذه السكريات ظاهرة mutarotation •

والسكريات المركبة polysaccharides يمثلها الأميلوز amylose الذى يتراوح وزنه الجزيئي بين بضعة آلاف وبين ١٥٠٠٠٠ ، ويتكون من وحدات D- جلوكوز مرتبطة ببعضها فى هيئة سلسلة برابطة ألفا ـ ١ ـ ٤ جليكوزيدية ، وبذلك يكون فى أحد طرفى الجزىء مجموعة الدهيدية قادرة على الاختزال بينما الطرف الثانى يكون غير قادر على الاختزال • وعادة يأخذ الجزىء شكل حلزون helical فى الطبيعة :



ومنها ايضا الأميلوبكتين amylopectin الذى يقدر وزنة الجزيئى بحوالى نصف مليون ، وهو يتكون من وحدات جلوكوز مرتبطة ببعضها فى هيئة سلسلة الأميلوز بروابط ألفا ١ ـ ٤ جليكوزيدية وروابط ألفا ـ ١ ـ ٦ جليكوزيدية ، وفى كل سلسلة حوالى ثلاثين وحدة جلوكوز :

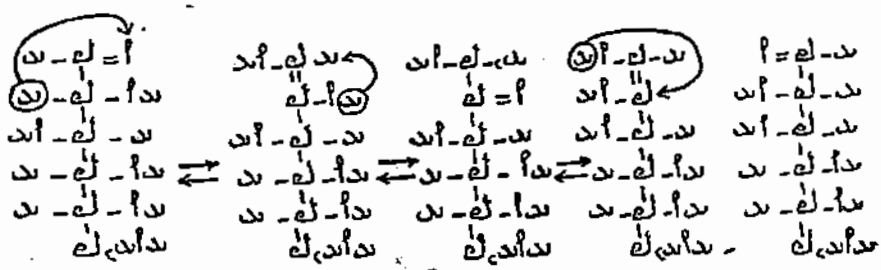


وكلا الأميلوز والأميلوبكتين يدخلان فى تركيب جزىء النشا • وهـذا الجزىء يتأثر بعدد من الانزيمات • فالألفا أميليز α-amylase يحلل سلسلة الأميلوز تحليلا مائيا بمهاجمة الروابط ألفا ـ ١ ـ ٤ عشوائيا معطيا مزيجا من الملتوز والجلكوز • أما انزيم البيتـا أميليز فيهاجـم طـرف سـلسلة الأميلوز غير القادر على الاختزال معطيا وحدات متتالية من الملتوز • وكلا الانزيمين ، الفا وبيتا أميليز ، يعجزان عن مهاجمة الأميلوبكتين ، ولهذا فهما يعطيـان دكسـترينات a limit dextrin • أما انزيم الألفـا ـ ١ ـ ٦ جليكوزيديز α-1-6 glycosidase فله القدرة على تحليـل الروابط الجليكوزيدية عند مناطق التفرع ولهذا عرف باسم انزيم تخليص التفرعات debranching enzyme • وهذا يعنى أن الأميلوبكتين يتحلل مائيا بالتأثير المشترك لكل من الألفا أميليز والألفا ـ ١ ـ ٦ جليكوزيديز فيتكون مزيج من الجلوكوز والملتـوز • وتعتبر النشا من السـكريات المـركبة المخـزنة storage polysaccharides التى تشمل أيضا الجليكوجين glycogen والأنيولين inulin • أما السكريات المركبة التركيبية structural polysaccharides فمنها السليلوز cellulose والبكتينات pectins والهمى سليلوز hemicelluloses والشيتين chitin •

خواص السكريات الأحادية :

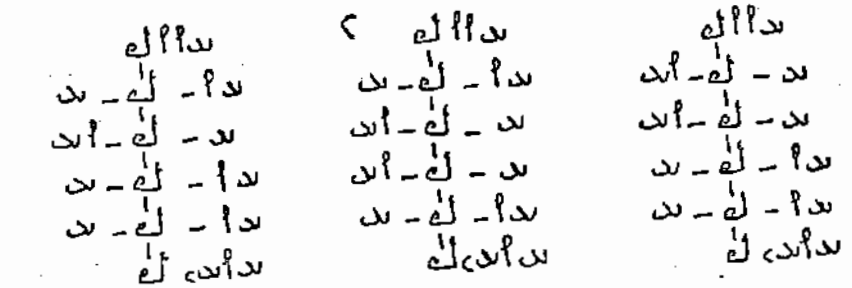
(١) التحول الاستدارى Mutarotation :وهى خاصيةتتميزبها الصورالمحتوية على الهمى اسيتال أو الهمي كيتال من السكريات القادرة على تكوين السلسلة

المفتوحة • فهذه السلسلة المفتوحة ما هى الا ناتج وسطى فى عملية تحـــول الصورة الفا الى الصورة بيتا أو الصورة بيتا الى الصورة الفا اثناء حدوث ظاهرة التحول الاستدارى • وقد لوحظ انه بتعريض الجلوكوز الى محلول قلوى مخفف لمدة بضع ساعات ، يصبح المخلوط الناتج عند نقطة الاتزان محتويا على كل من سكرى الفركتوز والمانوز • وهذا التفاعل ، المعروف باسم تحول لوبرى اكنشتاين the Lobry de Bruyn Ekenstein transformation يفســـر بحدوث التشـــاكلية (التماكبيه) enolization (isomerization) للسكريات فى وجود القلوى :

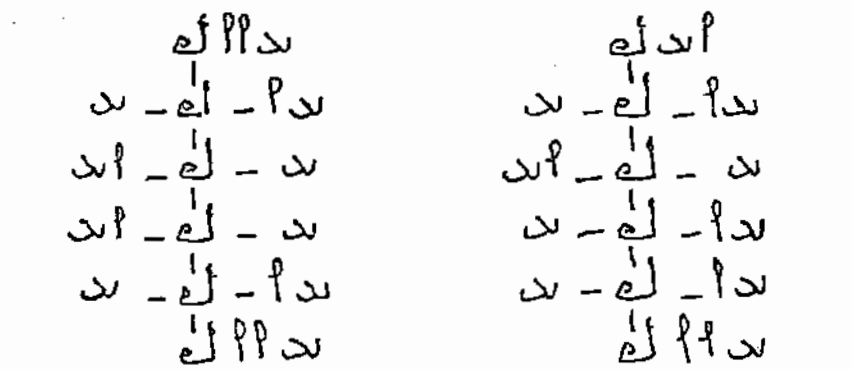


D- مانوز cis-Enediol D- فركتوز trans-Enediol D- جلوكوز

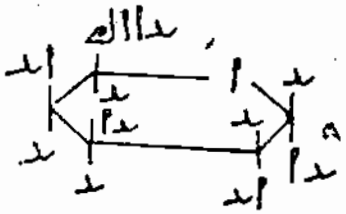
(٢) القدرة الاختزالية : بعض السكريات الأحادية لها القـــدرة على اختزال بعض المركبات بسبب احتواء الجزىء على مجموعة الدهيد أو مجموعة كيتون حرة free • وبذلك تتأكســد المجموعــة الألدهيـــدية الى حمض كربوكســيلك carboxylic acid ، يعرف باســم حمض الدونيـــك aldonic acid ، فى الوسط المتعادل بتأثير عوامل الأكسدة المعتدلة mild أو بتأثير الانزيمات • اما فى وجود عامل مؤكسد قوى ، مثل حامض النتريك، يتأكسد كل من المجموعة الألدهيدية ومجموعة الكحول الأولى فيتكون حامض ثنائى الكربوكسيل dicarboxylic acid يعرف عادة باسم حامض الداريك aldaric acid ، ولبعض الانزيمات المعينة القدرة على أكسدة مجموعـــة الكحول الأولى فقط فينتج حمض يورونيك uronic acid •



D ـ حمض مانونيك D ـ حمض جلكتونيك حمض جليكونيك (D).

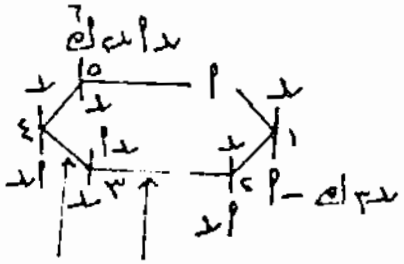


α ـ D ـ حمض جلكتيرورونيك D ـ حمض جلكتاريك



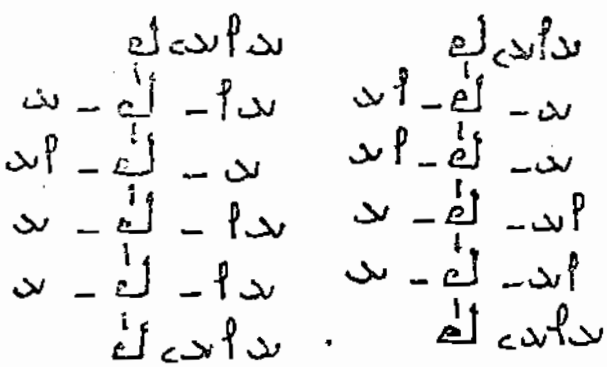
α ـ D ـ حمض جلكتيورنيك

وحمض فوق الأيوديك periodic acid يكسر الرابطة التى تربط ذرتين كربون ببعضهما اذا كانت الذرتان يرتبط بكل منهما مجموعة ايدروكسيل ، اوكانت الذرتان تحملان مجموعة ايدروكسيل ومجموعة أمين متجاورتين - وذرات الكربون التى يصيبها هذا الهدم تتحول الى الدهيدات (ـ كيدا) - وفى حالة وجود ثلاث مجموعات ايدروكسيل على ذرات كربون متجاورة تنفصل ذرة الكربون الوسطية فى صورة حمض فورميك -



ميثايل ـ الفا ـ D ـ جليكو بيرانوزيد

وتختزل السكريات الأحادية ايضا الى سكريات كحولية sugar alcohols بواسطة الايدروجين أو ص ب بيد، او الانزيمات ، فيتكون السوربيتول من الجلوكوز ، ويتكون المانيتول من المانوز :

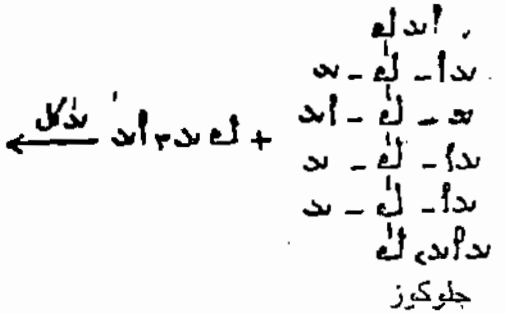


سوربيتول

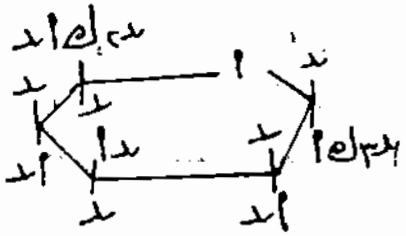
(D ـ جلوسيتول (D-Glucitol

مانيتول D ـ سوربيتول

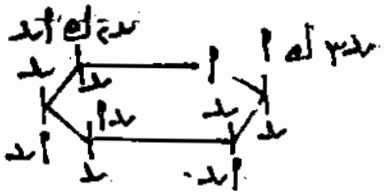
(٣) تكوين الجليكوزيد : فعند معاملة محلول الجلوكوز بالميثانول وحامض الكلوردريك يتكون مركبان هما ميثايل — D ـ جليكوزيد وميثايل ـ بيتا ـ D ـ جليكوزيد · وبما أن تكوين الميثايل جليكوزيد من شأنه تحويل المجموعة الألدهيدية الى مجموعة اسيتال فالجليكوزيد الناتج يمثل سكر غير مختزل وليس له القدرة على ابراز ظاهرة التحول الاستدارى ·



جلوكوز

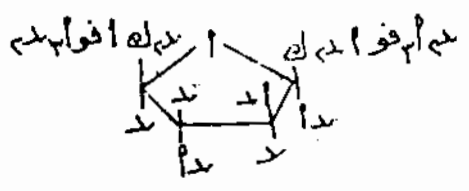


ميثايل -D-B- جليكو بيرانوزيد

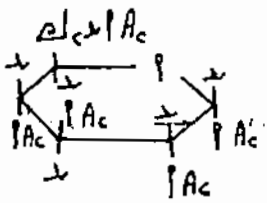


ميثايل - α - D- جليكو بيرانوزيد

(٤) تكوين استر : مثل الألفا -D- فركتوز - ١ ، ٦ - ثنائى حمض الفوسفوريك الذى يتكون بتفاعل الكربوهيدرات مع الأدينوزين ثلاثى الفوسفات ATP فى وجود الانزيم المناسب . ومثل مشتقات الأستيل acetyl derivative التى تتكون بتفاعل السكر الأحادى مع أندريد الخليك acetic anhydride



ألفا - D - فركتوز - ١ ، ٦ - ثنائى حض الفوسفوريك



ألفا - D- جلوكوز - خماسى الأسيتيل

مصدر الكربوهيدرات فى الأطعمة :

يستطيع النبات تخليق الكربوهيدرات فى خلاياه مستخدما الماء الممتص من التربة وغاز ثانى اكسيد الكربون المأخوذ من الهواء الجوى ومستعينا بمادة الكلوروفيل الخضراء وطاقة اشعة الشمس ، وهذا التخليق اطلق عليه اصطلاح التمثيل الكلوروفيللى Photosynthesis ، وهذه العملية تتمخض عن انتاج سكر جلوكوز يمكن أن تتحد جزيئاته لتكوين جزىء نشا يختزن فى النبات أو جزىء سليلوز يدخل فى تكوين جدر خلايا النبات ، كما تحدث تحولات أخرى تؤدى الى تكوين زيوت ودهون ، وبطريقة اخرى يتم الارتباط بالنتروجين وتتخلق أحماض أمينية يمكن أن ترتبط ببعضها مكونة بروتينات وجميع هذه الكربوهيدرات والبروتينات والليبيدات المخلقة تصبح طعاما سائغا للانسان وللحيوان بما فيها من مغذيات ومن طاقة مختزنة . وكثيرا ما يتدخل التصنيع الغذائى فى تحوير وتغيير وتعديل المواد الكربوهيدراتية النباتية للحصول على صور اخرى من المنتجات أو المشتقات . وبديهى أن هذه الكربوهيدرات النباتية تحتل مكانة مرموقة فى العديد من الصناعات غير الغذائية .

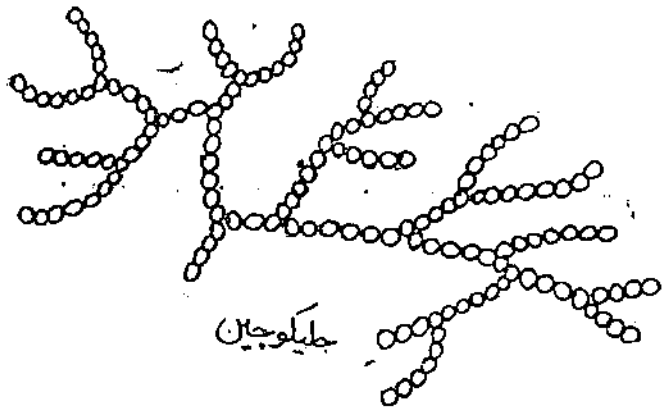
وأشهر سكريات النباتات هو سكر القصب وسكر البنجر المعروفين باسم السكروز sucrose ، الا أن سكر المولت وغيره من سكريات الأطعمة لها فوائد ملموسة . ويمكن اعتبار مصادر السكر انها متعددة ، كالقصب والبنجر والبطاطا والشعير والذرة السكرية وغيرها ، الا أن استخراج السكر يقتصر على مصادر محددة ليكون الانتاج اقتصاديا . وتتفاوت السكريات المختلفة فى درجة حلاوتها ، فاذا اعتبرت ١٠٠ بالنسبة للسكروز فتكون حلاوة الجلوكوز أى الدكستروز ٧٥ وحلاوة الفركتوز ١٥٠ وحلاوة السكر المحول ١٣٠ وحلاوة الملتوز ٦٠ وحلاوة اللكتوز ٢٥ . كما أن درجة حلاوة المحاليل السكرية تتباين تبعا لتركيز هذه المحاليل ، فاذا اعتبرت ١٠٠ لمحلول جلوكوز تركيزه ٥٠٪ تكون ٩٧ لتركيز ٤٥٪ أو ٩٣ لتركيز ٤٠٪

أو ٨٦ لتركيز ٣٠٪ أو ٧٨ لتركيز ٢٠٪ أو ٦٦٪ لتركيز ١٠٪ أو ٥٨ لتركيز ٥٪ أو ٥٠ لتركيز ٢٪ أو ٤٥ لتركيز ١٪ . وتتأثر هـذه الحلاوة النسبية بدرجة حرارة المحلول السكرى وبوجود مواد ذائبة أخرى غير سكرية . فعلى سبيل المثال تنخفض الحلاوة النسبية لمحلول سكر الفركتوز من ١٤٣ عند درجة خمسة مئوية الى ٧٩ عند درجة ٦٠° م .

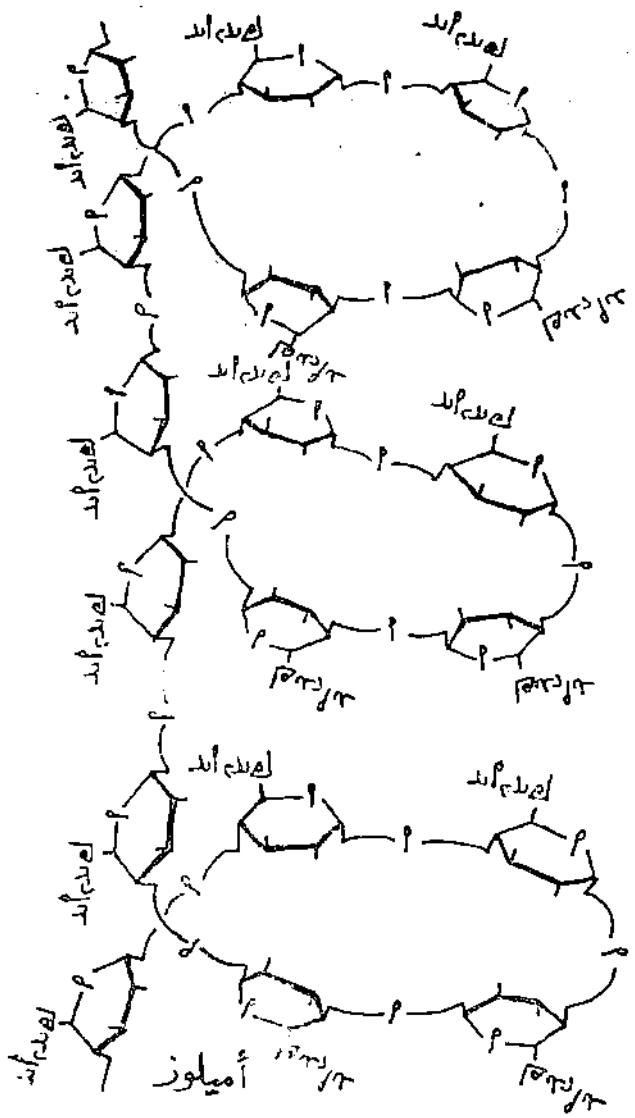
والنشا يخلقها النبات ويختزنها كغذاء احتياطى فى درناته ، كما هو الحال فى البطاس والبطاطا ، أو فى حبوبه مثل القمح والذرة والشعير والأرز والشوفان والشيلم ، أو فى بذوره كالفول والبسلة والفاصوليا واللوبيا . وهذه المصادر النباتية النشوية ذات مكانة هامة فى تغذية الانسان . وتتأثر جزيئات النشا بانزيمات الأميليز فتتحلل الى دكسترينات أو ملتوز أو جلوكوز حسب ظروف التفاعل واسم الانزيم المؤثر فى التفاعل . والمعروف ان النشا لا تذوب فى الماء البارد ، الا انه بتسخين معلق النشا لدرجة حرارة ١٤٧ – ١٦٢°ف يبدأ تجلتنها gelatinization فتنتفخ حبيبات النشا وتلتصق ببعضها ويبدو معلق النشا اكثر لزوجة وقوامه أكثر مرونة ، فاذا ارتفعت درجـة الحرارة لأكثر من ذلك تكسرت الحبيبات ، اى انفجرت ، وعادت اللزوجـة الى الانخفاض . وهذه الحالة تتأثر بدرجة الحرارة ومدة التسخين وحموضة المعلق الفعلية وحجم حبيبات النشا ومصدر النشا ونسبة الأميلوبكتين فى النشا . فنشا بعض أنواع الذرة تتجلتن سريعا بينما نشا بعض أصناف البسلة تتجلتن ببطء وعلى درجة حرارة بالغة الارتفاع ويبدأ التأثير عادة بامتصاص الماء البارد وهذا الامتصاص imbibition عكسى يمكن ازالته بالتجفيف دون أن تتأثر لزوجة النشا ، الا انه بارتفاع درجة الحرارة الى ٦٠° م تقريبا يزداد الامتصاص بوضوح ويظل يزداد تدريجيا حتى يتجاوز عشر أمثال وزن النشا أو قد يصل الى ٢٥ مثل ، وأخيرا يبلغ انتفـاخ حبيبات النشا أقصاه وتنفجر وتلتصق وتزداد اللزوجة وتتكسـر الروابط بين بعض جزيئات النشا وتدخل بعض جزيئات الماء بين جزيئات النشـا وتبقى كذلك عندما تنخفض درجة الحرارة . فعند التبريد يتكون جل Gel نتيجة لامتصاص adsorption الذيب بواسطة المذاب فيزداد حجم الجزيئات

ويترتب على ذلك تقاربها من بعضها وتلاصقها • وقد يفسر ذلك بأن الجل يتكون نتيجة لاستحداث هيكل فراغى particle orientation للنشا والعنيب • وجل النشا يتحول الى حالة السيولة فى حالة تقليبة لكنه يعود للحالة الجيلية مرة أخرى بتركه بعض الوقت الا أن طول الوقت قد يعرض الجل لسيولة جزء من مائة Syneresis or weeping كما قد تتكون وتترسب كمية من البللورات retrogradation •

والجليكوجين المعروف باسم النشا الحيوانى يوجد مخزنا فى كبد الانسان والحيوان ليستخدم فى حالة الجوع اذ يتحول مرة أخرى الى سكر جلوكوز • ويوجد منه كمية فى العضلات • والانزيم المؤثر فى تحلله هو الألفا والبيتا اميليز الذى يحوله الى دكسترين limit dextrin غزير التفرع a highly branched core مقارنا با لأميلوبكتين فى النشا اذ يوجد فرع عند كل ٨ ــ ١٠ وحدات جلوكوز ، وينتج عن التحلل ملتوز وجلوكوز •

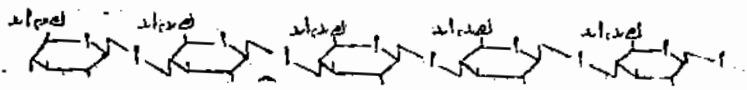


جليكوجين



أميلوز

والسليلوز موجود بوفرة فى المملكة النباتية ويدخل فى تركيب جـــدر خلايا جميع النباتات مكسبا اياها قوامها المناسب ، وتتبـــاين نسـبتة فى النباتات المختلفة وفى الأجزاء المختلفة من النبات الواحد . وهو يتكون من وحدات جلوكوز مرتبطة ببعضها برابطة جليكوزيدية ١ ← ٤ ويمكن تحليله حمضيا فيعطى وحدات جلوكوز فى حالة التحليل الحمضى التام او يعـــطى سلوبيوز بالتحليل الجزئى غير المكتمـل . ولاينوب السليلوز فى المـــاء ويمارس بعض المنتجين اضافة السليلوز لبعض الأطعمة المصنعة كمادة مالئة أو لخفض القيمة الحرارية للمنتج .

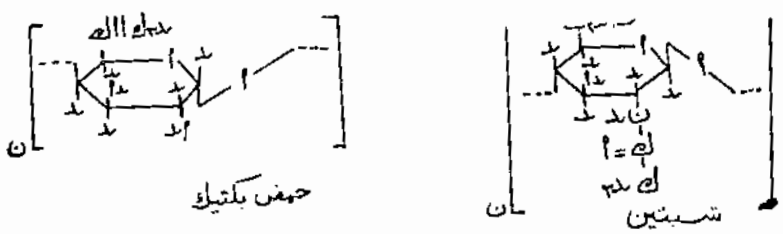


سـليلوز

والهميســليلوز hemi cellulose موجود فى جدر الخلايا وهو ليس من مشتقات السليلوز بل انه تجمع معقد homopolymer من جزيئات زيلوز D-Xylose مرتبطة ببعضها برابطه بيتا ١ ← ٤ .

والشيتين تجمع homopolymer لوحدة الأسيتيل جلوكـــوز أمين N-acetyl-D-glucosamine ويوجد فى الغطاء أو القشرة الخارجية لبعض الحيوانات البحرية crustaceans .

والبكتين pectin يحتوى على ارابينوز وجلكتوز وحمض جلكتيرونيك ويوجد منه صور متعددة . وحمض البكتيك عبارة عن تجمع homopolymer لوحدات من الاستر الميثيلى الجلكوبيورونيك ك



وتوجد المركبات البكتينية فى جميع الأطعمة النباتية ولكن بنسب متفاوتة تبلغ حوالى ٥ر١ – ٢٪ فى ثمار الجوافة وتزيد عن ذلك فى قشور ثمار الموالح كما أن نسبتها فى ثمار التفاح مرتفعة ايضا • وتتضمن المركبات البكتينية البروتوبكتين protopectin ، الذى لايذوب فى الماء والذى بتحلله ينتج حامض بكتنيك ، وحامض البكتيك pectic acid الخالى من مجموعات الاستر الميثيلى methyl ester ، وحامض البكتنيك pectinic acid المحتوى على مجموعات استر ميثيلية • ويساعد كل من البكتين وحمض البكتنيك على تكوين الحالة الجيلية فى وجود السكر والحامض • اما البروتوبكتين غير القابل للذوبان فى الماء فتفسر عدم قابليته للذوبان بامكان اتحاده مع السليلوز لتكوين مركب غير ذائب ، او بكونة يوجد فى صورة بكتات كالسيوم او مغنسيوم غير قابلة للذوبان ، او بانه مكون من جزيئات حمض بكتنيك ترتبط ببعضها برابطة استيرية او عن طريق ذرات كالسيوم• ويستفاد فى التصنيع الغذائى من قدرة البكتين على تكوين الحالة الجيلية • بينما البروتوبكتين يعجز عن تكوين الحالة الجيلية بسبب عدم ذوبانه فى الماء لكنه يمكن تحليله الى حمض بكتنيك وبذلك يستفاد من مقدرتة على تكوين جل • وتتاثر الحالة الجيلية بالعديد من العوامل التى من بينها مقدار مجاميع الاستر الميثيلية فى البكتين ونسبة السكر فى المخلوط ومقدار الحموضة الفعلية pH ، وعادة يفضل نسبة سكروز لاتتجاوز ٦٥٪ لأن ازديادها يتبعه ظهور بللورات على سطح الجلى ، كما تفضل حموضة فعلية قدرها ٥ر٣ لأن الحموضة الأكثر من ذلك ، اى انخفاض رقم pH ، يتبعه عدم تماسك قوام الجلى وانفصال السائل syneresis ، ويطلق على كمية السكر التى تتحول الى جلى باستعمال رطل واحد من المادة البكتينية الاصطلاح درجة الجلى jelly grade .

والصموغ gums ، كالصمغ العربى gum arabic والميوسيلاج mucilages ، لها استخدامات فى مجال التصنيع الغذائى كصناعة بعض المنتجات السكرية وصناعة الجلى • ويتميز الآجار agar بقدرته على امتصاص الكثير من الماء ، أما حمض الألجنيك alginic acid فيضاف فى صناعة الجيلاتى والجبن المطبوخ وغيرهما من الأطعمة • والآجار وحمض الألجنيك يتبعان الكربوهيدرات الهلامية mucilages •

(٥) زيوت ودهون الأطعمة

توجد الزيوت oils والدهون Fats فى العديد من المصادر النباتيـــة والحيوانية ولكن بنسب متباينة • فاغنى مصادر الزيوت هى بذرة القطـن وبذرة السمسم وثمرة الزيتون وبذرة الكتان وفول الصويا وعباد الشمس • ولهذه الزيوت والدهون مكانة خاصة فى تغذية الانسان والحيوان نظرا لأن الوحدة الوزنية والدهون مكانة خاصة فى تغذية الانسان والحيوان نظرا لأن الكربوهيدرات والبروتينات ، ولأنها تحتوى على فيتامينات ا ، د ، هـ ، ك ، القابلة للذوبان فى الدهون والزيوت ، ولأنها تحتوى على الأحماض الدهنيـة الضرورية وهى اللينوليك واللينولنك والأراكيدونك وللزيوت والدهـــون استعمالات عديدة فى مجال التصنيع الغذائى ، مثل المرجرين والمنتجـات المخبوزة ، وغير الغذائى مثل الصابون والجلسرين ومواد الطلاء والمنظمات والليسيثين •

وجميع الليبيدات Lipids ، المتضـمنة للزيوت والدهـــون ، تحتوى على أحماض دهنية Fatty acids ، وهذه الأحماض ترتبط مع مجموعـــة من المركبات مكونة جليسريدات ثلاثية الأسيل triacyl glycerides وفوسفوليبيدات وغيرها • وهذه الليبيدات شحيحة الذوبان فى الماء لكنهـا تذوب فى المذيبات العضوية ، وهذا يفسر طبيعة تركيبها hydrophobic nature of their structures وتقسم الليبيدات الى الأقسام التالية •

١ ـ أسيل جليسرولات	Acyl glycerols
٢ ـ شموع	Waxes
٣ ـ فوسفوليبيدات	Phospholipids
٤ ـ اسفنجو ليبيدات	Sphingolipids
٥ ـ جليكو ليبيدات	Glycolipids
٦ ـ ليبيدات تربينويد	Terpenoid lipids

متضمنة الكاروتينويدات carotenoids والاستيرويدات Steroids

الأحماض الدهنية :

تحتوى الأحماض الدهنية على عدد زوجى من ذرات الكربون يتراوح من اربعة الى ثلاثين مرتبطة فى هيئة سلاسل مستقيمة ذات روابط جميعها مشبعة saturated او بعضها مشبع والبعض غير مشبع ، أى بها روابط مزدوجة قد يصل عددها الى ستة · والوضع المجاور cis configuration هو السائد · والملاحظ ان الأحماض الدهنية ذات المصدر الحيوانى تكون أبسط فى تركيبها من ذات المصدر النباتى فهى مستقيمة السلسلة وبها روابط مزدوجة قد يصل عددها الى ستة · أما الأحماض الدهنية ذات المصدر البكتيرى فقد تكون مشبعة أو بها رابطة مزدوجة واحدة monoenoic او متشعبة السلسلة او محتوية على حلقة سيكلو بروبان cyclopropane كما فى حامض اللكتوباسيلك lactobacillic acid

وأما الأحماض الدهنية النباتية المصدر فقد تحتوى على روابط اسيتيلينية او على مجموعات ايبوكسى epoxy او ايدروكسيل او كيتون او حلقات سيكلوبروبين cyclopropene · ونسبة الأحماض الدهنية الموجودة فى الخلية النباتية او الحيوانية ضئيلة أما الجزء الأكبر من هذه الأحماض فيوجد مرتبطا فى صورة استرات Triacyl glycerols and phospholipids والأحماض الدهنية المشبعة المعروفة هى :

حامض خليك	كيدك اليد
حامض بروبيونيك	ك يد٣ كيد٢ ك ا١ يد
حامض بيوتريك	ك يد٣ (كيد٢)٢ ك ا١ يد سائل ٤ ك
حامض كابرويك	كيد٣ (كيد٢)٤ ك ا١ يد سائل ٦ ك
حامض كابريك	كيد٣ (كيد٢)٦ ك ا١ يد سائل ٨ ك
حامض ديكانويك	كيد٣ (كيد٢)٨ ك ا١ يد صلب ١٠ ك
حامض لوريك	كيد٣ (كيد٢)١٠ ك ا١ يد صلب ١٢ ك
حامض ميرستيك	كيد٣ (كيد٢)١٢ ك ا١ يد صلب ١٤ ك
حامض بالمتيك	كيد٣ (كيد٢)١٤ ك ا١ يد صلب ١٦ ك
حامض أستياريك	كيد٣ (كيد٢)١٦ ك ا١ يد صلب ١٨ ك
حامض أراكيديك	كيد٣ (كيد٢)١٨ ك ا١ يد صلب ٢٠ ك
حامض بيهنيك	كيد٣ (كيد٢)٢٠ ك ا١ يد صلب ٢٢ ك
حامض ليجنوسيرك	كيد٣ (كيد٢)٢٢ ك ا١ يد صلب ٢٤ ك

والأحماض الدهنية وحيدة الرابطة المزدوجة منها :

حامض أوليك Oleic كيد٣ (كيد٢)٧ كيد = ك يد (كيد٢)٧ ك ا يد ١٨ك و

حامض فاكسنيك Vaccenic كيد٣ (كيد٢)٥ كيد = كيد(كيد٢)٩ك ا يد ١٨ك و

والأحماض الدهنية ثنائية الرابطة المزدوجة dienoic منها :

حامض لينوليك Linoleic كيد٣ (كيد٢)٤ (كيد = كيدكيد٢)٢ (كيد٢)٦ ك ا ا يد ١٨ ك

والأحماض الدهنية ثلاثية الرابطة المزدوجة trienoic منها :

حامض ألفا ـ لينولنك α-Linolenic كيد٣كيد٣ (كيد = كيدكيد٢)٣(كيد٢)٦ ك ا ا يد ١٨ ك

حامض جاما ـ لينولنك γ-Linolenic كيد٣ (كيد٢)٤(كيد =كيدكيد٢)٣ (كيد٢)٣ ك ا ا يد ١٨ ك

والأحماض الدهنية رباعية الرابطة المزدوجة tetraenoic منها :

حامض اراكيدونك Arachidonic كيد٣(كيد٢)٤(كيد = كيدكيد٢)٤(كيد٢)٦ ك ا ا يد ٢٠ ك

ومن الأحماض الدهنية غير العادية Unusual الأحماض التالية :

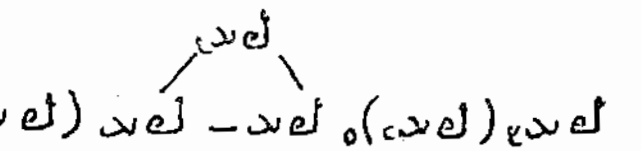
حامض ألفا الايوستياريك α -Elaeostearic

كيد٣ (كيد٢)٣ كيد = كيدكيد= كيد كيد = كيد (كيد٢)٧ ك ا يد

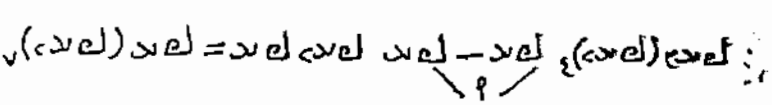
حامض تاريريك Tariric كيد٣ (كيد٢)١٠ ك (كيد٢)٤ ك ا ا يد

حامض ايزانك Isanic كيد٣ = كيد (كيد٢)٤ ك = ك ـ ك = ك (كيد٢)٧ ك ا يد

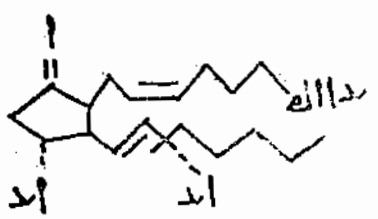
حامض لاكتوباسيلك Lactobacillic :



حامض فرنوليك Vernolick :



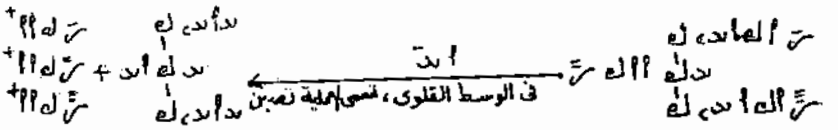
بروستا جلاندين Prostaglandin (PGE_2)



تفاعلات الأحماض الدهنية :

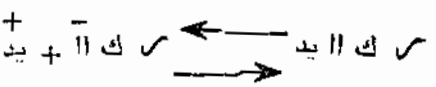
تعزى تفاعلات الأحماض الدهنية الى نشاط كل من : مجموعة الكربوكسيل والمجموعات النشطة الأخرى الموجودة فى الجزىء ، ودرجة عدم التشبع . ومن هذه التفاعلات :

١ ـ التحليل المائى الحمضى للروابط الاستيرية ، وهوتفاعل عكسى ، وكذلك التحلل المائى القاعدى غير العكسى . وتفسر الحالة غير العكسية بأنه فى حالة وجود كمية زائدة من القاعدة base يبقى الحامض فى صورتة التامة التاين fully dissociated anion وهذه الأيونات لاتتفاعل مع الكحولات . وهذا يفسر أيضا استخدام القواعد القوية فى عملية التصبن لتحليل الروابط الاستيرية فى الليبيدات البسيطة :



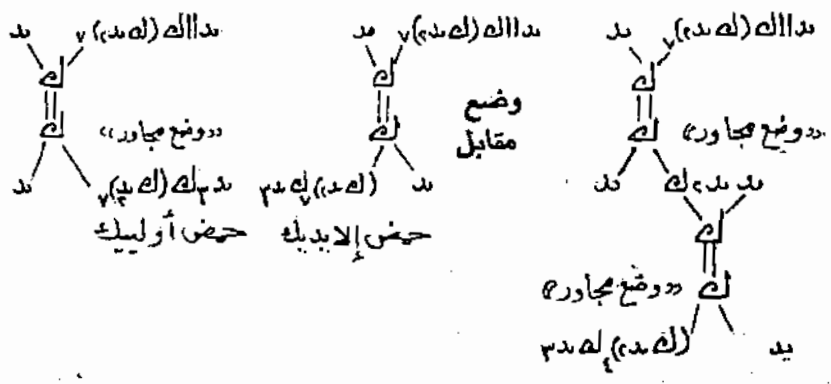
ذراى لسيل جليسرول احماض دهنية

٢ ـ تتحلل الأحماض الدهنية الحرة فى الماء معطية أيونات بدروجين :

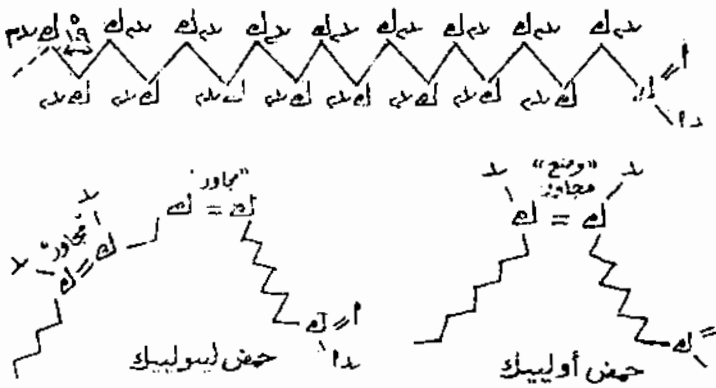


٣ ـ الأحماض الدهنية المشبعة المنتشرة فى الطبيعة تكون سائلة اذا احتوت على عدد من ذرات الكربون يتراوح بين واحد وثمانية ، بينما تكون صلبة عندما تحتوى على اكثر من ثمانيه ذرات كربون . فحمض الاستياريك المحتوى على ١٨ ذرة كربون ينصهر على درجة ٧٠° م ، وهذا الحامض نفسه لو أدخلت فيه رابطة مزدوجة واحدة ، أى يصبح حمض أوليبك، تنخفض نقطة انصهاره الى ١٤° م ، وبازدياد عدد الروابط المزدوجة عن ذلك يزداد انخفاض نقطة الانصهار .

والرابطة المزدوجة فى جزىء الحامض الدهنى هى المسببة لظهور المتشابهات geometric isomerism :



ومعظم الأحماض الدهنية غير المشبعة توجد فى الطبيعة فى صـــورة مشابهات ذات الوضع المجاور cis الأقل ثباتا من مشابهاتها ذات الوضع المقابل trans • اما الأحماض الدهنية المشبعة فالجزىء منها يأخذ شكلا متعرجا zigzag وتكون الرابطة بين كل ذرتى كربون بزاوية قدرها ١٠٩° •



والأحماض الدهنية عديدة الروابط غير المشبعة polyunsaturated قد تكون روابطها المزدوجة متبادلة conjugated كما هو الحال فى حمض ألفا الايوستياريك وفى هذه الحاله يمكن أن يحدث بها التجمع polymerization بغـــزارة ممـــا يجعلهـــا مفيـــدة ومرغـــوبة فى صـــناعة مـــواد الطلاء paint industry • ومن اشـــهر نظـــم هـــذا التبـــادل فى مجـــــال التفـــاعلات الحيـــوية مركب الرتينـــول retinol ومركبـــات الكاروتين carotenes ، ويبدو أن هذا النظام المتبادل للروابط المزدوجة يلعب دورا هاما فى عملية الابصار visual processes فى مقلة العين retina وقـــد يكون نظام توزيع الروابط المزدوجة فى جزىء الحمض الدهنى ليس متبادلا non-conjugated كما هو الحال فى حمض اللينولييك •

ـ ك يد ـ ك يد = ك يد ـ ك يد ـ ك يد = ك يد ـ ك يد ـ ، غير متبادلة ،
ـ ك يد ـ ك يد = ك يد ـ ك يد = ك يد ـ ك يد = ك يد ـ ك يد تبادلة
والثابت أن انسجة النبات والحيوان غنية بالأحماض الدهنية غزيرة

الروابط غير المشبعة ، اما البكتريا فخالية منها • واهم الأحماض الدهنية ذات الرابطة المزدوجة الواحدة فى البكتريا هو حمض فلكسنيك ذو الوضع المجاور cis-vaccenic acid

كيد٣ – (كيد٢)٥ – كيد = كيد (كيد٢)٩ – ك.اليد

تقدير الليبيدات :

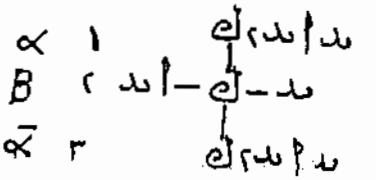
اصبح مألوفا الآن تقدير الليبيدات باستخدام طريقة التحليل الكروماتوجرافى وخاصة الغازى gas-liquid chromatography والطبقة الرقيقة thin-layer chromatography بدلا من الطرق التقليدية القديمة مثل العدد اليودى iodine number والتصبن saponification والتأستل cetylation a

تسمية الأحماض الدهنية :

القاعدة المتبعة حاليا فى تسمية الأحماض الدهنية بطريقة مبسطة (مختزلة) shorthand notation تتلخص فى كتابة عدد ذرات الكربون أولا ثم عدد الروابط المزدوجة ثانيا وأخيرا تحدد مواضع الروابط المزدوجة على ان يبدأ العدد من الطرف المحتوى على مجموعة الكربوكسيل • فعلى سبيل المثال يعبر عن حمض البالمتيك المشبع بالرمز ١٦ : صفر ، وعن حمض الأوليبيك بالرمز ١٨ : ١ (٩) ، وعن حمض الأراكيدونك بالرمز ٢٠ : ٤ (٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٤) • ويفترض دائما ان الوضع المجاور هو القائم والسائد ، ولهذا فان وجد التوزيع المقابل trans لزم تحديد ذلك فى الرمز • فعلى سبيل المثال يرمز لحمض الألايوستياريك بالرمز ١٨ : ٣ (٩ مجاور ، ١١ مقابل ، ١٣ مقابل) •

ومشتقات الجليسرول ، التى منها الفوسفو ليبيدات ، تسمى طبقا للقواعد التى وضعتها لجنة تسمية المركبات الكيميائية الحيوية التابعة للاتحاد الدولى للكيمياء الحيوية IUB وبموجب هذا النظام المطبق الآن تكتب مجموعة الايدروكسيل الثانية فى جزىء الجليسرول على يسار ذرة الكربون الثانية عند كتابة جزىء الجليسرول بطريقة فيشر Fischer projection formula وتسمى ذرة الكربون التى تعلوها بذرة الكربون رقم واحد وتسمى الذرة التى

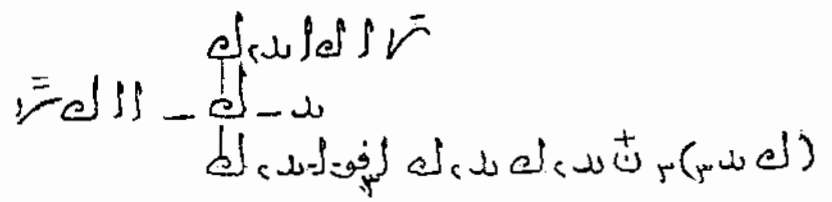
تقع اسفلها بذرة الكربون رقم ٣ . وهذا النظام stereospecifie numbering يشار اليه بوضع الحرفين Sn في مقدمة اسم المركب :



Sn ـ جليسرول ـ ٣ ـ حمض فوسفوريك

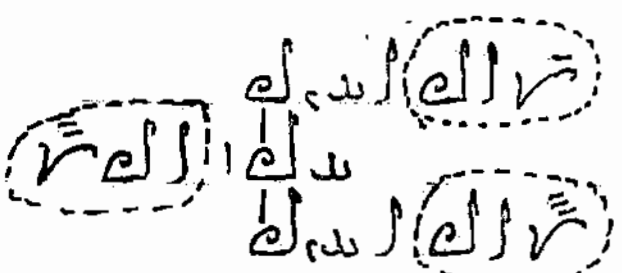
Sn ـ جليسرول ـ ١ ـ حمض فوسفوريك

rac ـ جليسرول حمض فوسفوريك



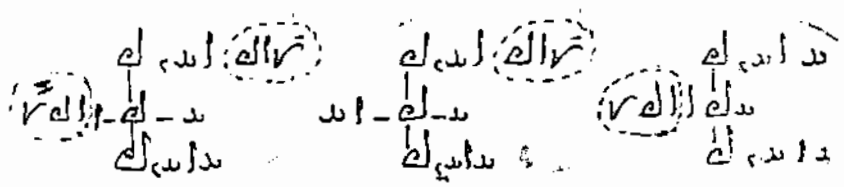
٣ ـ Sn ـ فوسفا تيديل كولين

ومركبات الأسيل جليسرول acyl glycerols المحتوية على مجموعة اسيل ك ا ـ اكثرها انتشارا في الطبيعة هو الثلاثي triacyl glycerol الذى يطلق عليه ايضا الاسم ثلاثي الجليسريد triglyceride او الليبيد المتعادل neutral lipid



تراى اسيل جليسرول

أما مركبات ثنائى الأسيل diacyl glycerols وكذلك أحادى الاسيل فكمياتها فى الملكتين النباتية والحيوانية ضئيلة الا انها تظهر كناتجات وسطية فى العديد من تفاعلات التخليق الحيوية biosynthesis



٢ ـ أحادى اسيل جليسرول　　١ ـ أحادى اسيل جليسرول　　١ ، ٢ ثنائى اسيل جليسرول

والجليسرولات ثلاثية الأسيل توجد فى الطبيعة على حالة صلبة أو سائلة تبعا لنوع الاحماض الدهنية المكونة لها . فالموجودة فى النباتات تتميز غالبا بانخفاض نقطة انصهارها وبكونها سائلة على درجات حرارة الجو العادية نظرا لأنها تحتوى على نسبة كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل احماض الاوليك واللينوليك واللينولنك . وعلى العكس من ذلك تكون الجليسرولات ثلاثية الأسيل الموجودة فى الأنسجة الحيوانية ذات نقطة انصهار مرتفعة بسبب احتوائها على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة مثل احماض البالمتيك والاستياريك ، ولذا فهى صلبة أو شبه صلبة على درجة حرارة الجو العادية .

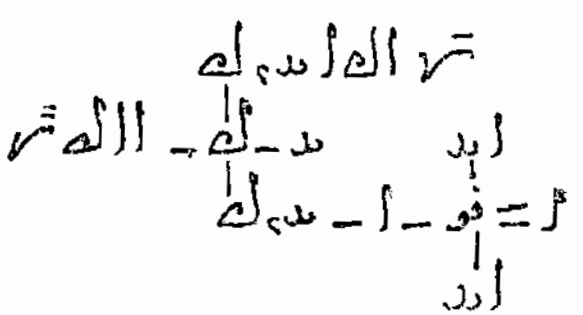
الشموع :

تمثل الشموع waxes مخلوطا معقدا من الايدروكربونات الأليفاتية مشبعة الروابط ، أى البارافينات ، طويلة السلسلة alkanes ، وهى ذات عدد فردى من ذرات الكربون يتراوح بين ٢٥ ، ٣٥ ، وبها مشتقات أوكسيجينية مثل الكحولات الثنوية والكيتونات ، وبها ايضا استرات أحماض دهنية طويلة السلسلة وكحولات أحادية الايدروكسيل طويلة السلسلة وجميع هذه السلاسل الايدروكربونية خالية تماما من الروابط المزدوجة ، وهذا بالاضافة الى كون الشموع عديمة الذوبان فى الماء يفسر الخمول الكيميائى

شموع · وتوجد طبقة شمعية بمثابة غطاء واق على الفواكه وأوراق النباتات كما أن بعض الحشرات تفرز شمعا مثل شمع لعسل beeswas ·

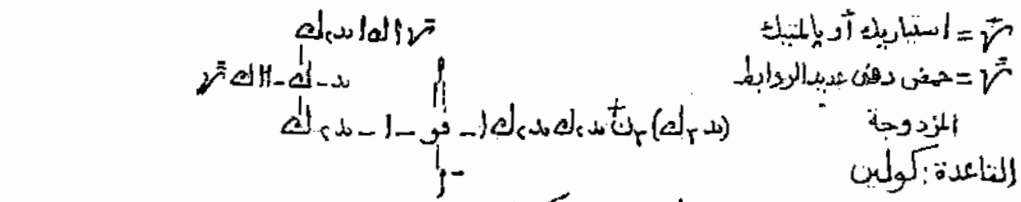
الفوسفو ليبيدات :

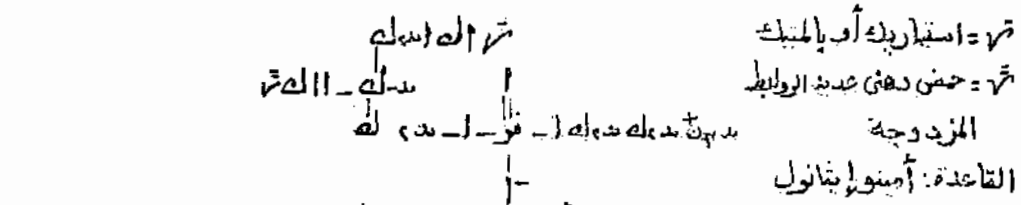
تعرف الفوسفو ليبيدات phospholipids بأنها مشتقات حمض الفوسفاتيديك phosphatidic acid · فهى تحتوى على ذرة فوسفور وجليسرول وأحماض دهنية وقاعدة نتروجينية · وتوجد الفوسفو ليبيدات ، مثل الفوسفاتيديل أمينو ايثانول والفوسفاتيديل كولين والفوسفاتيديل سيرين ، مرتبطة مع اغشية الخلايا membranes وتسمى الفوسفوليبيدات أحيانا بالمركبات المزدوجة السلك amphipathic compounds لأنها ذات خواص قطبية polar وغير قطبية nonpolar ، فالحمض الدهنى هو الجزء غير القطبى والقاعدة base هى الجزء القطبى · وتوجد الفوسفوليبيدات فى انسجة النبات والحيوان وفى البكتريا ·

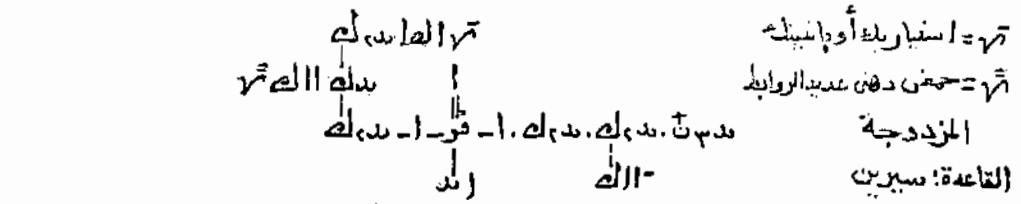


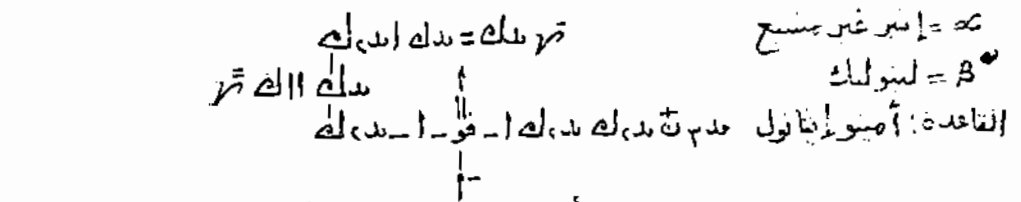
٣ ـ Sn ـ حمض فوسفاتيديك

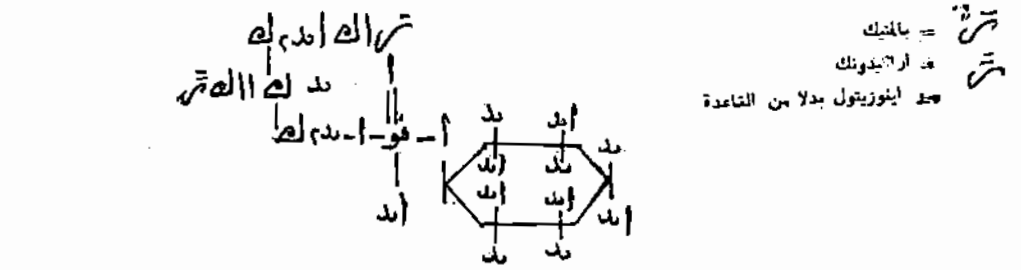
ومن اكثر الفوسفوليبيدات انتشارا فى النبات والحيوان مركبات الليسيثين lecithin والسيفالين cephalin والبلازمالوجين plasmalogen والالفا ـ جليسريل ايثير α— glyceryl ether والاينوزيتول inositol والأمينو أسيل فوسفاتيديل جليسرول :







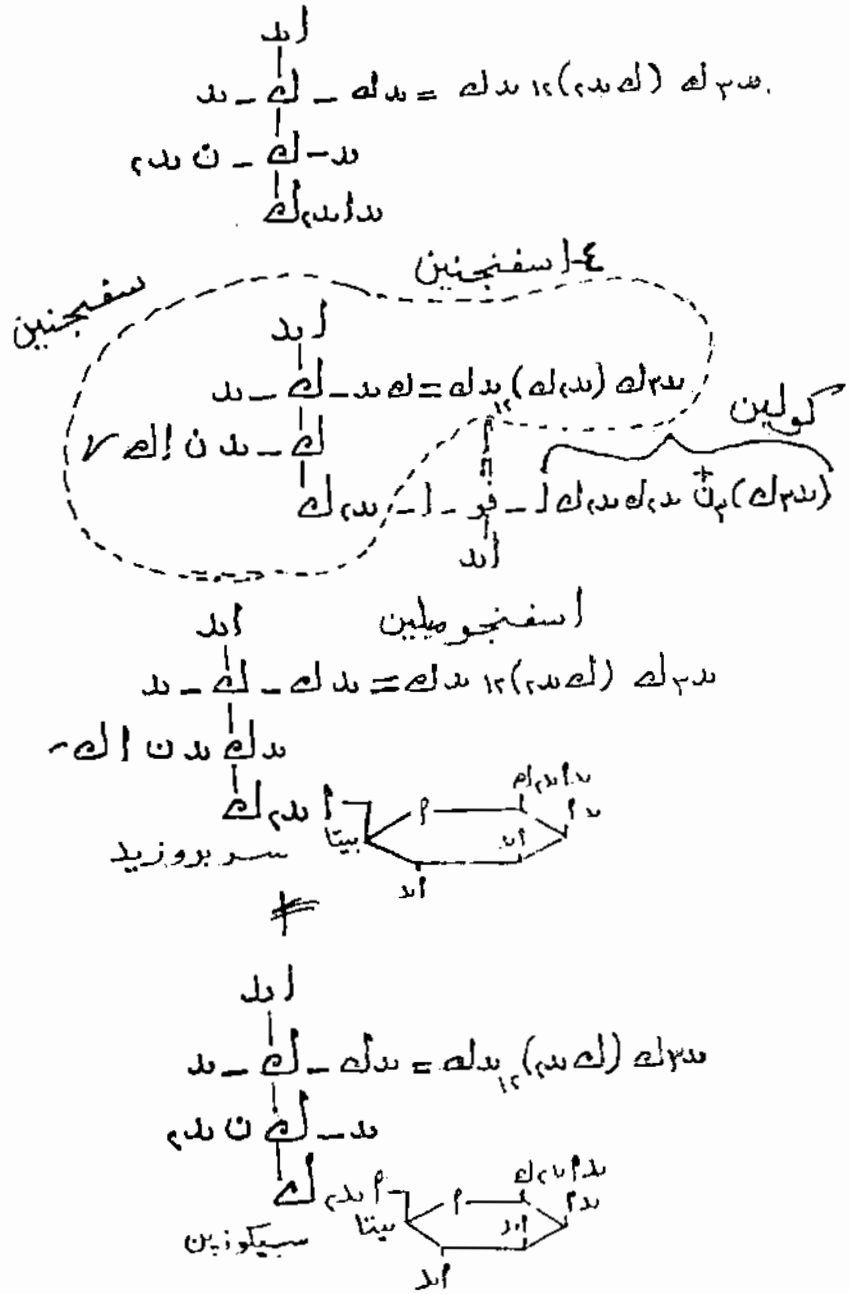




٣ ـ Sn ـ فوسفاتيديل اينوزيتول (اينوزيتول فوسفوليبيد)

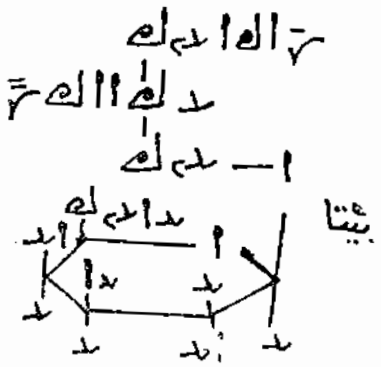
الاسفنجو ليبيدات :

ترتبط الاسفنجو ليبيدات sphingo lipids ارتباطا وثيقا بانسجة واغشية الحيوان ، ومركز هـذه المجموعة هـو المركب ٤ ـ اسـفنجنين 4-sphingenine الـذى كـان يعرف قديمـا باسـم اسـفنجوزين sphingosine . ومن هذه لمركبات الاسفنجوميلين sphingomyelin والسربروزيد cerebroside والسيكوزين psychosine :



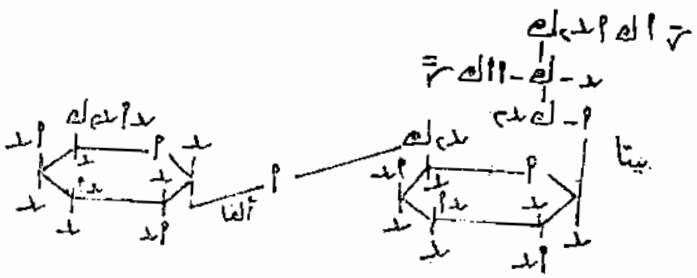
الجليكوليبيدات :

الجليكو ليبيدات Glycolipids عبارة عن مشتقات كربوهيدراتى ـ جلسريد وليس بها اى فوسفات ، ويمثلها ٣ ـ sn ـ احادى جلكتوزيل ثنائى اسيل جليسرول 3-sn-Monogalctosyl diacyl glycerol



ر ١٨ : ٢ (٩ ، ١٢)
ر ١٨ : ٣ (٩ ، ١٢ ، ١٥)

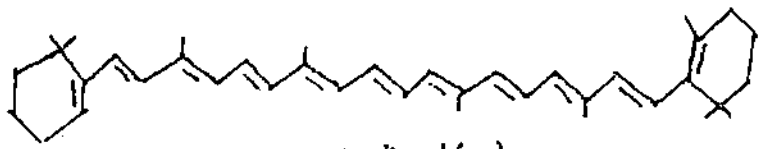
٣ ـ sn احادى جلكتوزيل ثنائى اسيل جليسرول



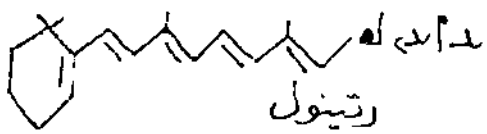
٣ ـ sn ـ ثنائى جلكتوزيل ثنائى أسيل جليسرول

التربينويدات :

تتكون التربينويدات Terpenoids من وحدات متكررة بسيطة من الأيزوبرينويد isoprenoid . ومن امثلة هذه المركبات الديتا ـ كاروتين الذى ينكسر cleaved فى الخلايا المبطنة للامعاء الدقيقة معطيا رتينول retinol اى فيتامين أ .



بيتا - كاروتين



ريتينول

الليبوبروتينات :

هذه الليبوبروتينات Lipoproteins عبارة عن مركب ليبيد مرتبطا ببروتين معين specific apoprotein، وقوة الربط الأساسية هي التداخل hydrophobic interaction بين الأبوبروتينات والليبيدات . وتوجد الليبوبروتينات كأحد مكونات الأغشية membranes . كما يعرف ان الليبيدات لاتنتقل فى بلازما الدم على صورة حرة بل انها تنتقل فى صورة ليبوبروتينات ضئيلة الكثافة أو فى صورة مركبات متكونة باتحاد الأحماض الدهنية الحرة مع الألبومين أو فى صورة دقيقات كيلوسية chylomicrons،

وظائف الليبيدات فى جسم الانسان والحيوان :

تتلخص وظائف الزيوت والدهون ومشتقاتها فى الجسم فيما يلى :

١ ـ امداد جسم الانسان والحيوان والطائر والحشرة بالطاقة ، كما انها تعتبر طاقة مخزنة فى البذور الزيتية .

٢ ـ تنشيط activation بعض الانزيمات مثل جلوكوز ـ ٦ ـ فوسفات ، وانزيم بيتا ـ هيدركسى بيوتريك دهيدروجنيز ، وانزيمات مونو اوكسيجنيز W-monooxygenases و stearyl CoA desaturaase

٣ ـ تدخل فى تكوين نظام نقل الالكترونات فى الميتوكوندريا mitochondria

٤ ـ كمادة متفاعلة substrate تتلقف مجموعة الميثايل ثيدر .

٥ ـ تحمل الجليكوزيل glycosyl carrier

٦ ـ كمادة متفاعلة فى تفاعلات ازالة الكربوكسيل غير المباشرة indirect

decarboxylation مثل السرين serine لتكوين أمينو ايثانول ٠

وفى البكتريا يوجد حوالى ٩٥٪ من ليبيدات الخلية مرتبطا بغشـــاء الخلية أما الخمسة فى المائة المتبقية فموزعة بين سيتوبلازم الخلية وجـدار الخلية ٠ أما فى خلايا جسم الحيوان فتتوزع الليبيدات كما يلى :

$$\text{ك}_{٢}+ \quad \xleftarrow{\quad} \quad \underset{\text{لينولينيك}}{١٨ : ٣ (٦ ، ٩ ، ١٢)} \xleftarrow{-\text{يد}} \underset{\text{لينولنك}}{١٨ : ٢ (٩ ، ١٢)}$$

$$\underset{\text{أراكيدونك}}{٢٠ : ٤ (٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٤)} \xleftarrow{-\text{يد}} \underset{\text{جاما ـ لينولنك}}{٢٠ : ٣ (٨ ، ١١ ، ١٤)}$$

هومو ـ

وفى خلايا النبات يكون التوزيع النسبى كما يلى :

$$\underset{\text{ألفا ـ لينولنك}}{١٨ : ٣ (٩ ، ١٢ ، ١٥)} \xleftarrow{-\text{يد}} \underset{\text{لينوليك}}{١٨ : ٢ (٩ ، ١٢)} \xleftarrow{-\text{يد}} \underset{\text{أوليك}}{١٨ : ١ (٩)}$$

وتوجد الفوسفوليبيدات فى الأطعمة النباتية بنسبة تصل الى ٢ر٣٪ فى فول الصويا ، ٢٪ فى الذرة ، ٩ر٠٪ فى بذرة القطن ، ٤ر٠٪ فى الفول السودانى كما توجد فى الأطعمة الحيوانية المصدر كاللحم والزبد وصفار البيض وتحتـــوى فوسفوليبيدات فـول الصـــويا على ٤٠٪ اينوزيتول فوسـفوليبيد ، ٣١٪ سيفالين ، ٢٩٪ لسيثين ٠ هذه الفوسفوليبيدات تستخدم فى مجال التصنيع الغذائى كعوامل استحلاب ٠ كما أن الموجود منها فى دقيق القمح يؤثر فى الصفات الطبيعية والتكنولوجية للعجينة ٠

والدهون عامة ، سواء أكانت جليسريدات أحادية أو ثنائية أوثلاثية ،

يمكن أن توجد على حالة بللورية crystal form وهذا يؤثر فى خواصـــها الطبيعية من وجهات الشكل والحجم ونقطة الانصهار والذوبان ومقدار الحرارة النوعية ٠ فمثلا تتراوح نقطة انصهار زيت فول الصويا المهدرج بين ٥٠ ، ٦٣° م بتأثير الحالة المورفولوجية لهذا الزيت المهدرج morphology of fat وبتأثر حجم وشكل البللورات بالمعاملة الحرارية وبعمليـات التقليب والتبريد

وغيرها • وكثيرا ما يجرى على الزيوت المهدرجة بعض المعاملات الكيميائية لتعديل صفاتها بحيث تصبح ملائمة لصناعة منتجات المخابز المتنوعة ولهذا توجد الآن منتجات دهنية shortenings منتجة من زيوت طبيعية ولها خواص وصفات متباينة ، بعضها تعدلت صفاتة باضافة أحماض دهنية مشبعة ، وبعضها تغير حجم بللوراتة والشكل المورفولوجى لتجمعات بللوراتة بعمليات تقليب سريع وتبريد سريع كما هو الحال فى الزبد الصناعى margarine • ويعزى اللون الطبيعى فى الزيوت الى وجود صبغات ذائبة فى الدهن مثل الكلوروفيل والكاروتين • ويمكن تقدير محتويات الزيت من صبغات واحماض دهنية بالتحليل الاسبكتروفوتومترى عند موجات طولها ٢١٠ ـ ٣٠٠ ملليميكرون فى مجال الأشعة تحت الحمراء ultra violet حيث تمتص الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الروابط المزدوجة المتبادلة طاقة فى هذا المجال ، وعند موجات أقصر من ذلك للأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الروابط المزدوجة غير المتبادلة non-conjugated ، وعند موجات طويلة قدرها ٣ر١٠ ميكرون فى مجال الأشعة فوق الحمراء Infra red للأحماض الدهنية ذات الوضع المقابل trans •

وتستخلص الدهون الخام crude fat أو الليبيدات الكلية من الأطعمة بواسطة مذيب عضوى ، كالايثير أو الكلوروفورم أو رابع كلوريد الكربون أو هكسان ، أو ايثير البترول أو ثنائى الايثايل ايثير أو البنزين أو كحول الميثايل ، أو بمزيج من مذيبين معا ، كالايثير وكحول الايثايل أو الكلوروفورم وكحول الميثايل ، ثم يبخر المذيب ويعاد الاستخلاص مرة أخرى ، ويستمر التخلص من المذيب تغسل الليبيدات الكلية المتبقية وتحسب نسبتها فى المادة الغذائية • ويمكن بعد الاستخلاص فصل الفوسفوليبيدات عن الليبيدات البسيطة باستخدام مذيبات مختلفة solvent fractionation كالأسيتون الذى يذيب الدهون البسيطة ولا يذيب الفوسفوليبيدات • أو بالطرق الكروماتوجرافية chromatography مثل عامود حمض السلسيك الذى تدمص عليه الفوسفوليبيدات وتغسل منه بكحول ميثايل وفى حالة الأطعمة الحيوانية المصدر تستخدم مخاليط مذيبات مثل كحول

الايثايل والايثير بنسبة ٢ : ١ أو الكلورفورم وكحول الميثايل بنسبة ٢ : ١ أو الكلورفورم وكحول الايثايل والماء بنسبة ٢ : ٢ : ١٫٨ . كذلك يمكن تقدير مكونات الدهن البسيط باستخدام التحليل الكروماتوجرافى بالأعمدة كأن يستخدم عامود column مكون من ٨٤٪ ثانى اكسيد سليكون مع ١٥ ٪ اكسيد مغنسيوم مع ½ ٪ كبريتات صوديوم ؛ ويصب فيه محلول الدهن فى كلورفورم ، ثم تفصل الايدروكربونات بالهكسان ، واستر الكوليستيرول بالهكسان المحتوى على ٥٪ ثنائى ايثايل ايثير ، والجليسريد الثلاثى بالايثير تركيز ١٥ ٪ ، والكوليسيترول بالايثير تركيز ٢٥٪ والجليسريد الثنائى بالايثير ٥٠٪ ، والجليسريد الأحادى بالايثير المحتوى على ٢٪ كحول ميثايل ، والأحماض الدهنية الحرة بالايثير المحتوى على ٤٪ حمض خليك . وفى طرق أخرى يستخدم ايثير البترول أو مخلوط البنزين والهكسان . ويمكن استخدام التحليل الكروماتوجرافى الورقى أو طريقة الطبقة الرقيقة Thin layer chromatography . ومن المواد المستخدمة فى عمل أعمدة الفصل الكروماتوجرافى للفوسفوليبيدات اكسيد الالومنيوم والسليلوز والفلوريزيل وحمض السيليسيك . ومع العامود قبل الأخير يستخدم الكلوروفوم لفصل الكوليستيرول ، ومزيج الكلوروفورم والميثانول بنسبة ١٩ : ١ لفصل السيروزيدات ، والميثانول لفصل الفوسفو ايثانول أمين ، ومزيج الكلوروفورم والميثانول بنسبة ٢ : ١ مع اضافة ٧٪ ماء لفصل الليسيثين والاسفنجوميلين والفوسفوسيرين . اما العامود الأخير ، أى حمض السيليسيك فيستخدم معه مزيج الكلوروفورم والايثانول بنسبة ٦٠ : ٢٠ بالحجم لفصل السيفالين ، ونفس المزيج بنسبة ٤٠ : ٤٨ لفصل الليسيثين وجزء من الاسفنجوميلين ، ونفس المزيج بنسبة ٦٠ : ٦٠ لفصل الاسفنجوميلين وقد تفصل الفوسفوليبيدات بطرق أخرى منها تفاعل الفوسفوليبيد ، كالليسيثين ، مع مركب آخر ، مثل كلوريد الكادميوم ، لتكوين ملح فوسفوليبيد معقد يمكن فصله ، ومنها التجزئة بالمذيبات . كذلك يستخدم التحليل الكروماتوجرافى الغازى فى فصل الأحماض الدهنية المختلفة عن بعضها

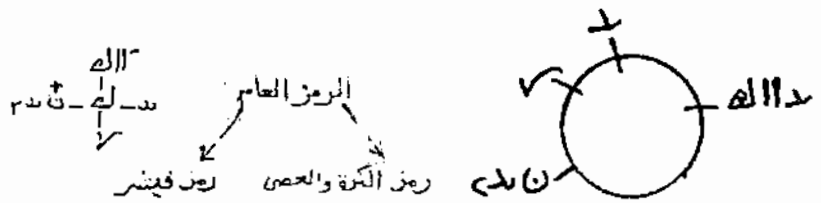
(٦) بروتينات الطعام

البروتينات عبارة عن تجمعات macromolecular polymers لوحدات من الأحماض الأمينية amino acids وتتكون من كربون وايدروجين واوكسيجين ونتروجين وأيضا كبريت عادة ، بنسبة ٥٠ ـ ٥٥٪ ك ، ٦ ـ ٨٪ يد ، ٣٠ ـ ٢٣٪ ا ، ١٥ ـ ١٨٪ ن ، صفر ـ ٤٪ كب . ولما كانت نسبة النتروجين فى البروتين تبلغ ١٦٪ فمن الممكن تقدير البروتين protein بضرب نسبة النتروجين فى ٦ر٢٥ أى ١٠٠ ÷ ١٦ فى جميع الأطعمة باستثناء بعض المجموعات مثل الغلال cereals التى يستخدم معها العامل ٥ر٧ بدلا من ٦ر٢٥ .

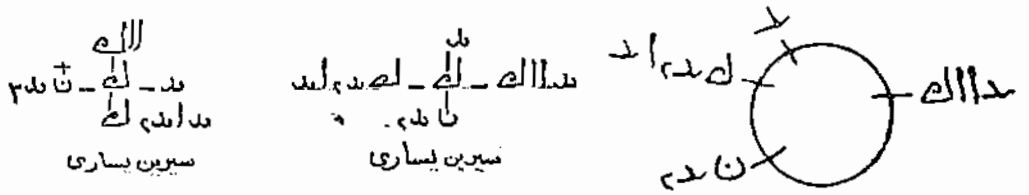
والتحليل المائى للبروتينات يعطى احماضا أمينية ، وهذا التحليل يجرى باستخدام حامض كلوردريك تركيزه ٦ أساسى على درجة ١١٠° م لمدة ١٨ ـ ٢٤ ساعة داخل انبوبة مغلقة sealed tube . وتعزل الأحماض الأمينية فى صورة أملاح هيدروكلوريد . الا أن هذه المعاملة لا تجرى مع الحمض الأمينى تربتوفان فهو يتلف خلال العملية ولذا فهو يعزل باجراء التحليل المائى القلوى باستخدام محلول ايدروكسيد صوديوم تركيزه ٢ س أو باستخدام عوامل مختزلة reducing agents أثناء عملية التحليل المائى الحمضى . وليس ممكنا استخدام التحليل المائى القاعدى (القلوى) لعزل جميع الأحماض الأمينية لان هذه المعاملة تتلف الاحماض الامينية سيستئين سيرين وثريونين وأرجينين ، كما انها تسبب الدرازم racemization لجميع الأحماض الأمينية فتتحول الصور اليسارية L جميعها الى خليطمن المشابهات اليمينية واليسارية D and L enantiomers .

وجميع الأحماض الأمينية الموجودة طبيعيا فى الاطعمة وفى جسم الانسان ذات توزيع متماثل فى الفراغ أى أنها يسارية L configuration مقارنة بالنموذج المرجع reference الجليسرالدهيد اليمينى D-glyceraldehyde . ولما كانت مجموعة الأمين زيدم توجد على ذرة الكربون المجاورة لمجموعة الكربوكسيل فى عدد كبير من الأحماض الأمينية فقد أطلق على هذه المجموعة

الاصطلاح الفا alpha · وفى هذه الحالة عندما يكون الشق المتبقى من R جزىء الحمض الأمينى ليس مجرد ذرة ايدروجين تصبح ذرة الكربون فى الوضع الفا غير متناسقة asymmetric ويترتب على ذلك ظهور صورتان متشابهتان هما اليمينية واليسارية · وتكتب مجموعة الأمين على اليسار فى حالة الحمض الأمينى اليسارى وفى حالة كتابة مجموعة الكربوكسيل فى قمة top الرمز الراسى من اعلى · اما فى حالة كتابة مجموعة الكربوكسيل على يمين الرمز ، اى فى الطرف الأيمن للرمز الأفقى للحمض اليسارى فتوضع مجموعة الامين أسفل below ذرة الكربون الفا ·



وتنسب الأحماض الأمينية الى مرجعها وهو السيرين اليسارى L-serine الذى يمكن تحويلة الى جليسرالدهيد يسارى الذى يعتبر المرجع فى الكربوهيدرات · ولهذا يسبق رمز الحمض الأمينى الرمز Ls :



سيرين يسارى

ويجب ان يكون مفهوما ان استخدام الاشارتين L and D conventions يعبر عن التوزيع المقارن للذرات داخل الجزىء configuration لهذه المركبات لكنه لا يعطى اى دلالات متعلقة بتحديد الاتجاه الذى يتحول اليه الضوء المستقطب polarized light بفعل هذه المركبات النشطة ضوئيا optically active ·

الأحماض الأمينية الطبيعية :

بتحليل البروتينات الطبيعية مائيا ينتج عشرون حمض أمينى يمكن تصنيفها تبعا لقطبية polarity المجموعة R او الشق المتبقى residue من جزىء الحمض الأمينى الى :

(١) أحماض أمينية ذات مجموعة R غيرقطبية nonpolar or hydrophobic : وهـى الألانين alanine والفالين valine واللوسين leucine واللوسين المشابه isoleucine والمثيونين methionine والفينايل ـ الانين phenylalanine والتربتوفان tryptophan . والحمضان الأخيران عطريان aromatic اما بقية هذه المجموعة فأحماض أمينية اليفاتية aliphatic . والبرولين proline الذى يلحق بهذه المجموعة وضعه شاذ لأن ذرة النتروجين فى جزيئة توجد فى صورة امين ثانوى secondary amine بدلا من وجودها فى صورة أمين أولى primary .

(٢) أحماض أمينية ذات مجموعة R قطبية لكنها لاتحمل شحنة uncharged : وهى السيرين serine والثروئنين threonine والتيروزين tyrosine ، وكلها ذات مجموعة ايدروكسيل، والسستئين cysteine ، المحتوى على مجموعة سلفدريل كـب يد sulphhydryl group ، والأسبارجين asparagine والجلوتامين glutamine المحتويان على مجموعات أميد amide . ويضاف الجليسين glycine فى هذه المجموعة برغم عدم احتوائه على مجموعة R لكنه ذو خواص قطبية واضحة . كذلك يضاف لهذه المجموعة كل من الصورتين الأليفاتية والعطرية للتيروزين tyrosine

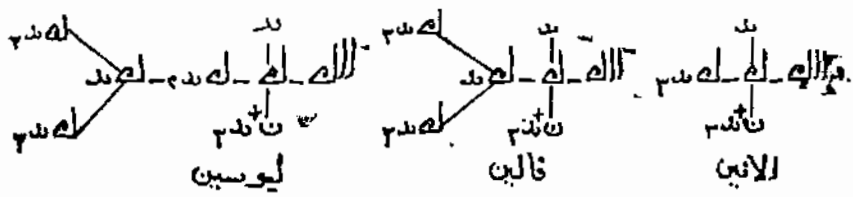
(٣) أحماض أمينية ذات مجموعة R موجبة الشحنة : وهى الليسين lysine المحتوى على مجموعتين امين احداهما فى الوضع الفا والثانية فى الوضع ابسلون epsilon ، والأرجينين arginine المحتوى على جوانيدين guanidinium function ، والهستيدين histidine المحتوى على مجموعة اميدازول imidazole قاعدية . ويلاحظ أن الهستدين هو الحمض

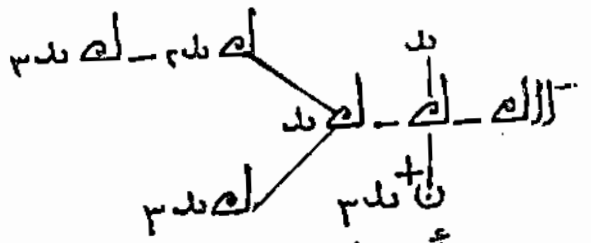
الأمينى الوحيد المحتوى على بروتون يمكن تحولة الى ايون فى الوسط التعادل ٠

(٤) أحماض أمينية ذات مجموعة R سالبة الشحنة : وهى حمض الاسبرتيك aspartic acid وحمض الجلوتاميك glutamic acid وكلاهما به مجموعتان كربوكسيل ٠

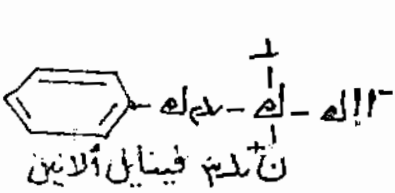
وبالاضافة للعشرين حمض أمينى سابقة الذكر تظهر أحماض أمينية أخرى فى الطبيعة ، وبنسب قد تكون مرتفعة ، ولكن فى عدد محدود من البروتينات ٠ ومثال ذلك الهيدروكسى برولين ، hydroxyproline الذى يوجد بنسبة ١٢٪ فى الكولاجين collagen ، والهيدروكسى ليسين hydroxylysine الموجود فى الكولاجين ٠ كذلك توجد عدة أحماض أمينية يمينية D فى الطبيعة لكنها ليست من مكونات البروتينات الطبيعية ، ومثال ذلك الفينايل الانين اليمينى ، الموجود فى الجراميسيدين gramicidin-S ، والفالين اليمينى D ، الموجود فى الأكتينوميسين actinomycin-D ، والالانين اليمينى وحمض الجلوتاميك اليمينى ، الموجود فى الببتيدوجليكان peptidoglycan احد مكونات جدار الخلية فى البكتريا الموجبة لجرام ٠

المجموعة (١) :

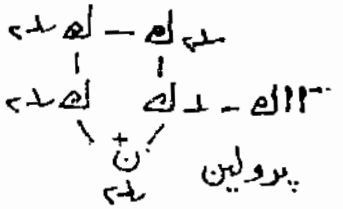




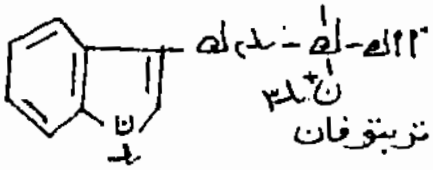
أيزوليوسين



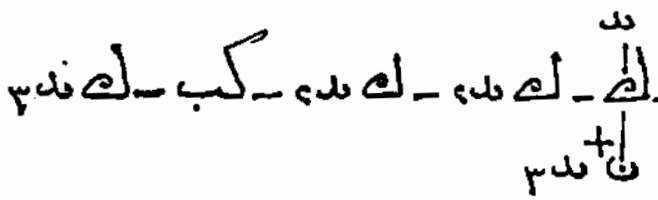
فينايل ألانين



برولين

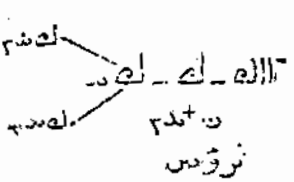


تريبتوفان

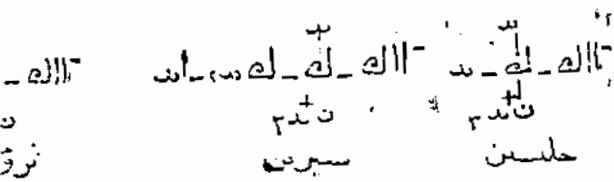


مثيونين

المجموعة (٢) :

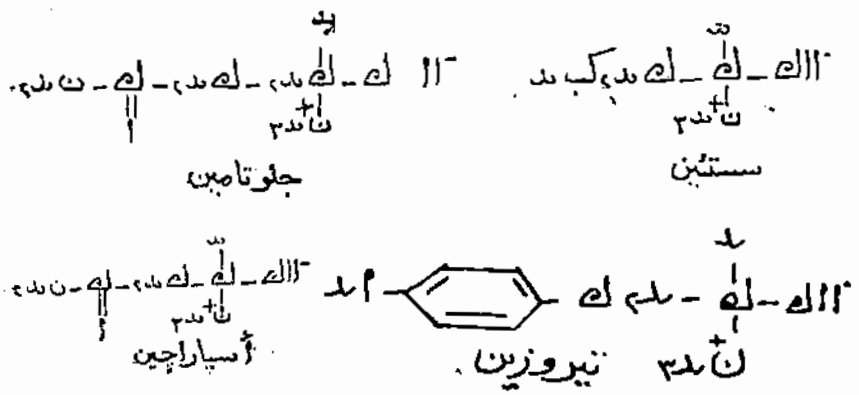


نرونين

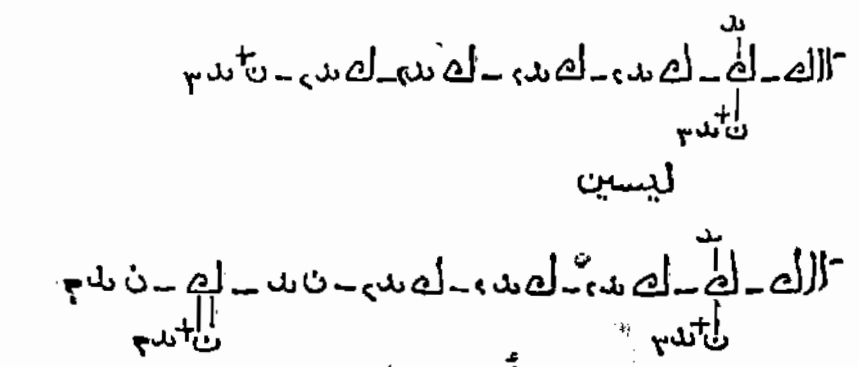


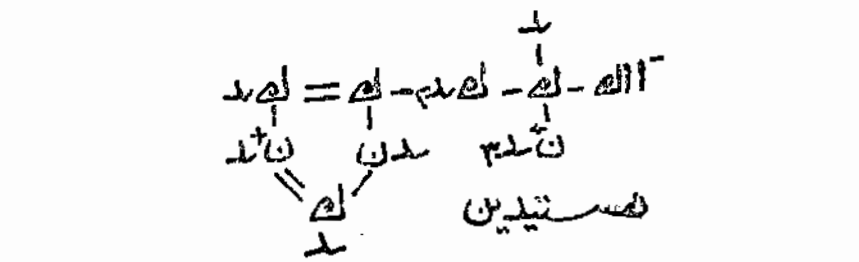
سيرين

حلسين

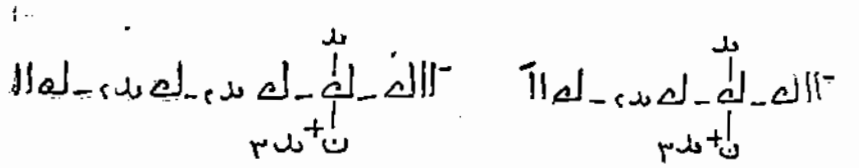


المجموعة (٣) :



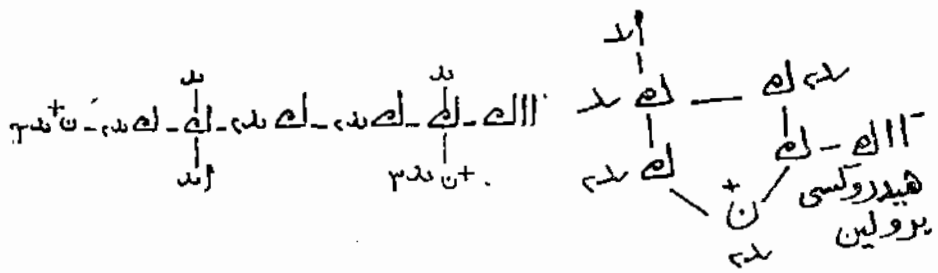


المجموعة (٤) :



حمض أسبرتيك

احماض امينية ايدروكسيلية :



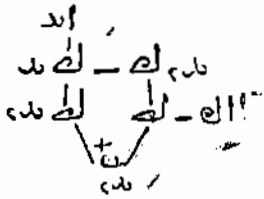
هيدروكسى برولين　　هيدروكسى ليسين

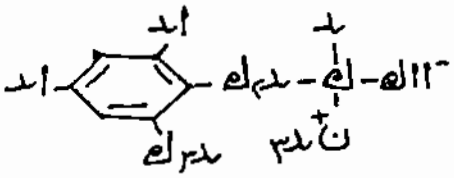
(أرثرو ـ ٤ ـ هيدروكسى ـ برولين)

(أرثرو ـ ٥ ـ هيدروكسى ـ ليسين

والأحماض الأمينية يسارية التوزيع الموجودة خارج نطاق البروتينات تقوم بمهام هامة فى مجال التمثيل الغذائى • مثال ذلك الأورنيثين اليسارى L-ornithine والسترللين اليسارى L-citrulline يتكونان كناتجين وسطيين intermediates فى دورة اليوريا فهما يتدخلان فى عمليات تخليق الأرجينين حيويا • كذلك الحمض الأمينى بيتا ـ الانين يوجد فى الطبيعة على حالة حرة ويدخل ايضا فى تكوين فيتامين حمض البانتوثنك والانزيم المساعد الف A • ومثال ثالث هو الكرياتين ، احد مشتقات الجليسرين ، يقوم بدور هام فى تفاعلات اختزان الطاقة فى الفقريات •

وقد أمكن تمييز أكثر من مائتى حمض أمينى غير بروتينى فى النباتات الراقية الا أن وظائفها وأهميتها فى تلك المصادر لم تعرف بعد • من أمثلة ذلك الحمض L-azetidine-2-carboxylic acid وكذلك المركب أورسيل الانين أى orcylalanine 2,4—dihydroxy—6--methyl phenyl-L-alanine الموجود فى بذور الأجروستما Agrostemma githago :



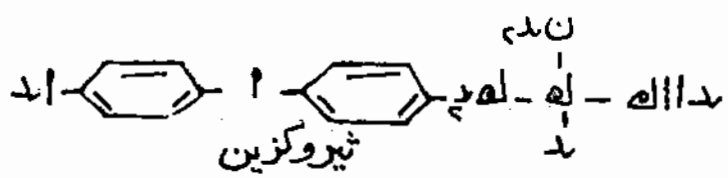


اورسيل الانين

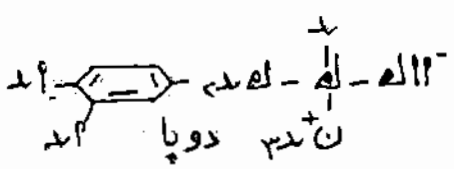
ومن الأحماض الأمينية الموجودة فى الطبيعة ولا يعرف مدى اهميتها : حمض جاما ـ امينو بيوتريك Aminobutyric acid-γ يداك ـ يدك ـ يدك ـ يدك ـ يدك ـ نيدم الموجود فى المخ وبعض الأنسجة الحيوانية الأخرى وبعض النباتات ، وحمض الهوموسيرين homoserine يد ا ك ـ يد ك ـ يدك

ن يدم

يدك ـ ايد الذى يظهر كناتج وسطى فى عمليات التمثيل الغذائى ، والثيروكزين thyroxine الموجود فى هورمون الغدة الدرقية ، وحمض ثنائى الهيدروكسى فينايل الانين 3.4-Dihydroxy phenyl alanine المعروف باسم دوبـــا Dopa والذى عرف عنه انه يتدخل فى تفاعلات التلوين الدبنى والميلانينات عند تحضير الأطعمة النباتية .



ثيروكزين



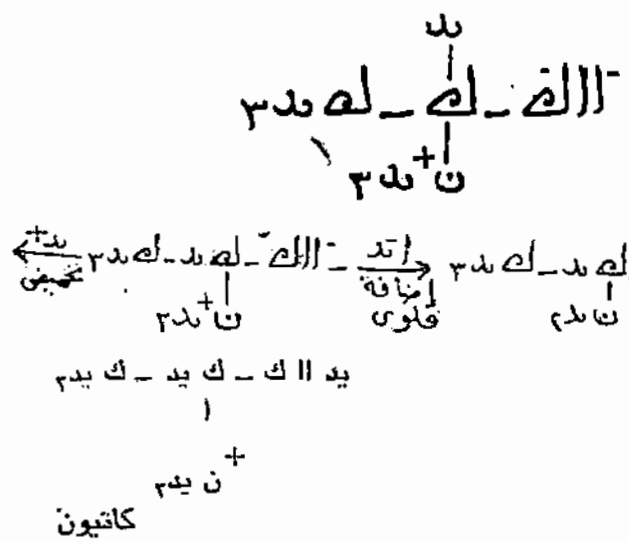
خواص الأحماض الأمينية :

١ ـ تذوب الأحماض الأمينية فى الماء ولا تذوب فى المذيبات العضوية غير القطبية مثل الايثير والكلوروفورم والأسيتون ، وهذا يعتبر غير عادى بالنسبة للأحماض الكربوكسيلية والأمينات العضوية ٠

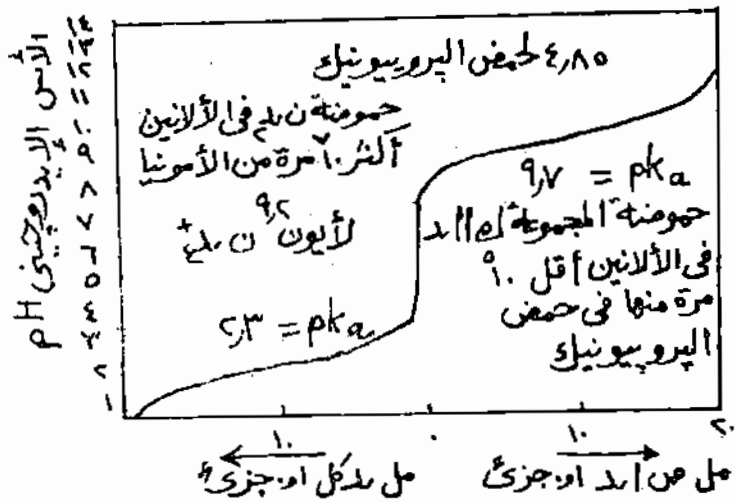
٢ ـ نقطة انصهار الأحماض الأمينية مرتفعة وهذا ليس عاديا أيضا ٠

٣ ـ تتفاعل الأحماض الأمينية مع كل من الاحماض والقلويات ، فهى مواد امفوتيرية amphoteric

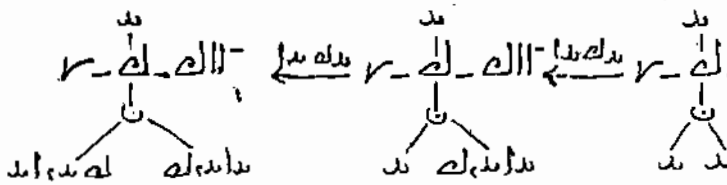
٤ ـ باذابة الحمض الأمينى الانين فى الماء ووضعة فى مجال كهربى يلاحظ عدم تحرك الحمض الأمينى تجاه أى من القطبين وتكون الحموضة الفعلية pH للمحلول قريبة من نقطة التعادل ٠ ولهذا يكتب رمز الألانين فى صورة متعادلة خالية من الشحنات الكهربية ، الا ان هذا لايتعارض مع توضيح رمز الحمض الأمينى فى صورة الأيون الهجين Zwitterion فتكون مجموعة الكربوكسيل متأينة ionized وتكون مجموعة الأمين ذات بروتون protonated



فالألانين فى الوسط الحمضى يكون موجب الشحنة ويتحرك فى المجال الكهربى تجاه الكاثود السالب ، بينما فى المحلول القلوى يكون سالب الشحنة ويتحرك تجاه الأنود الموجب ٠



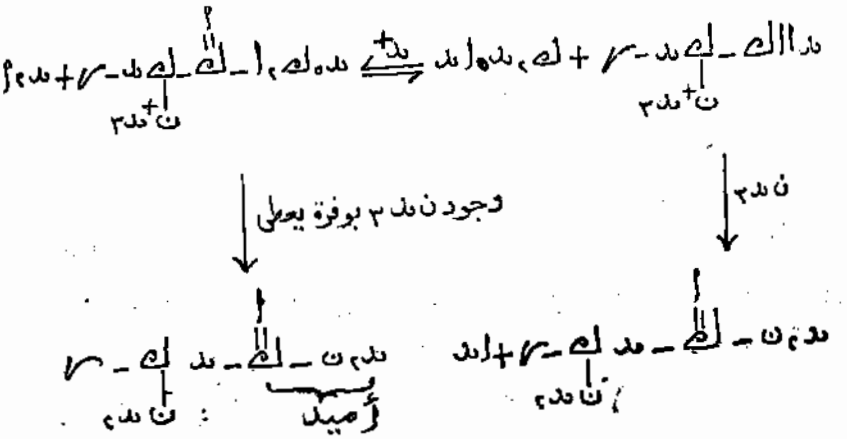
وتوجد براهين أخرى توضح الحالة القطبية dipolar nature للأحماض الأمينية الأمفوتيرية مثل : ١ ـ الخواص الطيفية spectroscopic properties: ٢ ـ التأثير على ثابت dielectric constant للمحاليل المائية ٣ ـ معادلة الأحماض الأمينية فى المذيبات العضوية ٤ ـ تفاعل الفورمالدهيد مع مجموعة الأمين لتكوين مخلوط من مشتقات أحادى وثنائى ايدروكسيل المثايل



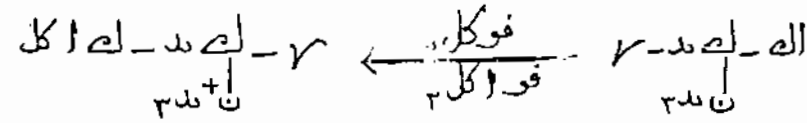
تفاعلات الأحماض الأمينية :

(١) تفاعلات مجموعة الكربوكسيل :

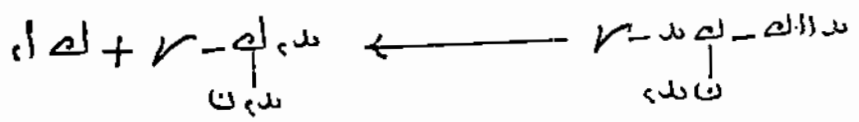
١ ـ تكوين استر بفعل الكحولات :



أو يتحول الحمض الأمينى الى الأسيل كلوريد المضاهى :

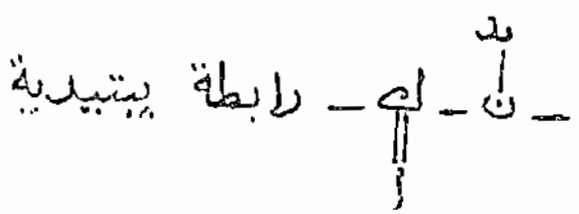


٢ ـ نزع مجموعة الكربوكسيل بالوسائل الكيميائية والبيولوجية ، ليتكون الأمين المضاهى :



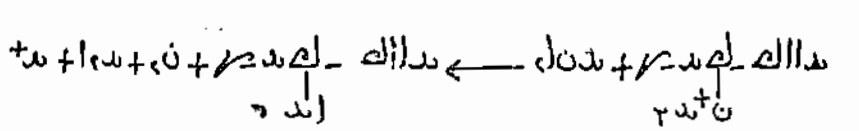
ومثال ذلك تكوين الهستامين histamine من الهستيدين .

٣ ـ تكوين الببتيد الثنـــائى dipeptide عندما يتفاعل الحمض الأمينى مع مجموعة ألفا أمين فى حمض أمينى آخر بدلا من الأمونيا نيدم .



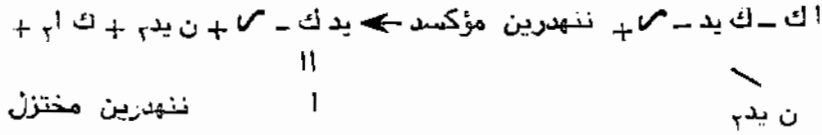
(٢) تفاعلات مجموعة الأمين :

١ ـ تتفاعل مجموعة الأمين مع حامض النتروز (يدن١م) فينطلق غاز النتروجين ويتكون الحمض الألفا ـ ايدروكســيلى α-hydroxy acid المضاهى :



وهذا التفاعل لايتم مع البرولين والهيدروكسى برولين • كذلك مجموعه الأمين فى الوضع ابسلون فى جزىء الليسين تتفاعل بدرجة بطيئة نسبيا • ويمكن قياس كمية النتروجين المنطلقة :واسطة مانومتر ، ولهذا فالتفاعل يستخدم فى تقدير مجموعة الألفا أمين •

٢ ـ تتأكسد مجموعة الأمين بفعل النهيدرين ninhydrin معطية أمونيا نيدم وثانى اكسيد كربون والألدهيد الذى يقل فى عدد ذرات الكربون بواحدة •



ويعقب هذا التفاعل تفاعل الأمونيا مع النهيدرين المختزل والنهيدرين المؤكسد لاعطاء ناتج أزرق اللون وماء • وهذا الناتج الأزرق يحدث مع جميع الأحماض الأمينية المحتوية على مجموعة أمين فى الوضع الفا • أما البرولين والهيدروكسى برولين فيعطيان لونا اصفرا لأن كل منهما امين ثانوى • وأما الأسباراجين فيعطى لونا بنيا مميزا بسبب احتوائة على مجموعة أميد حرة • ويستخدم النهيدرين بكثرة فى التقدير الكمى للأحماض الأمينية •

٣ ـ تتفاعل مع مركب الفلورو ثنائى نتروبنزين I-fluoro-2,4 dinitrobenzene (FDNB) معطية مشتقا أصفر اللون •

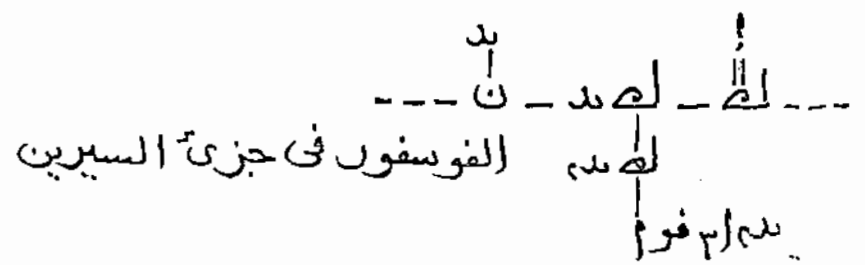
٤ ـ تتفاعل مع كلوريد الدانزيل dansyl chloride أو 5-dimethyl amino-naphthalene-1-sulfonyl chloride معطية مشتقات fluorescent derivatives ، ولهذا يستخدم هذا التفاعل فى تقدير الكميات من الأحماض الأمينية التى توجد بنسب ضئيلة •

٥ ـ تتفاعل مجموعة الألفا أمين فى الحمض الأمينى أو فى الببتيد مع

الفينايل ايزو ـ ثيوسيانات معطية الفينايل ثيوكربامايل phenylthiocarbamyl amino acid المضاهى ·

(٣) تفاعلات الشق المتبقى :

١ ـ فى الشق المتبقى R قد توجد مجموعة ايدروكسيل كما هو الحال فى السيرين وهذه يمكن فسفرتها phosphorylated فى البروتين النشط حيويا · ولهذا يوجد سيرين ضمن تكوين انزيم الفوسفو جليكوميوتيز المتدخل فى تفاعلات تحولات السكريات glycolysis ، وتتعرض هذه المجموعة الايدروكسيلية الموجودة فى السيرين للفسفرة أثناء نشاط الانزيم · وبروتين اللبن المعروف باسم الكازين به عدد كبير من بقايا السيرين المفسفرة ·

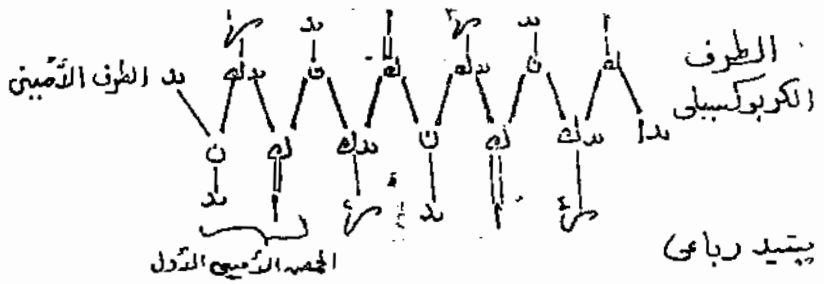


٢ ـ تدخل مجموعة السلفدريل يد كب ـ الموجودة فى جزىء السستئين فى تفاعلات متعددة ، منها تكون رابطة كبريتيدية بين جزيئين سستئين ليتكون السستين ثنائى الكبريتيد · وتوجد ثلاثة روابط كبريتيدية disulfide linkages فى الانسيولين ، كما يوجد أربعة منها فى الريبونيوكلييز :

الببتيدات البسيطة :

عندما يرتبط حمضان أمينيان برابطة ببتيدية يتكون ما يعرف باسم الببتيد الثنائى dipeptide ، أما الببتيد المحتوى على ثلاثة أحماض أمينية فيعرف باسم الببتيد الثلاثى tripeptide ، وهكذا · وهذه تعرف باسم الببتيدات البسيطة simple peptides · ويطلق على الببتيدات المحتوية

على عدد من الأحماض الأمينية يقل عن عشرة اسم الأوليجوببتيدات oligopeptides ، أما فى حالة ازدياد عدد الأحماض الأمينية عن عشرة فى المركب الببتيدى فيدرج ضمن الببتيدات المركبة polypeptides .

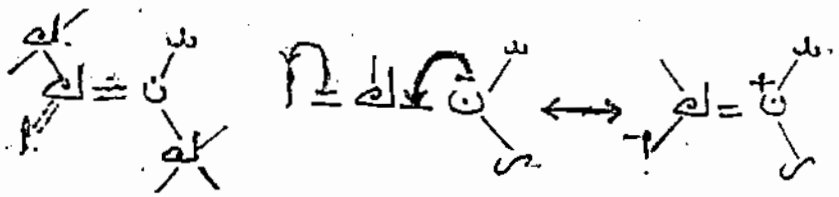


ويعرف الطرف المحتوى على مجموعة امين حرة باسم الطرف الأمينى The amino terminal end كما يطلق على الطرف الآخر المحتوى على مجموعة الكربوكسيل اسم الطرف الكربوكسيلى the carboxyl terminal end ويعرف الحمض الأمينى الموجود فى بداية السلسلة وبه مجموعة الأمين الحرة باسم الحمض الأمينى الأول the first amino acid (a.a,) او المتبقى الأول the first residue

ومن أمثلة الببتيدات المركبة هورمونا الفازوبرسين vasopressin والأوكزيتوسين oxytocin وهما ببتيدات تساعية nonapeptides . ويتكون هورمون الانسيولين من سلسلتين ببتيدات معقدة بهما معا ٥١ حمض أمينى . كذلك هورمون الأدرينوكورتيكوتروفك adrenocorticotrophic hormone (ACTH) به ٣٩ حمض أمينى . والمضادان الحيويان جرامسيدين gramicidin وتيروسيدين tyrocidin من الببتيدات المركبة .

البروتينات :

تتكون البروتينات proteins باتحاد الأحماض الأمينية ببعضها بروابط ببتيدية وقد يكون تركيب البروتين أوليا primary structure او ثانويا secondary او ثلاثيا tertiary او رابع quaternary .

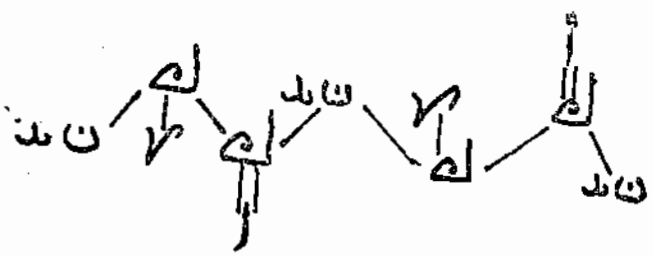


السيتوكروم :

جميع الكائنات الحية الهوائية aerobic تحتوى على البروتين المعروف باسم سيتوكروم cytochrome C والذى تقتصر مهمته فى جسم الكائن الحى على نقل الكترون من مركب donor يتصف بانخفاض reduction-oxidation potential الى مركب acceptor ذى potential اكثر ارتفاعا وهذا البروتين قاعدى ويحتوى على مجموعة هيم heme واحدة وعلى ١٠٤ ـ ١١١ حمض أمينى مرتبطة ببعضها فى صورة سلسلة ببتيدية واحدة مستمرة خالية من أى روابط كبريتية disulfide bridges ، اذ ان مجموعتا السلفدريل فى السستئين ترتبطان بالهيم برابطة ثيو ايثيرية thioether bridges تساهمية covalently .

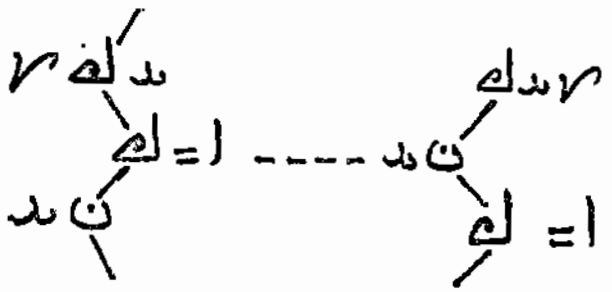
ح [ك٣٢ يد٣٠ ن٤] (ك٢ايد) ٢ هيم

فالتركيب الأولى فيه ترتبط الاحماض الأمينية بروابط ببتيدية فى السلسلة ويتكون البروتين من سلسلة واحدة أو اكثر :

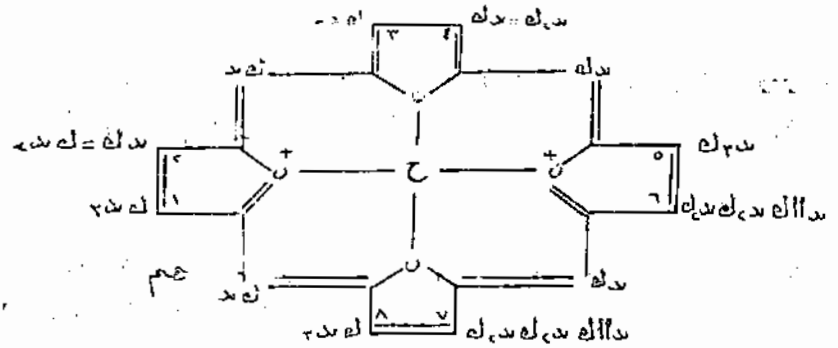


والتركيب الثانوى يمثل الشكل الحلزونى helix للسلسلة الببتيدية كما هو الحال فى البيتا ـ كيراتين وبعض الببتيدات المخلقة صناعيا كالبولى جليسين .

ويتميز هذا التركيب بوجود روابط ايدروجينية فى السلسلة أو بين محتويات سلسلتين :



والتركيب الثالث ثلاثى الأبعاد وفيه السلاسل الببتيدية ملتفة حول بعضها ويتميز هذا الشكل بوجود روابط كبريتية disulphide وروابط ايدروجينية وروابط أيونيـة ionic أى ملحية salt bonds وروابط غير قطبية non-polar وروابط hydrophobic وروابط فان درفالس Van-der-valis . والتركيب الرباعى فيه الوحدات الأربعة كل منها عديم النشاط الانزيمى بمفرده الا أن التحام الوحدات الأربعة ببعضها يجعل البروتين نشط انزيميا ، وقد تكون الوحدات الأربعة متماثلة فيصبح التركيب الرباعى متجانسا homogeneous مثل انزيم الفوسفوريليز ، أو تختلف فيه احدى أو بعض الوحـــدات فيعتبر التركيب غير متجانس heterogeneous quaternary structure كما هو الحال فى فيروس الطباق tobacco وعموما فالروابط فى البروتينات تعاونية covalent وأيونية ionic وايدروجينية hydrogen bond وتجاذبية Van der waals attractive force وتنافرية الكتروستاتيكية electrostatic repulsive force وفان درفالس تنافرية Van der Waals repulsive forces



بروتينات الدم :

أمكن حتى الآن تمييز وعزل ودراسة أكثر من ستين نوع من البروتينات الموجودة فى بلازما الدم ، وبعضها وجد خاليا تماما من الكربوهيدرات ، مثل ألبومين السيرم serum albumin الذى يقوم بوظيفة حامل carrier protein لأنه يربط الأحماض الدهنية الحرة غير الذائبة السامة وينقلها الى الكبد فى صورة مركب ألبومينى غير سام • وبعض هذه البروتينات الموجودة فى الدم يرتبط بمركب كربوهيدراتى معقد وتسمى جليكوبروتينات glycoproteins وينتمى اليها عدد كبير من الجليكوبروتينات المسماة جلوبيولينات التمنيع immunoglobulins الموجودة فى بلازما الدم والمسماة أيضا بالمضادات antibodies • وهذه المضادات يتخلق بعضها فى الطحال و فى الخلايا الليمفاويه نتيجة لدخول مادة غريبة antigen فى الجسم ، ولذا فهى ترتبط المادة الغريبة • والقسم الثالث من بروتينات الدم يعرف باسم الهيموجلوبين hemoglobin وهو البروتين المتعلق بعملية التنفس فى الفقريات جميعا ويتمركز فى لكريات الحمراء erythrocytes ويتولى نقل الأوكسيجين من الرئتين الى جميع أجزاء الجسم الأخرى بتفاعله العكسى مع الأوكسيجين الجزيئى •

حديد وهيموجلوبين + ٤ أ٢ ⟵ أوكسى حديد وهيموجلوبين

الهورمونات :

هذه الهورمونات عبارة عن ببتيدات مركبة وبروتينات صغيرة توجد

بتركيزات بسيطة فى أنسجة جسم الانسان والحيوان والنبات ، وبرغم ضآلتها فهى تقوم بدور بالغ الأهمية فى تنظيم تفاعلات التمثيل الغذائى ٠

الانزيمات :

تتكون الانزيمات من بروتينات وهى تقوم بفعل الملامسة ذى الأهمية البالغة فى الأجسام الحية ٠

بروتينات التغذية :

بروتينات الطعام هى المصدر الوحيد للأحماض الأمينية الضرورية اللازمة للانسان والحيوان ٠ وهذه الأحماض الأمينية الضرورية essential or indispensable amino acids يخلقها النبات وتصل الى جسم الانسان والحيوان فى صورة بروتين عادة ، وهى بالنسبة للانسان عددها ثمانية وهى الفالين والليوسين والأيزوليوسين والفينايل الأنين والثريونين والليسين والتربتوفان والمثيونين ٠

تصنيف البروتينات :

تقسم البروتينات الى ببتيدات ثنائية وأوليجوببتيدات وببتيدات معقدة ٠ وفى تصنيف آخر تقسم الى :

١ ـ بروتينات بسيطة simple proteins وتشمل :

البومينات : قابلة للذوبان فى الماء وفى المحلول الملحى ٠

جلوبيولينات : قابلة للذوبان فى المحلول الملحى لكنها ضئيلة الذوبان فى الماء ٠

جلوتلينات : قابلة للذوبان فى الأحماض وفى القلويات ٠

البومينويدات :

هستونات : أقل قاعدية من البروتامينات ٠

بروتامينات : قابلة للذوبان فى كحول تركيزه ٧٠ ـ ٨٠٪ ، لكنها لاتذوب فى الكحول المطلق (والبروتامينات شديدة القاعدية)٠

٢ – بروتينات مرتبطة conjugated proteins وتشمل :

لسيثوبروتينات : بها لسيثين ، وقد تسمى ليبوبروتينات lipoproteins عامة وهذه فى مجموعتها المرتبطة ليبيد ٠

هيموجلوبينات

نيوكليوبروتينات : بها أحماض نووية ٠

فوسفوبروتينات : بها فوسفات ٠

جليكوبروتينات : بها كربوهيدرات ٠

٣ – بروتينات مشتقة derived proteins وتشمل :

بروتيوزات proteoses وببتونات peptones وببتيدات peptides متباينة فى احجامها وأوزانها الجزيئية ٠

ومن وجهة التركيب الطبيعى تقسم البروتينات الى ليفية fibrous proteins وكروية globular proteins ، فالأولى تتكون من سلاسل طويلة كالألياف وغير ذائبة وعادة ليس لها نشاط انزيمى ٠ أما الثانية فبيضاوية ونشطة حيويا وانزيميا وقابلة للبلورة وللذوبان فى الماء والمحاليل الملحية ٠

نقطة التعادل الكهربى :

يتساوى تأثير المجموعات الحمضية فى جزىء البروتين مع المجموعات القاعدية عند درجة حموضة معينة pH خاصة بالبروتين المعين يطلق عليها الاصطلاح نقطة التعادل الكهربى isoelectric point وعند بلوغها يمكن ترسيب البروتين باضافة كحول او محلول ملحى ٠

ميزان النتروجين :

عندما يتساوى مقدار النتروجين الذى دخل الجسم فى يوم واحد مع مقدار النتروجين المفروز فى البول والبراز يعتبر ميزان النتروجين متزنا equilibrium nitrogen balance ٠ أما اذا قل النتروجين المطرود من الجسم عن النتروجين الداخل للجسم فيعتبر موجبا positive balance ,

وهذا يحدث عادة فى مراحل نمو الجسم • وعندمايكون النتروجين المطرود أكثر من نتروجين الطعام الذى دخل الجسم فان هذا يعنى هدم جـــزء من بروتينات أنسجة الجسم كما هو الحال عنـد الاصـابة بالحميات وفى حالة انخفاض كمية النتروجين فى الأطعمة •

ارتباط البروتينات بالماء :

كمية الماء التى يربطها البروتين كبيرة نسبيا ، فاللحـوم الحيوانية والحيوانات البحرية بها نسبة من الماء تتراوح بين ٧٠ و ٨٠٪ ولهذا فقوامها لين • وهذا الارتباط يحـدث بين الروابط الايدروجينية فى جزيئات المـاء والمجاميع القطبية فى جزيئات البروتين • وهذا يفسر أيضا ازدياد لزوجـة المادة عندما يضاف اليها بروتين كما يفسر انخفـاض اللزوجة فى المحاليل باضـافة انزيمات بروتيوليتية محللة للبروتين • ويضـــاف الى ذلك فى التأثير على القوام قدرة جزيئات البروتين على الارتباط ببعضها مكونة هيكلا شـــبكيا Three-dimensional network مرنا مثلما يحدثه الجيلاتين ويضاف أيضا بعض الخواص الطبيعية الموروثة فى بروتينات بعض الأطعمة مثل بروتينات القمح التى تتماسك مع بعضها مكونة شبكة الجلوتين gluten المطاطة والتى تسبب تماسك cohesion العجينة dough واكسابها صـفة المرونة والمطـــاطية elasticity • كما أن البروتينات المتحدة مع ليبيدات lipoproteins تعتبر من عوامل الاســـتحلاب emulsifying agents المفيدة فى مجال التصنيع الغذائى ، وهى تؤثر على قوام ومرونة عجينـــة الدقيق • وفى حالة تجمع coagulation البروتين وفقده لخاصية الارتباط بالماء تظهر صفات أخرى للمادة المحتوية على البروتين وتكتسب المادة قواما محددا كما هو الحال فى صناعة الخبز من عجينة الدقيق • ومن مظاهـــر تأثير البروتينات فى حالة المنتج الغذائى تلك الرغوة المتكونة فى مواد معـــدة للاستهلاك ، وتلك العكارة التى تظهر فى بعض المشروبات وتزال باضافة انزيمات بروتينيز ، نتيجة لتفاعل الأحمـاض الأمينية فى البروتين مـــع سكريات مختزلة وهذا مايعرف باسم تفاعل التلوين البنى Browning reaction .

وفى التصنيع الغذائى قد يزال بعض الماء من الأطعمة بقصد التجفيف dehydration وقد يضاف ماء للأطعمة المجففة بقصد التشرب rehydration ، وهنا تظهر صفات البروتين فى التأثير على قدرة الطعام على الاحتفاظ بالماء الكلى water holding capacity (WHC) التى تتأثر عادة بكمية ونوعية البروتين وبالمعاملات الحرارية والكيميائية وبطبيعة وكمية المواد العضوية الأخرى بخلاف البروتين • وبعض البروتينات لا تذوب فى الماء الا أن هذا لا يمنع من أنها تستطيع الارتباط بالماء كما هو الحال فى بروتين الذرة المعروف باسم الزايين • وفى حالة اضافة الماء للبروتين الجاف يزداد حجمه ، أى ينتفخ ، بتأثير الماء المتص العالق الموجود على حالة حرة imbibed water والماء الموجود فى السلاسل البيتيدية بتأثير الخاصة الشعرية capillary condensation ، ولا يقوى الماء على تكسير هذه السلاسل لأنه يعجز عن تكسير الروابط التى تربط الجزيئات ببعضها • وعموما فجزيئات الماء فى البروتين توجد مرتبطة بالمجموعات المحبة للماء الموجودة فى السلاسل الجانبية ، وأيضا بمجموعة الكربونيل والأميد ، فهو يرتبط بروابط ايدروجينية مع مجموعات الكربونيل والسلفدريل والكربونيل والاميدازول والجوانيدين والايدروكسيل والكربوكسيل فالماء الموجود فى الأنسجة الحية قد يكون مرتبطا bound أو طليقا immobilized

وقد يكون التغير فى اللون الطبيعى للطعام البروتينى ، كاللحم مثلا ، مرجعه الى تحولات فى تركيب الهيموجلوبين والميوجلوبين والمثيموجلوبين مثلما يحدث اثناء تسوية أو تمليح اللحوم • وقد تتغير الرائحة والنكهة أيضا بتأثير البروتينات مثلما يحدث عند طهى اللحوم وتحلل بعض أحماضها الأمينية وتكون ميركبتانات وكبريتور ايدروجين • وقد يضفى البروتين على المحاليل صفة المنظمات buffering action نظرا لأن البروتين له خواص أمفوتيرية •

حموضة بعض السوائل الحيوية :

بتقدير الحموضة الفعلية pH فى بلازما الدم توجد منحصرة فى حدود ٧ر٣ ، ٧ر٥ وفى اللعاب ٦ر٥ ــ ٧ر٥ ، وفى اللبن البقرى ٦ر٣ ــ ٦ر٧ وفى البول ٥ ــ ٨ وفى عصارة المعدة ١ر٢ ــ ١ر٣ . وبمقارنة هذه الأرقام بنظيرتها فى بعض السوائل الأخرى يظهر الفعل المنظم فى النظم الحيوية ، فالقيمة لحاليل احماض تركيزها عشر اساسى تكون ٩ر٢ للخليك ، ٢ر٢ للستريك ، ١ر٢ للكربونيك ، ولحاليل قواعد عشر اساسية تكون ١ر١١ للأمونيوم ، ١٣ لايدروكسيد البوتاسيوم ، ٦ر١١ لكربونات الصوديوم ، ٤ر٨ لبيكروبونات الصوديوم . اما فى الأطعمة فالقيمة تكون ٥ر٧ ــ ٨ فى البيض ، ٥ر٥ ــ ٦ فى البطاطس ، ٣ ــ ٤ فى عصير البرتقال ، ٣ ــ ٥ر٣ فى الخيار المخل ، ٢ر٢ ــ ٤ر٢ فى عصير الليمون .

والحمض الأمينى يؤثر فى الحموضة الفعلية لأنه ذا قطبين dipolar أى به مركز للشحنة السالبة وآخر للشحنة الموجبة عندما يكون متأينا

$$\text{اك}^- - \text{كيد}_2 - \text{نيد}_2^+$$

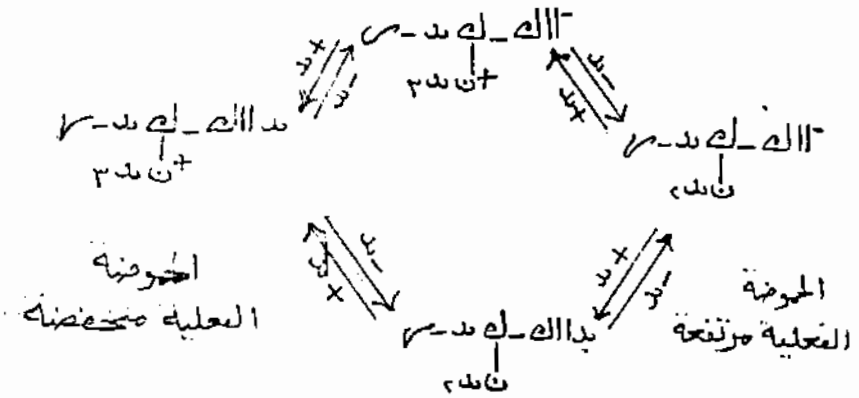
، فالأحماض الأمينية مواد امفوتيرية وعند اضافة حامض ، أى ايونات ايدروجين ، الى محاليلها يتحول الجزىء المتعادل الى جزىء موجب الشحنة بسبب ارتباط الايدروجين المضاف مع مجموعة الكربوكسيل وبقاء الشحنة الموجبة على مجموعة نيد_2^+ :

$$\text{اك} - \text{كيد}_2 - \text{نيد}_2^+ + \text{يد}^+ \rightarrow \text{ياك} - \text{كيد}_2 - \text{نيد}_2^+$$

وأيضا عند اضافة قلوى يظهر تأثير الشحنة السالبة على مجموعة الكربوكسيل بسبب ارتباط مجموعة الايدروكسيل مع ايدروجين مجموعة نيد_2^+

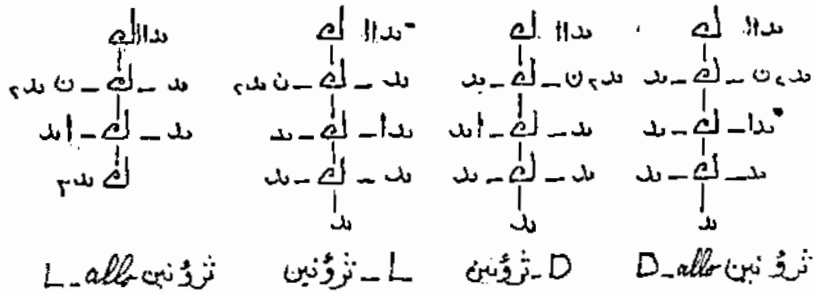
$$\text{اك} - \text{كيد}_2 - \text{نيد}_2^+ + \text{ا يد} \rightarrow \text{اك} - \text{كيد}_2 - \text{نيد}_2 + \text{يد}_2\text{ا}$$

اى ان الشحنات على الحمض الأمينى قد تتعادل مع أيونات الخ . وتوضح العلاقة كما يلى :



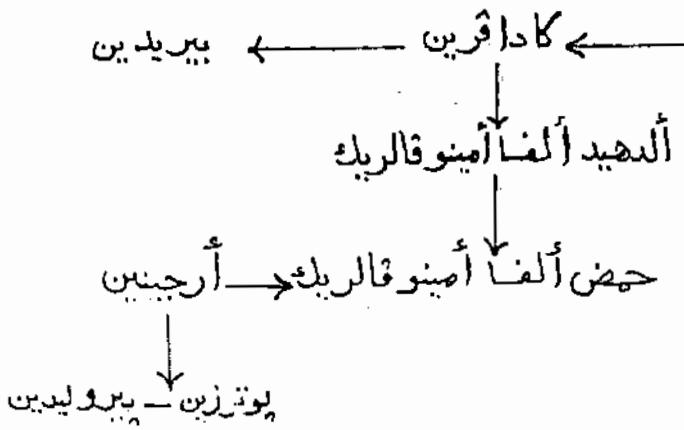
التحرك تجاه الأنود الموجب ← نقطة التعادل الكهربى ← التحرك تجاه الكاثود السالب

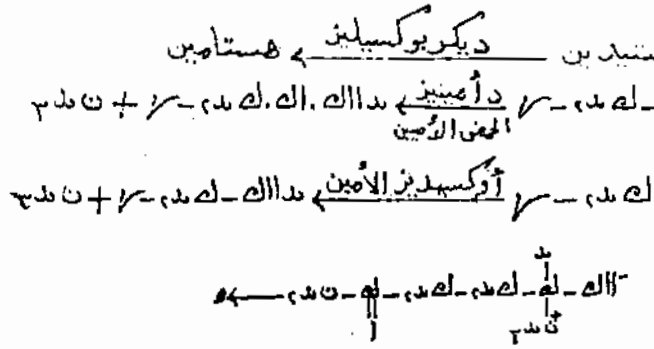
ونقطة التعادل الكهربى للأحماض الأمينية جميعها معروفة وهى على سبيل المثال pH ٧٦ر١٠ للأرجينين ، ٧٤ر٩ للبسين ، ٥٠ر٧ للهستيدين ، ٦٨ر٦ للسيرين ، ٣٠ر٦ للبرولين ، ٠٢ر٦ للأيزوليوسين ، ٠٠ر٦ للالانين ، ٩٨ر٥ لليوسين ، ٩٧ر٥ للجليسين ، ٩٦ر٥ للفالين ، ٨٩ر٥ للتربتوفان ، ٧٤ر٥ للمثيونين ٦٦ر٥ للتيروزين ، ٤٨ر٥ للفينايل الانين ، ٠٧ر٥ للسستئين ، ٦٠ر٤ للسستين ، ٢٢ر٣ لحمض الجلوتاميك ، ٧٧ر٢ لحمض الأسبرتيك • وعند هذه النقطة تكون قابلية الحمض الأمينى للذوبان فى الماء عند حدها الأدنى ، وتزداد القابلية للذوبان باضافة حمض او قلوى بسبب تكوين ملح والمعروف أن معظم الاحماض الامينية تذوب فى الماء عدا البرولين والهيدروكسى برولين الذين يذوبان فى الكحول وتؤثر قيمة الأس الايدروجينى فى قدرة الاحماض الأمينية على تحويل الضوء المستقطب optical activity وهى القدرة الناشئة عن احتواء جزىء الحمض الأمينى على ذرة كربون غير متناسقة تسبب ظهور المشابهات الضوئية والصورتين D ، L وكذلك الصورتين D-allo ، L-allo عندما توجد ذرتان غير متناسقتين فى الجزىء تعطيان أربعة مشابهاتضوئية • ومن الممكنفصل الصورة يمينية التوزيع D عن الصورة يسارية التوزيع L •



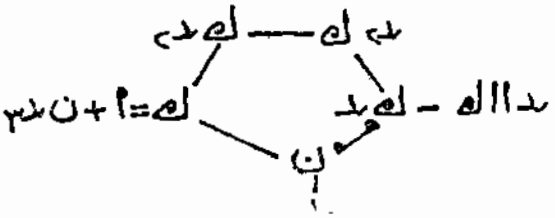
ران كانت الأحماض الأمينية توجد عادة مرتبطة مع بعضها فى صورة ببتيدات الا أن الأنسجة الحية مادة تحتوى على كمية من الأحماض الأمينية الحرة ، وهذه الاخيرة يدخل بروتينها ضمن كمية النتروجين غير البروتينى المقدرة ، وهى تؤثر فى صفات الأطعمة تأثيرا قد يكون مرغوبا أو غير مرغوب ، وهى تتميز بقابليتها للذوبان فى الايثانـــول تركيز ٧٠٪ وفى محلول حمض ثـــلاثى كلوروخليـــك trichloro acetic acid وبديهى أن هذه الأحماض الأمينية الحرة تكون سهلة الامتصاص فى جسـم الانســان ، ولهذا فليس مستغربا أن مصـانع الأغذية تمارس تدعيم enrichment بعض الأطعمة باضافة أحماض أمينية اليها • مثال ذلك اضافة هيدروكلوريد الليسين الى الخبز ، واضـافة الثيونين لبعض الأطعمة • وقد تكون اضـافة الحمض الأمينى أو أحد أمـلاحة الى الأطعمه يقصد به تحقيق اغراض أخـرى ، كان تضاف جلوتامات أحادى الصوديوم monosodium glutamate الى الأطعمة لاكسابها نكهة افضل ، واضافة بروتينات protein hydrolysates متحلله فى صورة مستحضرات سائلة أو مسحوق أو عجينة لاكساب الطعام طعما ونكهة مميزتين ، واضافة جلوتامات أحادى الصوديوم لاخفاء الطعم الحريف للبصل والطعم الأرضى earthy فى البطاطس والطعم النيىء raw فى بعض الخضروات • وحقيقة كان اكتشاف هـــذه الجلوتامات من روائع ما ظهـــر فى مجال النكهة والمنكهات لأنها تعطى تأثيرات متنوعة برغم اضافتهـــا بتركيزات صغيرة للغاية وعند درجـات حموضة فعلية متباينة تتراوح بين ٣ و ٧ • ولتحضيرها تستخدم أطعمة غنية بحمض الجلوتاميك مثـل جلوتين الذرة وجلوتين القمح والخميرة yeast ودقيق بذرة القطن أو فول الصويا

او الفول السودانى والكازين لأن النسبة المئوية لحمض الجلوتاميك فى بروتينات هذه المصادر تبلغ ٢٥ ، ٣٦ ، ١٩ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٠ ، ٢٢ ٪ . وفى حالة تحضير بروتينات متحللة تستخدم طريقة التحليل المائى الحمضى لانه أفضل من التحليل الانزيمى ، مع ملاحظة أن بعض الأحماض الأمينية تتهدم أثناء التحليل المائى الحمضى كالتربتوفان ، كما تتكون مادة داكنة اللون humin من تفاعل التربتوفان مع الألدهيد ، وهى مادة غير مرغوبة فى حالات أخرى . وعادة تعادل الزيادة من الحامض المستخدم فى التحليل المائى باضافة محلول ايدروكسيد صوديوم وهذا يسبب ازدياد نسبة كلوريد الصوديوم فى البروتين المتحلل ، كما أن الأمونيا المتولدة اثناء التفاعل تعطى أمونيوم نتيجة لتفاعلها مع حامض الكلوردريك . وللأحماض الأمينية الحرة تأثيرات غير مرغوبة أيضا من بينها تحللها لاعطاء ناتجات غير مرغوبة ، وتحول التيروزين الى مادة ذات لون بنى بتأثير الانزيمات والهواء كما هو الحال فى شرائح البطاطس ، وتحولها الى أمينات بتأثير انزيمات الديكر بوكسيليز مثلما يحدث فى الأسماك عندما يتكون الهستامين من الهستيدين ، وانطلاق الأمونيا بتأثير انزيم الأمين اكسيدريز فى الأسماك المتعفنة ، وتحلل الجلوتامين فى الأطعمة المعلبة بتأثير الحرارة منتجا pyrrolidine carboxylic acid الذى يكسب الفاكهة والخضروات طعما قابضا . وينسب الطعم المتعفن فى اللحوم الى الأمونيا أو البيريدين piperidine أو الهستامين أو البيوترزين putrescine أو حمض جلوتامينوفالريك أو tyramine أو cadverine (cadaverin) أو بعض هذه المركبات معا ، وهى جميعا تنتج من تحولات الأحماض الأمينية : أرجينين ، هستيدين ، تيروزين ، ليسين . وبتقدم مرحلة الفساد تتعرض البروتينات للتحلل أيضا .



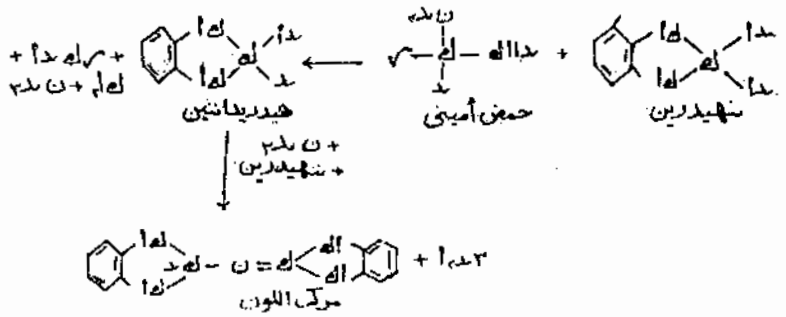


جلوتامين

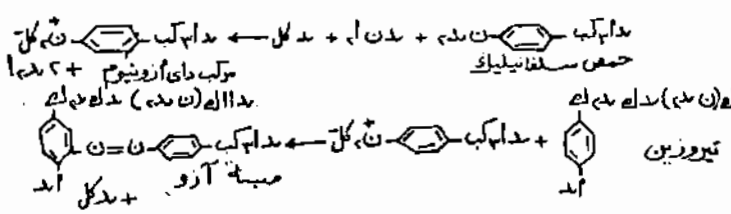


حمض بيروليدون كربوكسيليك

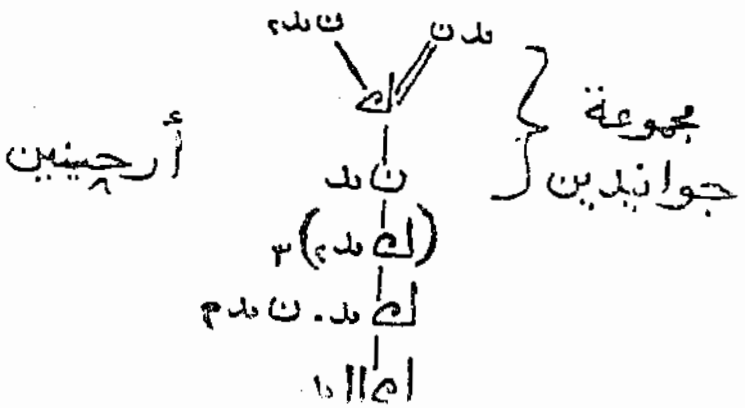
ويمكن الكشف عن وجود الأحماض الأمينية ، وكذلك تقدير كمياتها وفصلها عن بعضها بطرق كيميائية وأخرى ميكروبيولوجية وثالثة انزيمية ورابعة كروماتوجرافية وخامسة بالألكتروفوريزس • فمن الطرق الكيميائية تفاعل النهيدرين (triketohydrindene hydrate) ninhydrin مع جميع الأحماض الأمينية عند الأس الايدروجيني المتراوح بين ٤ ، ٨ لاعطاء مركب أرجواني اللون purple باستثناء الحمضين الامينيين imino acids برولين وهيدروكسي برولين الذين يعطيان لونا أصفرا ، مع ملاحظة أن الأمينات الأولية والأمونيا تعطي نتيجة ايجابية مع النهيدرين مماثلة لنتيجة الأحماض الأمينية ولكن دون أن يتصاعد ثاني أكسيد كربون • فمن الممكن اذن تقدير البرولين والهيدروكسي برولين بتقدير لون المركب الناتج وليس بتقدير غاز ثاني اكسيد الكربون ، أما بقية الأحماض الأمينية فتقدر كليهما •



والطريقة الكيميائية الثـــانية هى باستخـدام تفـاعل الزانثوبروتيك xanthoproteic reaction وهو قاصر على الأحماض الأمينية المحتوية على نواة حلقية ، مثل التيروزين والتربتوفان ، لأنها تكون مشتقات نتـرو nitro صفراء اللون عند تسخينها مع حامض نتريك مركز ، وأملاح هذه المشتقات تكون برتقالية اللون . والطريقة الثالثة هى باستخدام تفاعل ميلون Millon's reaction الخاص بالتيروزين فقط لأنه يحتوى على شق هيدروكسى بنزين يتفاعل مع محلول ميلون المكون من كبريتات زئبقيك وحمض كبريتيك ومعه نتريت صوديوم معطيا مركبا أحمر اللون . والطـريقة الرابعة هى باستخدام تفاعل الجلايوكسليك glyoxylic reaction الخاص بالتربتوفان فقط لاحتوائه على مجموعة اندول indole تتفاعل مع حمض الجلايوكسيليك فى وجود حامض كبريتيك مركز معطية لونا أرجوانيا purple واختبار بولى pauly's test يفيد مع الأمينات والفينولات والايميدازولات لتكوين مركبـات ملونة colored azo compounds ولذا فهو يسـتخدم فى تقدير التيروزين .



والطريقة السادسة هى باستخدام جوهر كشاف أرلش Ehrlich's reagent الذى يتفاعل مع الاندولات والأمينات الحلقية واليوريدات ureides فهو يعطى مع التربتوفان لونا أحمرا لاحتوائة على حلقة اندول · والطريقة السابعة هى طريقة كبريتيد الرصاص للمستين والمستئين لاحتوائهما على كبريت ، وهى لاتعطى نتيجة ايجابية مع المثيونين برغم احتوائة على كبريت · والطريقة الثامنة هى اختبار النتروبروسيد صوديوم حيث يتكون لون أحمر مع مجموعة الثيول thiol الموجودة فى المستئين والطريقة التاسعة يستخدم فيها تفاعل ساكاجوشى sakaguchi reaction وهى خاصة بالأرجينين فقط لأنه الحمض الأمينى الوحيد المحتوى على مجموعة جوانيدين guanidine تستطيع ان تتفاعل مع الألفا نافثول α naphthol وعامل مؤكسد كماء البروم معطية لونا أحمرا ·



ويمكن استخدام بعض الطرق الكيميائية السابقة فى تقدير البروتينات أيضا ، بالاضافة الى طريقة كاداهل Kjeldahl وطريقة البيوريت Biuret assay وطريقة فولين Folin-Lowry method وطريقة امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet

والمجموعة الثانية من طرق تقدير الأحماض الأمينية والبروتينات ،

بخلاف مجموعة الطرق الكيميائية ، هى الطرق الميكروبيولوجية فتختار سلالة من الكائنات الحية الدقيقة عرف عنها انها تحتاج فى نموها الى حمض أمينى معين ، ثم يقدر حمض اللكتيك الذى تنتجة باضافة هذا الحمض الأمينى فى بيئة نموها بقدر معلوم لأن الكميتان ستتمشيان طرديا ٠

والمجموعة الثالثة هى الطرق الانزيمية ، ومثالها تحليل الأرجينين بواسطة انزيم أرجينيز فينتج أورنيثين ، ويوريا ثم تقدر اليوريا :

يداك — نيد٢ كيد — (كيد٢)٢ — يدنكن يد٢ +
||
نيد
يد٢أ ← يداك ٠ نيدكيد(كيد٢)٢ نيد٢
+ نيد٢ ٠كأ٠ نيد٢

والمجموعة الرابعة من الطرق هى باستخدام الألكتروفوريرس electrophoretic methods ٠

والمجموعة الخامسة هى الطرق الكروماتوجرافية ، سواء بالأعمدة column أو بالورق أو بالطبقة الرقيقة thin layer أو بتبادل الأيونات Ion-exchange chromatography

ويلاحظ أن جميع طرق التحليل المائى التى تجرى على البروتينات للحصول على مستخلص للأحماض الأمينية بها قصور يختلف فى طبيعته من طريقة لأخرى حسب ماهو موضح فيما يلى :

طريقة التحليل المائى	القصور
(١) الحمضى : باستعمال حامض كبريتيك قوتة ٨ أساسى لمدة ١٨ ساعة على درجة ١١٠° م	١ ــ يتلف التربتوفان ٢ ــ يتلف جزء من السيرين والثرؤنين ٣ ــ فى وجود الكربوهيدرات يتكون فى المستخلص هيومين أسود اللون ناشىء من التربترفان

(٢) القلوى : باستعمال محلول ايدروكسيد باريوم مشبع لمدة ١٨ ساعة على درجة ١١٠ ° م	١ ـ يتلف الأرجينين والسستين والسستئين والسيرين والثرؤنين جزئيا أو كليا ٠ ٢ ـ يحدث تحولات من يمينى التوزيع الى يسارى والعكس ٠ ٣ ـ يفقد جزء من مجموعات الأمين
(٣) الانزيمى : باستعمال البيسين أو الترسين أو البابين أو الكيموترسين على درجة ٣٧° م وأس ايدروجينى مناسب لنشاط الانزيم المستخدم ٠	١ ـ كل انزيم يعمل على رابطة ببتيدية معينة ٠ ٢ ـ يلزم مجموعة من الانزيمات لتحليل البروتين ونادرا ما يكتمل هذا التحلل ٠ ٣ ـ قد تتحلل انزيمات ويتعارض ذلك مع تقدير الأحماض الأمينية ٤ ـ بعض البروتينات منيعة ضد النشاط الانزيمى ٠

بروتينات الأطعمة الرئيسية :

(١) بروتين البيض :

يحتوى بياض البيض وصفاره على بروتينات ٠ فالبياض به أوفالبومين ovalbumin وكونالبومين conalbumin وجلوبيولين وأفيدين avidin وأوفوميوسين ovomucin وأوفوميوكويد ovomucoid وفلافوبروتين flavo protein وليسوزيم lysozyme ممثلة لحوالى ٥٤٪ ، ١٣٪ ، ٨٪ ، ١٪ ، ٢٪ ، ١٠٪ ، ٧ر٠٪ ، ٣٪ من بروتين البياض بنفس الترتيب ٠ والأوفالبومين به ٤ ـ ٥ مجموعات سلفدريل يدكب ـ٠ معظمها عديم الفعالية وعديم التفاعل مع المواد المؤكسدة الا انها تصبح فعالة بعد تعرض البروتين للنزطبة denaturation ، كما يحتوى على شق كربوهيدراتى يمثل حوالى ٢٪ من وزنة ولهذا يدخل ضمن قسم الجليكوبروتينات ، وبه جميع الأحماض الأمينية الضرورية ٠ وهذا البروتين يتاثر بالحرارة وبالضوء فهو غير ثابت unstable ٠ والكونالبومين فى

جزيئة ذرتا حديد فهو مصدر الجزء الأكبر من حديد البيض ، وهو خال من الفوسفور ومن السلفدريل وله القدرة على الارتباط بالريبوفلافين • والأفيدين يتأثر بالحرارة ، وهو ذو مقدرة على الارتباط بالبيوتين • والأوفوميوسين يؤثر فى الصفات الطبيعية للبياض ، وهو يحتوى على كربوهيدرات بنسبة تقرب من ١٠٪ • والأوفوميوكويد لايحتوى على تريتوفان وليس به مجاميع سلفدريل ، وبه كربوهيدرات تمثل حوالى ٢٠٪ من وزنة ، وهو ثابت ضد الحرارة وضد الأحماض لكنه يتأثر بالقلويات • ومن تأثيراته غير المرغوبة انه يثبط نشاط التربسين • والليسوزيم به مجموعات قاعدية تفوق فى عددها المجموعات الحمضية ، وهو ثابت ضد الحرارة •

وتفصل بروتينات بياض البيض عن بعضها باستخدام كحول الايثايل والطرد المركزى الفائق السرعة •

أما بروتين صفار البيض egg yolk فجـــزء منه مرتبط بالليبيدات وليس به انزيمات أو مثبطات للانزيمـــات ، وهو يتكون من ليبوفتللين lipovitellin وليبوفتلنين lipovitellenin وفيتللين vitellin وفيتلنين vitellenin وفوسفتين phosvetin • ونسبة الليبيد فى الفوسـفوبروتين تتراوح بين ١٨ ، ٣٩٪ ، ونسبة النتروجين ٩ ــ ١٣٪ ، ونسبة الفوسفور حوالى ٥ر١٪ ونسبة الكبريت حوالى ٧ر٠٪ ويمكن فصل بروتينات الصفار كلا على حدة باستخدام الطرد المركزى فائق السرعة ultra centrifuge •

تتكون البيضة بصفة عامة من الغلاف الخارجى أى القشرة shell ، وأغشية الغلاف الداخلية shell membranes ، والخلية الهوائية air cell ، وبياض البيض egg white المكون من كل من الالبومين الكثيف thick albumin والألبومين الرقيق thin albumen ، وغشاء الصفار yolk membrane المعروف باسم غشاء الفتلين vitelline membrane ، والصـــفار yolk و خـــلارزا ، كـــلازا (خيوط الآح ، خيوط البيضة ، الســـرة الداخلية) chalazas • وتزن البيضة فى المتوسط أوقيتان فيهما بياض أو البومين بنسبة ٥٨٪ وصفار بنسبة ٣١٪ وقشرة بنسبة ١١٪ • وعادة تكون القشرة ممتلئة بالبياض والصفار وقت وضع البيضه ، أى أن البيضة لايوجد بهـــا

فجوة هوائية عندئذ ، الا أن الفجوة تتكون بمرور الوقت عند الطرف الكبير من البيضة نتيجة لانقباض contraction المكونات بتأثير البرودة ونتيجة لتبخر جزء من الرطوبة اثناء التخزين • وبصفة عامة يلاحظ صغر حجم الخلية الهوائية فى البيضة ذات النوعية quality المرتفعة • ويوجد الصفار دائما فى مركز البياض ، ويكون لونه متدرجا من الأصفر الباهت الى الأصفر الداكن • وتتصف البيضة المرتفعة النوعية ايضا بازدياد كمية الخلازا chalazasالذى هو عبارة عن البومين بالغ التركيز ملتف حول بعضه فى صـــورة حبـل cord-like • والتركيب الكيميائى للبيضة هو :

مكونات البيضة	النسبة المئوية	رطوبة ٪	بروتين ٪	دهن ٪	رماد ٪
بيضة كاملة	١٠٠	٦٥ر٥	١١ر٨	١١ر٠	١١ر٧
بياض	٥٨	٨٨ر٠	١١ر٠	٠ر٢	٠ر٨
صفار	٣١	٤٨ر٠	١٧ر٥	٣٢ر٥	٢ر٠

القشرة	كربونات كالسيوم ٪	كربونات مغنسيوم ٪	فوسفات كالسيوم ٪	مادة عضوية ٪
١١	٩٤ر٠	١ر٠	١ر٠	٤ر٠

ودرجة جودة البيضة تحددها مجموعـة عوامل ، بعضـها خـارجية exterior shell quality وهى لون وشكل وقوام وسلامة soundness ونظافة وسـمك ونسـبة percentag e ومقاومة التهصر ومقاومـة الصـدم crushing strength and impact strength القشـــــرة ووزنهـــــا النوعى ، وبعضـها داخليـة متعلقـة بالصـفار والبيـــاض وتقـــاس بالاختبارات الحسية subjective وبالطرق الآلية objective methods . ومن هـذه الطرق الاضـــاءة candlingواختبار الفحص عند الكســـر break-out tests مع المقارنة بصور نموذجية charts • والدرجـــات المستخدمة عادة فى تقييم البيض هى الدرجة الأولى ا (AA) والثانية ا (A) والثالثة ب (B) والرابعة جـ (C) وأساسها موضح فى الجدول التالى :

عامل الجودة	درجة ا ا	درجـة ا	درجـة ب	درجة ج
القشرة	نظيفة	نظيفة	نظيفة نوعا	متوسطة النظافة
	غير مكسورة	غير مكسورة	غير مكسورة	غير مكسورة
	عادية	عادية	شبه عادية	قد تكون غير عادية
الفجوة الهوائية	عمقها $\frac{1}{8}$ بوصة	عمقها ٣/١٦ بوصة	عمقها ٨/٣ بوصة	عمقها قد يزيد
	أو أقل	او أقل	أو أقل	على ٨/٣ بوصة
	منتظمة	منتظمة	صـافى	
البياض	صـافى	صافى	قد يكون ضعيفا	قد يكون ضعيفا
	متماسك	متماسك نسبيا	قليلا	ومائيا قد يوجد به بقعا دموية
الصفار	(٧٢ وحدة) (Haugh)	(٦٠ ـ ٧٢ وحدة) هاوج	(٣١ ـ ٦٠ وحدة هاوج)	(أقل من ٣١ وحدة) هاوج
	محدد بضآلة	محدود قليلا	محدود بوضوح	محدد بوضوح تام
	خال من العيوب	خال من العيوب	قد يكون متضخما ومنبسطا	قد يكون متضخما ومنبسطا
			قد يوجد به عيوب بسيطة	قد يظهر به نمو الجنين بدون ظهور دم
				قد يوجد به عيوب منفرة

ويضاف البيض فى كثير من الأطعمة للاستفادة من قدرته على التجمع coagulate وتكوين الحالة الرغوية (المسامية) foam والاستحلاب emulsify ويعزى التجمع وتكوين الرغوة الى صفات بروتين البياض ، أما الاستحلاب فمرجعة الى مركب الليسيثوبروتين فى الصفار • ولهذا يختبر البيض من وجهة القدرة على التجمع باستعماله فى صناعة الكاستارد custards بطريقة موحـــدة ، كأن تستعمل الكميات التالية :

لبن حليب ٢٣٧ ملليلتر	ملح ١/١٦ من ملعقة شاى صغيرة
بيض ٤٨ جرام	فانيليا ٢ر١ ملليلتر (اختيارى)
سكر ٢٥ جرام	

فيدفأ اللبن على حمام مائى يغلى ، ويضرب البيض بخفه ويضـــاف اليه السكر والملح مع الاستمرار فى التقليب ، ثم يضاف اللبن ببطء أثناء التقليب البطىء للمخلوط حتى يتبقى نصف كمية اللبن التى تضاف حينئذ بسرعة دفعة واحدة ، وعندما يصبح المخلوط متجانسا يوضع على حمام مائى ساخن لطهيه مع تحاشى غليان حمام الماء ومع مراعاة استمرار التقليب حتى تبدو الملعقة مغطاة بالمخلوط ، ثم تضـاف الفانيليا ويرفع الوعاء من على الحمام وتصب الكاستارد stirred custard فى الكوبات وتبرد على درجة ٤٠° ف لمـدة ١٨ ساعة • وفى حالة الرغبة فى انتاج كاستارد مخبوزة baked custard يصب مخلوط الكستارد المتجانس فى الكوبات ـ بدلا من وضعة على الحمام المائى ـ وتوضع الكوبات فى كسرولة ويصب ماء يغلى فى الكســـرولة حتى يصل الى قرب مستوى فوهات الكوبات ، ويوضع الوعاء فى الفرن المســخن لدرجة ٣٥٠° ف ويستمر الخبيز حتى يمكن غمس حد السكين بها وخروجها منها نظيفة ، أخيرا تبرد الكاســتارد المخبوزة على درجــة ٤٠° ف لمدة ١٨ ساعة •

ولتقدير قدرة البيض على تكوين الرغوة foaming تستخدم العينة فى صناعة كعك الملاك بطريقة محددة ، كأن تستخدم النسب التالية فى صناعة كعك الملاك الصغير micro angle cakes الذى تضاف فيه بيضة واحدة •

ألبومين بيض ٣٠ جرام	ملح طعام ١٥ر٠ جرام
سكر ٣١ جرام	دقيق كيك ١١ جرام
كريم طرطرات ٤٥ر٠ جرام	

يوضع بياض البيض فى وعاء bowl الخلاط ويضرب لمدة عشرة ثوان ، ويضاف ملح الطعام وكريم الطرطرات ويعاد الضرب لمدة عشرين ثانية ، ويضاف الدقيق والسكر بعد خلطهما معا ونخلهما ببطء اثنـــاء التقليب ، وتزاد سرعة الخلاط ويستمر فى الخلط لمدة ثمانية ثوان ، وتوضع العجينة batter فى قوالب loaf pans ابعادها ١ر٥ × ٢ر٢٥ × ١ر٢٥ بوصة بمعدل خمسة عشر جراما من العجينة وتخبز العجينة على درجة ٣٥٠° ف لمدة ٦٨ دقيقة وبعدها تبرد لمدة ساعتين ، ثم تنزع الكيكة من القالب وتدحرج فى سكر سنترفيش . وللفحص يقـــاس حجـــم الكيكـــة بوضـــعها فى بـــذور seed dis placement داخل مخبار مدرج ، كما يفحص البنية texture بطريقة البصمة ink print method . وتقدر النسبة المئوية لامتصـــاص الماء moisture absorption or wettability بقطع مكعب أبعاده نصـــف بوصة ، أو بأى بعد يتراءى للفاحص بشرط توحيد المكعبات فى العينـــات المقارنة ، من منطقة مركز الكيكة ويغمس فيه عود رفيـــع toothpick ويوزنان معا ، ثم يوضعان فى كاس به عشرة ملليلترات ماء مقطر ويتركان لمدة عشرة ثوان بعدها يترك المكعب للتصفية drained مدة عشرة ثوان ويوزن وتحسب النسبة المئوية للامتصاص بقسمة الوزن المصفى على الوزن الأصلى للمكعب . وتجرى الاختبـارات الحسـية لتقييم الكيك وتسجل فى جدول taste panel score card بالنظم التالى :

التاريخ ..... رقم ..... الفاحص .....

العوامل		العينات ١	٢	٣	٤
المظهر ١ ـ عادى أو بالغ الاستدارة عند السطح ٢ ـ لا يملأ قالب الخبيز ٣ ـ سكرى السطح	منبسط أو قليل استدارة السطح يملأ قالب الخبيز خشن السطح قليلا				
اللون ٤ ـ بنى داكن أو باهت	بنى منتظم خفيف				
الرطوبة ٥ ـ جاف أو لزج	رطب قليلا				
البنية ٦ ـ ثقوب متسعة	الثقوب صغيرة ومنتظمة				
النعومة ٧ ـ ثقيل	خفيف جدا				
الليونة ٨ ـ جامد	لين جدا				
الطعم والنكهة ٩ ـ عادب ، شديد الحلاوة ، كالبيض ، غزير النكهة	نكهة رقيقة سارة				

وصفار البيض يقيـــم باســتخدامه فى صـناعة الكعـــك الاسفنجى sponge cakes بالنسب التالية :

صفار بيض	١١٥ جرام	ماء يغـلى	١٠٠ ملليلتر
ســـكر	٢٠٠ جرام	دقيق فاخر	١٤٠ جرام
مسحوق خبيز	٥ر٦ جرام	ملح طعام	٣ جرام

يضرب الصفار لمدة دقيقة فى الخلاط بالسرعة البطيئة ، ويضاف السكر ببطء ويستمر فى الضرب لمدة تسع قائق ، ويضاف ماء ساخن ببطء مـــع الخلط لمدة دقيقة واحـدة ويضاف مســحوق الخبيز baking powder وملح الطعام ببطء ويعاد الخلط لمدة دقيقة واحدة ، وتخبز العجينة لمدة ٤٠ دقيقة على درجة ١٧٠° م ، ثم تنزع الكيكة من القالب وتبرد لمدة ساعة واحدة ، ثم يقيم الحجم والقوام ٠

وتقاس خواص الاستحلاب للصفار بعمل مايونيز mayonnaise بخلط المكونات التالية : صفار بيض ١٨ جرام ، خل ١٥ جرام ، زيت ١٠٨ جرام ٠ فيمزج الصفار بالخل فى خلاط كهربائى بسرعة فائقة حتى يصبح المخلوط ناعما ، ويضاف الزيت على دفعات صغيرة حتى يبدأ المستحلب فى عمل الرغوة وبعدها تضاف بقية كمية الزيت على دفعات ، ويخزن المايونيز فى زجاجات صغيرة لمدة ٤٨ ساعة ٠

ويعتقد أن صفار البيض داكن اللون يعطى كعكا اسفنجيا أكثر رطوبة more moist من نظيره المصنوع من صفار باهت اللون ٠ الا انه من المؤكـد أن الكعك المصنوع من صفار باهت اللون يكون أفضل قواما ومظهرا ويمكن أن يقال بصفة عامة انه كلما زادت دكنة لون الصفار كلما تحسنت صفات المنتجات المخبوزة الأخـرى ، بخـــلاف الكيك ، وكذلك المايونيز والمكرونة الشريطية ومرق السلاطة ٠ ومنتجات البيض متعددة ، وهى تقيم بالطرق الكيميائية باجراء اختبارات المادة الصلبة الكلية والدهن ومقدار الدهن الملوث

للبياض ودرجة اللون فى الصفار ، كما تفحص هذه المنتجات من الوجهة الميكروبيولوجية بالعد البكتيرى bacterial plate count وبعد بكتريا القولون coliform count وعد الخميرة والفطر وعدد المكور العنقودى staphylococcus count وتقيم منتجات البيض أيضا بالاختبارات الحسية لتقدير الطعم المقبول palatability بالطريقة التالية : يضاف الى ٣٠ جرام بيض كامل مجفف مقدار ٩٠ ملليلتر ماء مقطر فى كأس سعة ٤٠٠ ملليلتر ، وتسخن محتويات الكأس حتى تصبح مماثلة للبيض المقلى scrambled eggs ، وتحضر عينة قياسية standard بنفس الطريقة للمقارنة بها ، وتوزع الدرجات عند الفحص كما يلى :

٨ درجات لا نكهة غريبة بالمقارنة بعينة ممتازة

٧½ درجات نكهة غريبة ضئيلة

٧ درجات نكهة غريبة قليلة ، ولكنها ليست كريهة

٦½ درجات نكهة غريبة واضحة ولكنها ليست مكروهة

٦ درجات نكهة غريبة مميزة وغير مقبولة نوعا

٥ درجات نكهة غريبة غير مقبولة

٤ درجات نكهة غريبة مؤكدة وغير مقبولة

٣ درجات نكهة غريبة واضحة غير سارة

٣ درجات نكهة منفرة

١ درجة نكهة منفرة بكل تأكيد

صفر درجة نكهة منفرة ظاهرة

ومنتجات البيض المتداولة هى البيض الكامل Whole eggs ، ومخاليط البيض الكامل Whole egg blends ، والألبومين أى البياض ، والصفار

(منفردا plain أو مضاف اليه سكر sugared أو مضاف اليه ملح salted) فى صورة سائلة أو مجمدة أو مجففة · ويعرف البيض الكامل المجمد بأنه مخلوط البياض والصفار بنسبتهما الطبيعية فى البيض ، وبدون أية اضافات ، وهو يحتوى على جوامد نسبتها ٢٥ ـ ٥ر٢٦ ٪ والبياض المجمد (القياسى standard به جوامد لاتقل عن ٥ر١١ ٪ ودهن لايزيد عن ٠ر٠٣ ٪ · والصفار المجمد ٤٥ ٪ Frozen plain 45% yolks به جوامد لاتقل عن ٤٥ ٪ وخال من الاضافات · والصفار المجمد ٤٣ ٪ به جوامد لاتقل عن ٤٣ ٪ وليس به اضافات additives · والصفار المجمد المسكر Frozen sugared yolks جوامده لاتقل عن ٤٣ ٪ وبه ١٠ ٪ سكر · والصفار المجمد الملح Frozen salted yolks جوامده لاتقل عن ٤٣ ٪ وبه ١٠٪ ملح · وجوامد البيض الكلى Whole egg solids or dried whole eggs عبارة عن بيض كامل بالنسب الطبيعية مجفف بالرذاذ لتحويلة الى مسحوق وبه رطوبة لاتتجاوز ٥ ٪ · وجوامد البيض الكامل المدعم Fortified whole egg solids عبارة عن بيض كامل مجفف يحتوى على ٢٥ ٪ من وزنه صفار بيض مضاف added yolk · وجوامد الألبومين Albumen solids عبارة عن مسحوق البياض المجفف بطريقة الرذاذ ، أو حبات granular أو قشور flakes أو مسحوق البياض المجفف pan-dried

والجداول التالية تبين تركيب الصور المختلفة لمنتجات البيض :

المكونات	بيض كامل مجفف		صفار بيض مجفف	
	عادى لم يزال منه الجلوكوز	مثبت نزع منه الجلوكوز بالتخمر بالخميرة	عادى به جلوكوزه	مثبت منزوع منه الجلوكوز
رطوبة	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠	٥ر٠
بروتين	٥ر٤٦	٥ر٤٦	٥ر٣٥	٣ر٣٥
دهن	٥ر٤٢	٥ر٤٢	٥ر٥٧	٥ر٥٧
جلوكوز	١ر١٧	آثار	٠ر٣٦	آثار

تركيب الصفار والبياض السائلين

المكونات	بياض البيض ٪	صفار البيض ٪
رطوبة	٨٧ر٧	٤٩ر٥
مواد صلبة	١٢ر٣	٥٠ر٥
كلوريد صوديوم	٠ر٣	١٦ر٣
بروتين	١٠ر٧	٠ر٣
دهن	آثـار	٣١ر٩
جلوكوز	٠ر٣٨	٠ر١٧

تركيب جرامد البيض

المكونات	بيض كامل ٪	صفار ٪	بياض ٪
بروتين (خال من الدهن)	٥١	٣٢	٩٢
ليبيتدات	٤٣	٦٣	١ر٥
سكريات (٩٥٪ منها جلوكوز)	١ر١	٠ر٤	٠ر٣
مواد عضوية أخرى (خالية من النتروجين)	١ر٨	٢ ر٤	٠ر٥
مواد غير عضوية	٢ر٤	٢ر٢	٣ر٠
كريت	٠ر٧	٠ر٣٥	١ر٥
فوسفور	٠ر٨	١ر١٦	٠ر١٣

عوامل التحويل المناسبة لمنتجات البيض

الناتج	البيض المجمد بالرطل	البيض الخام بالعدد	جوامد البيض بالرطل lb
بيض كامل	١	٩	٠ر٢٥ + ٠ر٧٥ ماء
صفار	١	٢٣ صفار	٠ر٤٥ + ٠ر٥٥ ماء
بياض	١	١٥ بياض	٠ر١٢ + ٠ر٨٨ ماء

قياسات الوزن والحجم فى البيض الطازج والمجمد والمجفف

العامل		بيض كامل	بياض	صفار
الوزن لمحتويات كوب cup (طازج أو مجمد)	جرام	٢٤٣	٢٤٣	٢٤٣
وزن البيضة (بدون قشرة) :				
حجم كبير	جرام	٥٠	٣٣	١٧
حجم متوسط	جرام	٤٤	٢٩	١٥
حجم صغير		٣٧	٢٤	١٣
بيض مجفف :				
وزن محتويات كوب (منخولة)	جرام	٨٦	٨٩	٨٠
وزن محتويات كوب (مضغوطة)	جرام	١١٤		٩٦
١٢ بيضة طازجة تجفف وتنخل	كوب	٢	½	١½
١٢ بيضة طازجة تجفف وتنخل تحتاج ماء	كوب	٢	١½	½
١ بيضة طازجة يقابلها مسحوق	جرام	١٤	٤	١٠
ويضاف ماء	جرام	٣٦	٢٦	١٠

فقد الريبوفلاين والثيامين بطهى البيض

طريقة الطهى	الريبوفلافين المتبقى ٪	الثيامين المتبقى ٪
سلق ١٠ دقائق على درجة ١٠٠° م		٨٧
سلق ٢٠ دقيقة على درجة ٩٠° م	٩٩	
قلى fried	٨٤	٨٧
سلق بالفقص فى الماء الغالى poached	٨٧	٨٢
قلى مع تقليب Scrambled	٩٠	٨٦

النسبة المئوية للاستيرول فى البيض وبعض الأطعمة :

	حد ادنى	حد أقصى	متوسط تقريبى
دقيق قمح ديورم	٠ر٠٤٩	٠ر٠٦٥	٠ر٠٥٨
سميذ	٠ر٠٤٩	٠ر٠٥٦	٠ر٠٥٨
بيض كامل مجفف	١ر٨٠	٢ر٠٣	١ر٩٠
صفار بيض مجفف	٢ر٥٤	٢ر٧٦	٢ر٦٦
صفار بيض مجمد	٢ر٣٠	٢ر٦٧	٢ر٥١

تركيب البيض الطازج

العينة	جوامد ٪	كلور (صكل) ٪ من الوزن		فو ٢ أ٥ ٪ من الوزن :		نتروجين ٪ من الوزن :		نتروجين ذائب فى الماء ٪ من الوزن :		نتروجين البومين ٪ من الوزن :		دهن ٪ من الوزن :		دكستروز ٪ من الوزن :	
		الرطب	الجاف	الرطب	الجاف	الرطب	الجاف	الرطب	الجاف	الرطب	الجاف	الرطب	الجاف	الرطب	الجاف
بياض :															
حد أقصى	١٢ر٧٦	٠ر٣١	٢ر٥٨	٠ر٠٥	٠ر٤٣	١ر٨٥	١٤ر٥٠	١ر٧١	١٣ر٦٢	١ر٤٨	١١ر٦٠	٠ر٠٥	٠ر٤٢	٠ر٤٥	٣ر٨٠
حد أدنى	١١ر٥٦	٠ر٢٧	٢ر١٨	٠ر٠٣	٠ر٢٤	١ر٦٢	١٣ر٨٤	١ر٥٢	١٣ر٠٠	١ر٢٩	١٠ر٩٥	٠ر٠٢	٠ر١٦	٠ر٣٤	٢ر٧٢
متوسط	١٢ر٢١	٠ر٢٩	٢ر٣٧	٠ر٠٤	٠ر٣٤	١ر٧٢	١٤ر١١	١ر٦٢	١٣ر٢٥	١ر٣٨	١١ر٢٦	٠ر٠٣	٠ر٢٨	٠ر٤٠	٣ر٣١
صفار :															
حد أقصى	٥١ر٣٣	٠ر٣٢	٠ر٦٢	١ر٤٤	٢ر٨٢	٢ر٧٠	٥ر٣١	٠ر٥٤	١ر٠٨	٠ر٢٠	٠ر٤٠	٣٢ر٩٧	٦٤ر٥٣	٠ر٢٠	٠ر٤٠
حد أدنى	٤٩ر٣٧	٠ر٢٨	٠ر٥٥	١ر٣٤	٢ر٦٧	٢ر٤٩	٠ر٩٤	٠ر١١	٠ر٩٤	٠ر١١	٠ر٢٢	٣١ر٠٩	٦٢ر١٢	٠ر١٥	٠ر٣٠
متوسط	٥٠ر٤٧	٠ر٣٠	٠ر٥٩	١ر٣٨	٢ر٧٤	٢ر٦١	٥ر١٦	٠ر٥١	١ر٠١	٠ر١٦	٠ر٣٢	٣١ر٨٨	٦٣ر١٦	٠ر١٧	٠ر٣٥
بيض كامل:															
حد أقصى	٢٧ر١٦	٠ر٣١	١ر١٩	٠ر٥٥	٢ر١٠	٢ر١٢	٨ر٢١	١٢ر٨	٤ر٩٧	١ر٠١	٣ر٩١	١٢ر٤٥	٤٧ر٤٥	٠ر٣٦	١ر٣٩
حد أدنى	٢٥ر٢٦	٠ر٢٨	١ر٠٦	٠ر٤٨	١ر٨٩	١ر٩٩	٧ر٥٣	١ر١٤	٤ر٣٠	٠ر٨٣	٣ر٣٢	١٠ر٨٨	٤٢ر٨٠	٠ر٢٨	١ر٠٦
متوسط	٢٦ر٠٥	٠ر٢٩	١ر١٢	٠ر٥٢	٢ر٠١	٢ر٠٤	٧ر٨٣	١ر١٢	٤ر٦٤	٠ر٩٤	٣ر٥٩	١١ر٥٥	٤٤ر٣٦	٠ر٣٢	١ر٢٣

وزن البيضة فى المتوسط	= ٥٦ر٧ جرام
القشرة فى المتوسط ٪	= ١٠ر٩٤
البياض منسوبا للجزء الصالح للأكل ٪	= ٦٣ر٨١
الصفار منسوبا للجزء الصالح للأكل	= ٣٦ر١٩
نسبة البياض الى الصفار	= ١ر٧٦
نسبة جوامد البياض الى جوامد الصفار	= ٠ر٢٤

مؤشرات فساد البيض :

كثيرا ما يتعرض البيض للفساد ، وهذا الفساد قد يكون سببة الأكسدة oxidative deterioration أو قد يكون نتيجة التحلل decomposition بفعل الكائنات الحية الدقيقة • ومن الممكن تقدير المواد الطيارة volatiles الناتجة من التحلل باستخدام التحليل الكروماتوجرافى الغازى GLC وكذلك بتقدير الامتصاص Uv absorbance عند موجة طولها ٢٨٠ ملليميكرون • ويبدو أن الطريقة الأخيرة تعطى نتائج متمشية مع نتائج الاختبارات الحسية وكلا الطريقتان مستخدمتان فى تقدير فوق الأكسيد peroxide والكربونيل carbonyl وحمض الثيوبر بتيوريك thiobarbituric acid • ويعتبر وجود حمض السكسنيك وحمض اللكتيك بنسبة واضحة فى منتجات البيض دليلا أكيدا على استعمال بيض فاسد rotten أو حمضى sour فى تحضير هذا الناتج • وقد يكون سبب وجود حمض اللكتيك فى البيض المجمد هو عدم كفاية البستره التى سبقت التجميد • ويمكن استخلاص هذين الحمضين من منتجات البيض وتحويل حمض اللكتيك الى ملح حديد ملون وتقدير اللون بالاسبكتروفوتومتر • أما حمض السكسنيك فيفصل ويقدر بمعادلته بمحلول ايدروكسيد باريوم عيارى ، كما يقدر بالتحليل الكروماتوجرافى partition chromatography • وكثيرا ما تقدر الأمونيا ، أو نتروجين الأمونيا ، فى البيض واللحوم والاسماك ، لاستدلال على مدى حدوث التحلل فى البروتينات • فالبيض الصالح يجب ألا تزيد فيه كمية نتروجين الأمونيا عن ملليجرام واحد فى المائة جرام بيض ، الا أن بعض

الجهات التجارية والصناعية تعتبر هذا الحد الأدنى فى حدود ملليجرامين ، فاذا أرتفع الرقم الى ثلاثة ملليجرامات كان هذا دليلا أكيدا على حـــدوث تحلل • وهذه الأرقام تطبق على البيض المجمد ايضا •

عموما البيض السليم المرتفع فى درجة جودتة يكون ذا صفات داخلية جيـــدة تتضـح من سـمك الألبومين والصـــفار ومن صـفات الطهى cooking quality • وأثناء التخزين يزداد حجم الفجوة الهوائية ، ويتضخم الصفار ويضعف غشاؤه ، ويضعف قوام البياض thinner white ، وتزداد قلوية البيضة ، وتفسد نكهة ورائحة البيضة ، وهذة التغيرات تحدث بسرعة أبطأ فى حالة التخزين فى الثلاجات ، خاصة فى حالة غمس البيض فى زيت معدنى بارد قبل وضعه فى الثلاجة ، وأيضـا فى حالة تعديل جو غرفـــة التبريد باضافة غاز ثانى اكسيد كربون • ويخزن البياض عادة مجمدا بدون اية اضافات ، الا أن الصفار يضاف اليه عادة سكر أو ملح أو جلسرين قبـــل تجميده ليساعد ذلك على عـدم تكتله عند صـهره • أمـا البيض المجفف فيضاف فى المخاليط عادة • واحكام درجة الحرارة والوقت عند طهى منتجات البيض يزيد من فرص الحصول على منتجات مطهية جيدة • ويفسر ظهور حلقة خضـراء فى البيض المسـلوق hard-cooked بسـبب التلف المسـبق أو بسبب طول فترة السلق بأن الحلقة نتجت من تفـاعل الحديد والكبريت فى الوسط القلوى • وللبيض تأثيرات متعددة فى الأطعمة المطهية ، فهو يقوم بوظائف تجمع coagulation واستحلاب emulsification واحداث رغوة foaming والتاثير على الرائحة odor والنكهة flavor واللون color والقيمة الغذائية • الا أن ازدياد حرارة التسخين والطهى عن اللازم تؤثـر فى صفات الناتج ، كأن تظهر ثقوب فى الكاستارد المخبوزة او تخثر curdling فى الكاستارد المصنوعة بالتقليب • ودرجة حرارة التجمع فى الكاســـتارد المخبوزة ترتفع بازدياد كمية السكر ، بينما تنخفض بازدياد كمية البيض • والرغاوى التى تظهر بوجود بياض البيض عبارة عن فقاعات هواء يحيطها البومين منزطب denatured عند سطح اتصال السائل بالهواء • ويزداد حجم وثبات الرغوة بازدياد عملية ضرب البيض الى حد معين ثم يأخذان فى

التناقص · وعادة يبلغ الثبات اقصاه قبل أن يصل الحجم الى اقصـــاه · ومن السهل ضرب البيض beaten على درجة الحرارة العادية مقارنا بدرجة حرارة غرف التبريد ، كما أن البياض الرقيق اسهل فى الضرب من البياض الكثيف · ويمكن زيـادة ثبـات رغـوة بيـاض البيض باضـــافة حمض أو سكر ، كما يمكن تقليلها باضافة ماء · وكلا الحامض والسكر يطيلان مدة ضرب بياض البيض · وافضل درجه حرارة لخبز كعك الملاك المحتوى على البيض هـى ٢٠٤° ـ ٢١٨° م اى ٤٠٠ ـ ٤٢٥° ف وبالنسـبة للقيمة الغذائية يبدو أن الفقد محصور فى قدر من كل من الثيامين والريبوفلافين أثناء الطهى ، كما ان تسخين بيـاض البيض يزيد من الاســتفادة من فيتامين البيوتين لأن الحرارة تتلف الأفيدين avidin الذى يربط البيوتين عادة فى البيض النىء ويجعلة غير قابل للامتصاص ·

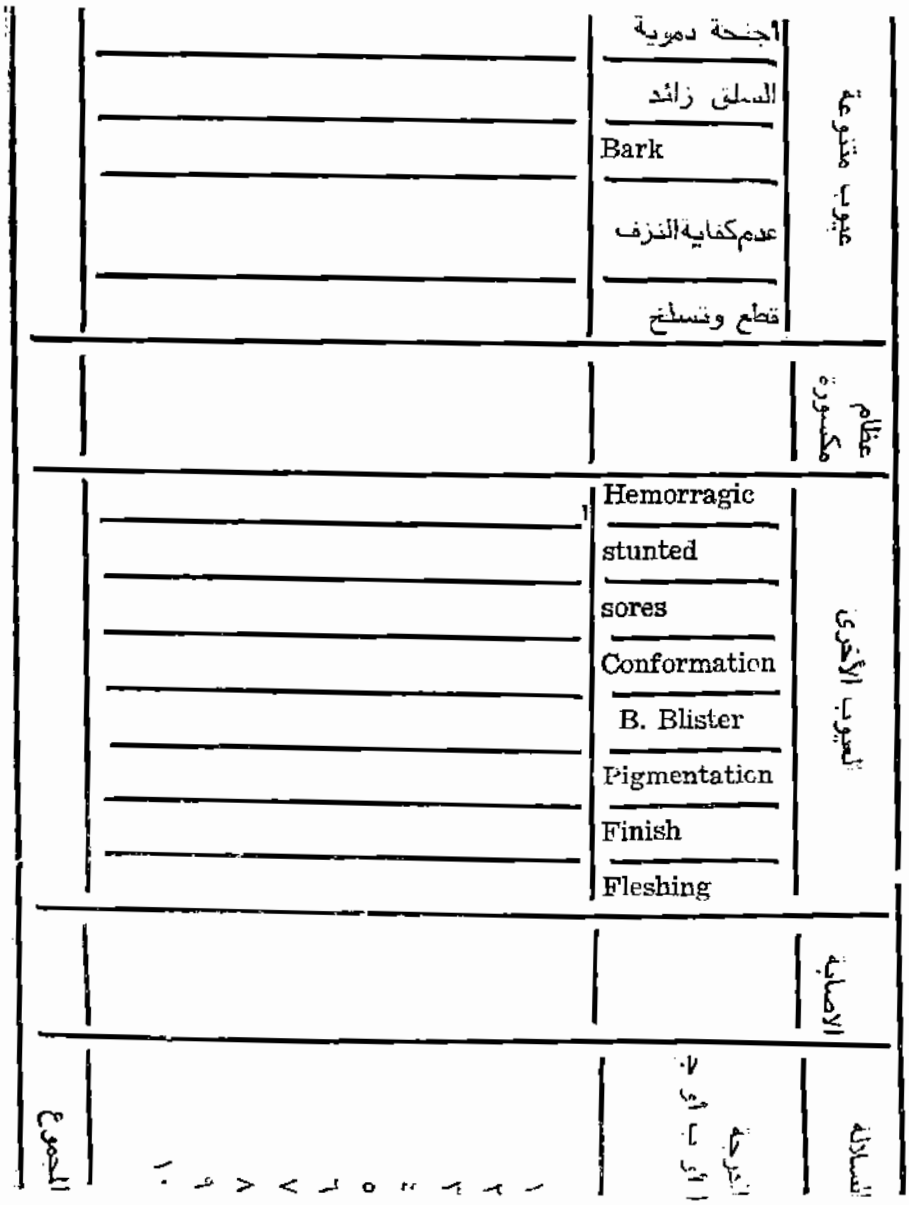
(٢) بروتين الدواجن :

بدأ الاقبال على استعمال الدواجن المجهزة ready-to-cook poultry خلال الثلاثينات ، وازداد الطلب عليها خلال الأربعينـات بفضـل تحسـن عمليات الذبح killing والتنظيف dressing ونزع الأحشاء eviscerating والتدريج grading والتغليف packaging والنقل الى جهـات نائية · ولهذا استحدثت كثير من الحكومات مواصفات محددة للدرجات المختلفة من الدواجن · واساس التدريج grading هو جعل هذه المنتجات متمشية مع القيمة الاقتصادية · ويكاد يكون اهم العوامل المسببة لخفض درجة الناتج هو الخدش والكدمbruising · ويضاف الى ذلك عوامل أخرى هى التسلخات fleshing والتجهيز السطحى finish وبترات (نقطات) الصدر breast blisters والعيـــوب الناجمـة عن التصـــنيع مثل كســـور العظام وعادة تؤخـــذ عينة قدرهـــا مائة طائر وتفحص وتدون العيـوب فى أحد الجدولين التاليين :

والجدول التالى يستر سدبه فى تمييز درجات البيض :

المواصفة	سائل أو مجمد			جوامد		متبت		كامل مدعم
	بياض	صفار	كامل	بياض	Flake Angel	كامل	صفار	
رطوبة ٪ (حد أقصى)				٨	١٤	٥ر	٥	٤
جوامد ٪ (حد أدنى)	١١	٤٥	٢٥					
ليبيدات ٪ (حد أدنى)	٠٢ر٠	٢٨	١١	٢ر٠	آثار	٤٠	٦٠	٣٢
	حد أقصى			حد أقصى				
أس ايدروجينى	٨ر٩	٦ر٢	٧ر٣	٧ر٠	٥ر٥	٧ر٥	٦ر٥	٧ر٥
	± ٠ر٣	± ٠ر١	± ٠ر٣	± ٠ر٥	± ٠ر٥	± ٠ر٥	± ٠ر٥	± ٠ر٥
بروتين ٪ (حد أدنى)	١٠	١٤	١٢	٨٠	٧٥	٤٤	٣٠	٢٩
كربوهيدرات ٪ (حد أقصى)				خال من		الجلوكوز		٣٠٪
بكتريا عد كلى بالجرام (حد أقصى)	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	٢٠٠٠٠	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠	٢٥٠٠٠
خميرة ــ فى الجرام (حد أقصى)	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
فطر ــ فى الجرام (حد أقصى)	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
بكتريا قولون ــ فى الجرام (حد أقصى)	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
سالمونيلا ــ فى الجرام	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية	خالية
تحبب (منخل رقم ٨٠ أمريكى)				١٠٠ ٪		١٠٠ ٪	١٠٠ ٪	١٠٠٪
مواد مضافة	تحدد عند الشراء ــ تحدد عند الشراء ــ تحدد عند الشراء ،							
الأداء (الانجاز) performance	تحدد عند الشراء ــ تحدد عند الشراء ــ تحدد عند الشراء							

والجدول التالى يسترشد به فى تمييز درجات البيض :


التاريخ .....
الشحنة .....
عيوب متنوعة
أجنحة دموية
السلق زائد
Bark
عدم كفاية النزف
قطع وتسلخ
عظام مكسورة
العيوب الأخرى
Hemorragic
stunted
sores
Conformation
B. Blister
Pigmentation
Finish
Fleshing
الاصابة
السلالة
الدرجة
المجموع
١٠ ٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

المصنع ... الشحنة .. السلاله .. الجنس .. التاريخ

	درجة ٪ ا	الاصابة			Fleshing	Finish	Breast blister	تغير اللون	أجنحة دموية
		صدر	فخذ	جناح					
١									
٢									
٣									
٤									
٥									
٦									
٧									
٨									
٩									
١٠									
١١									
١٢									
١٣									
١٤									
١٥									
المجموع									

وفى مصانع الأغذية يحسب المحصول yield عادة ، وهذا يتباين من مصنع لآخر ، كما انه يتأثر بالعمر والجنس والحجم وسلالة الطائر وكيفية تداول الطائر قبل الذبح وطريقة ازالة الأحشاء evisceration وكيفية اجراء التبريد chilling والتغليف • فخشونة التداول قبل الذبح تقلل المحصول بسبب فقد بعض الأجزاء أو اتلاف بعض الأنسجة • وعادة يقل المحصول فى حالة الطيور الخفيفة الوزن والصغيرة السن عنه فى حالة الطيور الكبيرة السن الثقيلة الوزن • كما أن الطيور الغزيرة الدهن تمتص ماء أقل من تلك الفقيرة فى الدهن • وتؤثر طريقة التبريد فى مقدار الماء الممتص ، فقد يصل الفقد فى هذه الحالة الى حوالى ٤ ــ ٥٪ خلال الثمانية عشر ساعة التالية لانتهاء عملية التصنيع • وعند صهر الدواجن المجمدة ينجم فقد آخر بسبب خروج السائل drip • وفى بعض الدول تحدد المواصفات كمية الماء الممتص moisture uptake المسموح بهـا ، كأن تكون على النحو التالى :

وزن الدجاجة المجوزة	الرطوبة الممتصة
رطل	٪
الرومى : ٢٠ فأكثر	٤٫٥
١٠ ــ ٢٠	٦٫٠
أقل من ١٠	٨٫٠
الدجاج : ٥ أو أقل	٨٫٠
٥ أو أقل لتعبأ مجمدة	١٢٫٠
الأنواع والأوزان الاخرى :	٦٫٠

ويكون محصول الدواجن المجهزة المزال أحشاؤها فى الحدود التالية :

	حد أدنى ٪	حد أقصى ٪	متوسط ٪
دجاج : صغير	٧٠	٧٥	٧٣
متوسط	٧٢	٧٦	٧٤
كبير	٧٠	٧٦	٧٣
رومى : خفيف	٧٦	٨٣	٧٩
ثقيل	٧٨	٨٤	٨١
بط : صغير (شهرين)			٦٨
متوسط (٤ شهور)	٧٢	٧٥	٧٣
كبير (الى ٨ شهور)			٧٣
سلالات ثقيلة : صغيرة (٥ ـ ٨ أسبوع)	٦٥	٧١	٦٨
كبيرة (اكثر من ٤ شهور)	٧٠	٧٥	٧٣

ويختلف مقدار الفاقد أثناء الطهى باختلاف الطريقة المتبعة ، فمثلا يفقد ١ر٠ الى ١٨ر٥٪ سائل غروى drip ويكون الفقد الكلى عند طهى الدجاج الرومى بالطرق المختلفة مقداره ٠ر٣٣٪ الى ٢ر٣٩٪ ٠ ونسب الأجـــزاء لبعضها تكون حوالى ٥ر٣٣٪ لحم ابيض white meat ، ٨ر٢٢٪ لحـــم داكن dark meat ، ٣ر١١ ٪ جلد ، ٣ر٣٢ ٪ عظام ومخلفات فى المتوسط وعموما فمقدار اللحم المطهى الصالح للأكل يتوقف على عمر الدجاج وحجمه وسمنتة fatness ومدة ودرجة حرارة الطهى وطريقة الطهى ٠ فالمحصـول يكون عادة اكثر ارتفاعا فى حـالة استعمال الحرارة الرطبـة moist heat عنه فى حالة الحرارة الجافة ٠ ويفسر تأثير الحرارة بكونها تسبب فقـــد الرطوبة اثناء الطهى ٠ ولهذا يراعى دائما فى اجراء اختبارات الجودة على

الجنس	محصول الصدر		محصول الفخذين	محصول الساقين	محصول الجناحين	محصول الظهر			محصول العنق	محصول Gill	محصول عظام
	كامل ٪	بدون عظام ٪	٪	٪	٪	Posterior خلفي ٪	Anterior ٪ أمامي	Cutlet ٪	٪	٪ اللغد	٪
ذكور عمر ٢٦ أسبوع	–	٣٢ر٥	١٤ر٦	١٤ر٠	١١ر٠	١٠ر٨	–	٤ر٠	٤ر٢	–	٨ر٥
اناث عمر ٢٢ أسبوع	–	٣٠ر٨	١٥ر٢	١٤ر٠	١١ر٩	١١ر٩	–	٤ر٠	٤ر٢	–	٧ر٩
ذكور عمر ٢٨ أسبوع	٤٤ر٣	–	٢٥ر٨	٢٥ر٨	١٠ر٢	١٩ر٧	١٩ر٧	–	–	–	–
اناث عمر ٢٨ أسبوع	٣٨ر٥٢	–	٢٧ر٤	٢٧ر٤	١٢ر٢	٢٢ر٢	٢٢ر٢	–	–	–	–
ذكور عمر ١٦ أسبوع	٣١ر٨	–	٣٢ر٦	٣٢ر٦	١٤ر١	٢١ر٥	٢١ر٥	–	–	–	–
اناث عمر ١٦ أسبوع	٣٢ر٢	–	٣١ر٨	٣١ر٨	١٣ر٨	٢٢ر٢	٢٢ر٢	–	–	–	–
ذكور زنة ٢٠ر٣ رطل	–	٣٠ر٢	١٣ر٤	١٢ر١	١٠ر٥	١١ر٥	١٠ر٢	–	٣ر٩	٤ر٦	٣ر٤
اناث زنة ١١ر٦ رطل	–	٢٩ر٣	١٣ر٧	١١ر٩	١٢ر٠	١١ر٤	١٠ر٥	–	٣ر٤	٤ر٩	٢ر٨
ذكور زنة ٦ر٨ رطل	–	٢٧ر١	١٢ر٦	١٣ر٥	١٣ر٢	١٢ر٩	٨ر٩	–	٣ر٥	٥ر٩	٣ر٤
اناث زنة ٥ر٤ رطل	–	٢٧ر٢	١١ر٩	١٣ر٠	١٢ر٨	١٣ر١	١٠ر٠	–	٣ر٣	٦ر٥	٢ر٨

اللحوم المطهية أن تتبع ظروف موحدة مع جميع العينات المراد مقارنتها ٠ وينصح باستخدام درجة حرارة ٣٥٠° فـ في الطهى وبلوغ درجة الحرارة الداخلية فى اللحم ١٩٠° فـ ٠ وعادة يقدر الفاقد بالطهى بوزن اللحم قبل وبعد طهيه ثم تحسب النسبة المئوية للفاقد ٠ وفى المتوسط تكون النسبة المئوية لمحصول قطع الدجاج المجهزة المبردة ، الصغيرة Broiler والكبيرة Fowl كما يلى :

دجاج صغير :	دجاج كبير :
الصدر ٢٢ر٠ ـ ٢٤ر٠ ٪	٢٣ر٠
الفخذان ١٥ر٠ ـ ١٦ر٠ ٪	١٢ر٥ ـ ١٤ر٠
الرجلتان ١٤ر٥ ـ ١٥ر٥ ٪	١٢ر٥ ـ ١٤ر٠
الجناحان ١١ر٠ ـ ١٣ر٠ ٪	١٠ر٠ ـ ١١ر٠
الظهر والعنق ٢١ر ـ ٢٥ر٠	٢٥ر٠ ـ ٢٦ر٠
٦ر٥ ـ ٧ر٥ ٪	٤ر٥ ـ ٦ر٠
البقايا ١ر٠ ـ ٥ر٠ ٪	١ر٠ ـ ١ر٥

أما فى الدجاج الرومى Turkey فالمحصول يختلف تبعا للقطع المجهزة المبردة ويكون فى الحدود المبينة فى الجدول السابق فى المتوسط ٠

ومحصول قطع البط والاوز المجهزة المبردة محسوبا كنسبة مئوية من وزن القطع المبردة المجهزة يكون فى الحدود التالية تقريبا :

	صدر فخذان	جناحان	ظهر	رقبة	قلب	القانصة	كبد	وساقان
بط :								
ذكور عمر ٥٢ يوم	٢٩ر٧	٢٣ر٤	١٠ر٦	٢٣ر٠	٥ر٤	٠ر٩	٤ر٣	٣ر٧
اناث عمر ٥٢ يوم	٣٠ر١	٢٣ر٥	١٠ر٨	٢٣ر٦	٤ر٧	٠ر٩	٣ر٩	٢ر٥
المتوسط	٢٩ر٩	٢٣ر٥	١٠ر٧	٢٣ر٣	٥ر١	٠ر٩	٤ر١	٢ر٦
اوز :								
عمر ٨ ـ ١٠ أسبوع	١٧ر٨	٢٥ر٧	١٥ر٨	٢٠ر٥	٦ر٩	٠ر٧	٨ر٣	٤ر٢
عمر ١٠ ـ ١٢ اسبوع	٢٣ر٧	٢١ر٩	١٦ر٠	٢١ر٣	٦ر٣	٠ر٩	٦ر٣	٣ر٥
عمر ٢٤ اسبوع	٢٧ر١	١ ر٥	١٥ر٤	٢١ر٣	٦ر٠	٠ر٩	٦ر٢	٢ر٢

والمحصول من قطع الدجاج المطهية كنسبة مئوية من وزن الطائر الكلى المجهز المزال عنه الأحشاء يتضح من الجدول التالى :

الجـزء	النسبة المئوية للمحصول		
	دجاجات خفيفة	دجاجات ثقيلة	ديـــوك
أجنحة :			
لحم	٣ر٩	٣ر٢	٣ر٩
عظام	٣ر٥	٢ر١	٢ر٣
جلـد	١ر٩	٢ر٠	٣ر٣
رقبـة :			
لحم	١ر٨	١ر٤	١ر٨
عظام	١ر٨	٠ر٨	١ر٢
جلـد	١ر٧	١ر٠	١ر١
أرجـل :			
لحم	١١ر٥	١٠ر٧	١٣ر١
عظام	٤ر٧	٣ر٥	٣ر٦
ظهـر :			
لحم	٤ر٦	٥ر١	٥ر٧
عظام	٥ر٥	٤ر٠	٤ر٠
جلـد	٥ر٤	٤ر٨	٦ر٢
صـدر :			
لحم	٣ر٥	١٣ر١	١٢ر٤
عظام	٢ر٧	١ر٦	٢ر٢
قلب وكبد وحوصلة	٤ر٤	١ر٩	١ر٨
متخلفات :	٠ر٥		١ر١
جوامد :			
لحـم	٣٥ر٥	٣٣ر٥	٣٦ر٣
عظام	١٨ر٠	١٢ر٠	١٣ر٣
جلد	٩ر٠	٨ر٨	١٠ر٦
سوائل :			
مرق broth	٢٩ر٤	٣٦ر٢	٣٠ر٩
دهن	٣ر٣	٦ر٩	٥ر٤

والمحصول منسوبا للوزن النافع المستفاد live weight للدجاج الرومى turkeys يتضح من الجدول التالى :

الجنس	العمر بالاسبوع	الوزن المستفاد بالرطل	المجهزة	المحصول ٪ الشوية	الجزء الصالح للأكل خام	مشوى
اناث : (برونزية)	١٢	٦ر٧٦	٨٧ر٦	٧٥ر٠	٥٨ر٩	٣٥ر٤
	١٨	١٢ر٥١	٨٩ر٨	٧٧ر٢	٦١ر٩	٣٩ر٢
	٢٤	١٥ر٩٠	٩١ر٢	٧٦ر٧	٥٩ر٧	٤٥ر٥
ذكور : (برونزية)	١٢	٨ر٩٦	٨٧ر٥	٧٣ر٧	٥٦ر٠	٢٧ر١
	٢٠	١٩ر٢٢	٨٦ر٣	٧٢ر٢	٥٨ر١	٣١ر٨
	٢٦	٢٦ر٥٤	٩٣ر٤	٧٧ر٧	٥٧ر٢	٤٥ر٩
اناث : (أبيض)	١٢	٧ر٤٠	٨٣ر٣	٧١ر٩	٥٦ر٩	٣٨ر٨
	١٨	١١ر٢٦	٨٧ر٤	٧٢ر٨	٥٩ر٣	٣٨ر٤
	٢٤	١٣ر٨٤	٩٢ر٨	٧٨ر١	٥٩ر١	٤٦ر٤
ذكور : (أبيض)	١٢	٩ر٥٤	٨٦ر٣	٧٤ر٠	٥٥ر٩	٣٥ر٦
	٢٠	١٨ر١٤	٩٠ر٦	٧٥ر٧	٦١ر٦	٣٣ر٤
	٢٦	٢٥ر٥٤	٩١ر٦	٧٥ر٩	٥٧ر١	٤٤ر٠
اناث : (سلالة خفيفة)	١٢	٥ر٨٩	٨٥ر٦	٧٢ر٢	٥٥ر٧	٣٢ر١
	٢٠	٩ر٢٨	٨٥ر٧	٧٢ر١	٦١ر١	٣٢ر٤
ذكور : (سلالة خفيفة)	١٢	٧ر٤٦	٨٦ر١	٧١ر٠	٥٣ر٤	٣٢ر٨
	٢٠	١٥ر٢٠	٨٦ر٨	٦٠ر٤	٦٠ر٤	٣٢ر١

والمعروف عن بروتين الطيور أنه منخفض القيمة السعرية calories ولهذا فالطيور مفضلة فى حالة الرغبة فى التحكم فى وزن الشخص وكذلك فى طعام الاشخاص المسنين المتقاعدين قليلى النشاط ، فلحم الدواجن كمصدر للبروتين يفيد فى تقليل كمية السعرات المتناولة فى الطعام ، وفى نفس الوقت يساعد على الابقاء على مقدار المتطلبات اليومية من المغذيات الأخرى فى حالة اتزان موافقة . فالدجاجات الصغيرة تعطى المائة جرام من لحومها ١٥١ سعرا والمتوسطة تعطى ٢٠٠ سعرا ، والكبيرة ٣٠٢ سعرا والفراخ

الرومى متوسـطة السـمنة تعطى ٢٦٨ سـعرا ، وبصفة عـامة يقال ان لحم الدواجن مصدر جيد للبروتين ، كمـا انه يحتوى على كمية أكبر من البروتينات مقارنا باللحم الحيوانى الأحمر · فنسبة البروتينات فى قطع اللحم تتراوح بين ٢٥ ، ٣٥٪ متباينة من جـزء لآخـر فى جسم الدجـاجة ومتأثرة بطريقة التحضـير · أما اللحـــم البقرى فيه ٢١ ــ ٢٧٪ بروتين ولحم الضأن به ٢١ ــ ٢٤٪ ، ولحم الخنزير به ٢٣ ــ ٢٤٪ · ويمـاز لحم الدواجن بارتفاع درجة نوعيته quality وبسهولة هضمه وباحتوائه على جميع الأحماض الأمينية الضرورية اللازمة للانسان · ويتماثل تركيب العدد من الأحماض الأمينية الكلية الموجودة فى كل من الدجاج والرومى واللحـــم البقرى ولحم الخنزير ، الا أن الكمية من الأحماض الأمينية الموجودة تكون اكبر فى حالة الدواجن نظرا لأنها تحتوى على نسبة أعلى من البروتين · وفيما يلى النسب المئوية لبعض الأحماض الأمينيه فى بروتينات الاطعمة الحيوانية :

الحمض الأمينى	رومى	دجاج	لحم بقرى	لبن	لحم خنزير	بيض
ارجينين	٦ر٥	٦ر٧	٦ر٤	٦ر٧	٤ر٣	٦ر٤
سستين	١ر٠	١ر٨	١ر٣	٠ر٩	١ر٠	٢ر٤
هستيدين	٣ر٠	٢ر٠	٣ر٣	٢ر٦	٢ر٦	٢ر١
ايزوليوسين	٥ر٠	٤ر١	٥ر٢	٣ر٨	٥ر٨	٨ر٠
ليوسين	٧ر٦	٦ر٦	٧ر٨	٦ر٨	١١ر٣	٩ر٢
ليسين	٩ر٠	٧ر٥	٨ر٦	٨ر٠	٧ر٥	٧ر٢
ميثيونين	٢ر٦	١ر٨	٢ر٧	١ر٧	٣ر٤	٤ر١
فينايل الانين	٣ر٧	٤ر٠	٣ر٩	٣ر٦	٥ر٧	٦ر٣
ثريونين	٤ر٠	٤ر٠	٤ر٥	٣ر٦	٤ر٥	٤ر٩
تربتوفان	٩ر٠	٨ر٠	١ر٠	٠ر٧	١ر٦	١ر٥
تيروزين	١ر٥	٢ر٥	٣ر٠	٢ر٥	٥ر٣	٤ر٥
فالين	١ر٥	٦ر٧	١ر٥	٥ر٥	٨ر٤	٧ر٣

وتركيب الدهون فى الدواجن يتباين ايضا كما هو واضح من الجدول التالى :

النوع	العدد	احماض دهنية	حمض :			
	اليودى	مشبعة ٪	أوليك ٪	لينولييك ٪	لينولنك ٪	اراكيدونك ٪
دجاج	٦٣ ـ ٨٠	٢٨ ـ ٣١	٤٥ ـ ٧١	١٤ ـ ١٨	٠ر٧ ـ ١ر٠	٠ر٣ ـ ٠ر٥
رومى	٧٣ ـ ٧٩	٢٨ ـ ٣٣	٣٩ ـ ٥١	١٣ ـ ٢١	٠ر٨ ـ ١ر٣	٠ر٢ ـ ٠ر٧
بط	٨٧	٢٧	٤٢	٢٤	١ر٤	٠ر٢٠
اوز	٦٧	٣٠	٥٧	٨	٠ر٤	٠ر٠٥
حمام	٨٢	٢٣	٥٦	١٧	٠ر٧	٠ر٠٤

فجسم الدجاجة يحتوى على قدر من الدهن يختلف تبعا للعمر والجنس والنوع ، وتتباين نسبة الدهن فى اجزاء الجسم المختلفة . فجلد الدجاج الرومى المطهى يحتوى على ٣٣ر٨٪ دهن ، بينما لا تتجاوز نسبة الدهن فى لحم الصدر ٦ر٧ ـ ٩ر٣ ٪ . وتختلف لحوم الدواجن عن اللحم الحيوانى الأحمر فى أن الدهن معظمه يتركز تحت جلد الدواجن وليس موزعا فى الأنسجة . والدجاج العادى المطهى لاتتجاوز نسبة الدهن فى لحم صدره ٣ر١ ٪ ، بينما النسبة فى قطع لحم العجول الصغيرة يكون حوالى ١١ ٪ وفى اللحم البقرى ١٣ ـ ٣٠ ٪ . وبديهى أن نوعية الدهن لها اهميتها فى التغذية بالاضافة الى كميته . فالدهن المحتوى على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة يسبب زيادة نسبة الكوليستيرول فى الدم . وبصفة عامة تكون دهون الدواجن اعلى فى محتوياتها من الأحماض الدهنية غير المشبعة عن دهون اللحم الحيوانى الأحمر ، وأقل من دهون وزيوت النباتات . كما تمتاز لحوم الدواجن بانخفاض محتواها من الكوليستيرول مقارنة باللحوم الأخرى . وتمتاز لحوم الدواجن أيضا بكونها مصدر جيد لفيتامين النياسين ، ومصدر متوسط لكل من الريبوفلافين والثيامين وحمض الأسكوربيك . فكبد الدواجن الذى به ٣٢٥٠٠ وحدة دولية فيتامين A ، ٠ر٢٠ ملليجرام ثيامين ، ٢ر٤٦ ملليجرام ريبوفلافين ، ١١ر٨ ملليجرام نياسين ، ٢٠ ملليجرام حامض اسكوربيك . وتحتوى لحوم الدواجن ايضا على العناصر المعدنية : صوديوم ، بوتاسيوم ، كالسيوم ، مغنسيوم ، حديد ، فوسفور ، كبريت ، يود ، وكلور . والجدول التالى يوضح نسب المغذيات nutrient composition فى اللحم المطهى مقارنا بنظيرتها فى البيض المسلوق :

مصدر اللحم	النسبة المئوية : بروتين	دهن	رطوبة	السعرات الريبوفلافين للرطل	فى الرطل منسوبا للمقرر اليومى للشخص البالغ ٪
دجاج رومى مشوى :					
لحم ابيض	٣٤ر٣	٧ر٥	٥٨	٩٢٣	١٥
لحم داكن	٣٠ر٥	١١ر٦	٥٧	١٠٢٢	٣٣
دجاج عادى مشوى :					
لحم ابيض	٣١ر٥	١ر٣	٦٨	٦٢١	١١
لحم داكن	٢٥ر٤	٧ر٣	٦٧	٧٥٤	٢٢
لحم بقرى مطهى :					
بفتيك	٢٧ر٠	١٣ر٠	٥٩	١٠٤٩	٨
بفتيك	٢٣ر٠	٢٧ر٠	٤٩	٢٥٣٩	٧
مشوى	٢١ر٠	٣٢ر٠	٤٦	١٧٠١	٦
هامبرجر	٢٢ر٠	٣٠ر٠	٤٧	١٦٦٨	٧
لحم ضأن مطهى :					
ريش	٢٤ر٠	٣٥ر٠	٤٠	١٨٧١	١٠
لحم كتف	٢١ر٠	٢٨ر٠	٥٠	١٥٣٩	٨
بيض مسلوق :	١٣ر٤	١٠ر٥	٧٤	٦٤٨	٥٦

ويعتبر لحم الدواجن طعاما مثاليا لكل من الأطفال والصغار والمراهقين والبالغين والمسنين والذين يعانون من الذبحة الصدرية والبدانة . ويفسر اقبال أصحاب المطاعم التجارية والفنادق وشركات الطيران والمدارس

والمستشفيات والمعاهد على شراء لحوم الدواجن بسبب ارتفاع محصول اللحم فى الدواجن وبسبب انخفاض مقدار الانكماش shrinkage اثناء الطهى ولسهولة الطهى والاعداد والتقديم · وبالنسبة للمستشفيات والمصحات بالذات فقط لوحظ اقبال كل من المرضى والأطباء والعاملين على الدواجن المعتنى بطهيها · والمعروف أن الدواجن قصيرة الألياف short-fibered وسهلة الهضم فتناسب عدد كبير من مجموعات المرضى وخاصة ذوى المشاكل فى الجهاز الهضمى ، بالاضافة الى أنها يمكن طهيها واعدادها بصورة متعددة جدا ، وكذلك تمتاز بانخفاض نسبة الصوديوم · ومن الناحية الاقتصادية تعتبر الدواجن فى المرتبة الأولى ضمن قائمة الأطعمة البروتينية عندما يحتسب الثمن على أساس رطل اللحم القابل للأكل · ويلاحظ أيضا أنه يمكن طهى الدجاج الصغير بطرق متنوعة تضمن عدم اضافة قدر ملموس من السعرات ومع ذلك تظل مرغوبة للمريض ومحتفظة باجتذابها للشهية · ونكهة لحم الدجاج لها دور أساسى فى هذا الاتجاه أيضا · وهذه النكهة وضعت تحت دراسات مكثفة لاستبيان تأثير كل من جنس الدواجن وسلالتها وطبيعة طعامها وطرق طهيها · ويبدو أن النكهة flavour لاتختلف فى الدجاج الصغير عنها فى الدجاج المتقدم السن ، الا أن تنوع طرق الطهى أظهر بعض اختلافات فى نكهة الدواجن صغيرة السن · وبالرغم من أن الدهن يعتبر متداخلا فى ظهور الشذى aroma الا أنه لايؤثر بدرجة ملحوظة فى النكهة flavor وعموما تكون نكهة لحم الدواجن أفضل من نكهة عظامها أو جلدها أو مزيج من الثلاثة · ومن الأخطاء المتبعة فى الطهى والمسببة لفقد جزء من النكهة ترك الدواجن المجهزة مغمورة فى ماء بارد لمدة طويلة ، الا أن التبريد فى الظروف العادية الشائع اتباعها لايسبب فقدا فى النكهة · وقد أمكن التعرف على بعض المركبات المسببة لنكهة الدجاج meaty flavor ، ومن بينها حمض ضعيف ينتج فى لحم الدواجن أثناء مرحلة الطهى ، وأمونيا ومركبات كبريتية ، ومركبات تماثل فى خواصها الجلوتاثيون glutathione موجودة فى ألياف اللحم meat fibers · ومن بين الثمانية عشر مركب المؤثرة فى النكهة والتى أمكن التعرف عليها وعزلها من

لحم الدواجن مركب الداى اسيتيل diacetyl الذى يعطى شذى من النوع الزيتى transient buttery-oily type of aroma يكون واضحا فى الدجاج المطهى · وأما عن ليونة tenderness لحم الدواجن فقد عرف الكثير عن العوامل المؤثرة فيها ، لكنه ما يزال هناك غموض يكتنف هذه الصفة حيث يعجز الباحثون عن تفسير أسباب خشونة toughness لحم الدواجن فى الوقت الذى تكون فيه دجاجات من نفس السلالة ونفس المجموعة المعاملة بنفس الأسلوب وتحت نفس الظروف ذات ليونة واضحة ومقبولة · ومن المتفق عليه أن العمر يؤثر بوضوح فى ليونة لحم الدواجن · فالعمر وصنف الطيور عاملان مهمان ضمن العوامل المؤثرة فى ليونة لحم الدواجن post-mortem tenderization · أما تنوع الطعام فقد لوحظ تأثيره على نسبة الجليكوجين فى عضلات الطيور وهذا الجليكوجين ترك أثره فى ليونة اللحم اذ تكون قيمة الجز shear values اكثر انخفاضا فى حالة ارتفاع نسبة الجليكوجين فى عضلات لحم الطيور عنها فى حالة انخفاض نسبة الجليكوجين. ويبدو ان مجموعة عوامل تؤثر بطريق مباشر أو غير مباشر فى ليونة لحم الدواجن بعد ذبحها · فمثلا ازدياد درجة حرارة السلق يسبب تأخر تحلل الجليكوجين وبالتالى تأخير تكوين حمض اللاكتيك · كما أن طول مدة السلق يترك أثرا فى الليونة ، وكذلك طول مدة التعتيق aging ودرجة حرارة التعتيق وتركيب البيئة media التى تم فيها التعتيق · فدرجة حرارة ٦٦° ف أفضل من درجة ٩٨° ف بالنسبة لحالة الليونة فى التعتيق لفترة قصيرة ، الا أن الفارق يختفى فى حالة التعتيق لفترة طويلة · وفى حالة حقن الدواجن قبل ذبحها بالبابين papain بمعدل مائة جزء فى المليون تزداد الليونة ولكنها قد تتجاوز الحد المرغوب لها overtenderization · ومن المحتمل أن طهى الدواجن قبل بلوغها المرحلة التامة من التيبس rigor يجعل طعم اللحم أكثر خشونة ·

وبالنسبة لتحديد درجات grading الدواجن المجهزة ready-to-cook poultry فأساس التدريج ينبنى على الصنف أولا والحالة العامة condition ثانيا والصفات النوعية quality ثالثا ، وتمنح الدرجات أ A ، ب B ، جـ C

كما تمنح درجات أخرى فى تجارة الجملة فى بعض الدول مثل U.S. Extras و U.S. Standards و U.S. Trades . أما العوامل التى تؤخذ فى الاعتبار عند تحديد الصفات النوعية فهى التطابق conformation وحالة اللحم fleshing والخلو من بقايا الريش الصغير pinfeathers ومن العيوب defects . وبرغم عدم تحديد الأوزان فى الدرجات الا أنه من المؤكد أن الأوزان تؤخذ فى الاعتبار عند تحديد التطابق . والمقصود بالحالة العامة هو ملاحظة الذبيحة لاكتشاف ما قد يكون بها من صفات تجعلها غير صالحة للاستهلاك الآدمى ،ولذا تعاد للمصنع لاعادة تجهيزها أو تستبعد من التدريج No Grade ومن بين ما يلتفت اليه فى تحديد الحالة لتحاشية هو وجود بقايا الريش والاصابات bruises والتهتك trimming ووجود الرئتين والأعضاء الجنسية والمواد الغريبة والدم والبراز والشحم وبقايا العليقة . والمقصود بحالة اللحم هو ملاحظة امتلاء الصدر واتساع طوله وعرضه واكتساء عظام الصدر الى حد يجعلها غير ملموسة تقريبا واكتساء الرجلتين باللحم . وعادة تكون كمية الدهن قليلة فى الدواجن الصغيرة ، لكنها تكون كبيرة فى الدواجن المتقدمة فى السن ذات الدرجة الأولى وتكسو الصدر والظهر والمؤخرة . والتلف التبريدى Freezer burns من العيوب التى تشاهد فى الدواجن المجمدة . والفحص inspection الذى يجرى على الطيور المجهزة يقصد به الناحية الصحية وصلاحيتها كغذاء آدمى وتوفر الاشتراطات الصحية بها وصحة ما يتعلق بتحضيرها ومعاملتها حراريا وتعبئتها والبيانات الموضحة على بطاقاتها . وفى حالة احتواء الدواجن على ميكروبات ممرضة أو سموم أو أعراض حمى أو أنسجة ملتهبة تعتبر مريضة diseased لا تذبح ولا تعامل مع الدواجن السليمة لكى لا تسبب تلوث ماء السلق أو ماء التبريد أو معدات المعاملة الحرارية أو الطيور الأخرى السليمة . ويجب الاسراع فى فتح البطن وازالة الأحشاء evisceration والفحص post-mortem inspection عقب الذبح وازالة الريش مباشرة لتحاشى حدوث التلوث وتغيرات المظهر والقوام . وعادة تقسم الدواجن الحية قبل ذبحها الى أربعة مجموعات : الأولى هى المشرفة على الموت ويجب اعدامها والثانية هى الطيور المريضة ويجب اعدامها

قبل التصنيع ايضا ، والثالثة هى الطيور المشتبه فى سلامتها والمحتمل الاعتراض عليها فى المراحل التالية عند فحصها للتيبس وهذه تجهز وتصنع مستقلة بعيدة عن الطيور السليمة وينتبه اليها فى الفحوص التالية ، والرابعة هى الطيور المصابة بمرض معد للانسان والمشتبه فى اصابتها بمرض معد . وعندماينتهى الفحص المتقدم ante-mortem inspection تستبعد جميع الطيور الحية التى لم يسمح بذبحها وتزال من المجزر . والاشتباه كما حدده البيطريون المختصون ينصب على الطيور ذات الريش القذر والمتورمة الرأس والعينتين وللتهبة الجلد والعديمة البريق فى عينها والتى تعطى برازا مختلف اللون والتى يلاحظ بها وجود كدمات وجروح فى الجلد حول الرأس والعنق والتى يلاحظ برودة جسمها عند اللمس والتى تتصف بالهزال going light والتى تعجز عن التحرك السريع عند اثارتها والتى تحدث صوتا ضعيفا غير عادى عند الامساك بها أو ازعاجها والتى تتصف عظامها بالامتداد enlarged bones والتوصيات الأخرى المقدمة للفاحصين من الوجهة الصحية الطبية هى اعتبار الطيور غير صالحة condemned اذا عجزت عن الوقوف على رجلتيها واذا بدى لحمها وجلدها وملمسها شبه عجينى doughy واذا كانت مصابة بكساح جزئى وحالة عصبية واذا ظهر فى بطنها لون ارجوانى محمر واذا بدى عليها الضعف الشديد والهزال الشديد واذا لوحظ عليها صعوبة التنفس والتهاب وتورم العينتين ونزف السائل أو الدم من الفم واذا احتوت على جروح او ندب او تقرحات او اورام . وبعد ذبح الطيور السليمة يعاد فحص الذبيحة carcasses جيدا post-mortem inspection من السطح الخارجى والسطح الداخلى والأحشاء والكبد والطحال ، وتحدد نتيجة الفحص احد الأوضاع الأربعة للطيور المذبوحة وهى السماح بتجهيز الذبيحة كاملة لأنها سليمة صحيا أو باعدام الأحشاء وتجهيز بقية الذبيحة أو اعتبار الذبيحة كلها غير صالحة صحيا ، او ازالة الأجزاء التالفة عن الذبيحة . وفى هذا الاختبار الأخير تنبنى الادانة condemnation على وجود صديد صلب او شبه صلب او افرازات كريهة الرائحة على الأحشاء أو فى تجاويف البطن ، وظهور نموات growths كثيفة داخل الذبيحة ، وظهور الهزال الشديد وقلة او اختفاء

الدهن عند القلب ، ووضوح الالتهاب واللون الأحمر غير العادى فى الغشاء المبطن لتجويف البطن وللأمعاء الدقيقة ، ووجود الدم المختزن فى الأوعية دالا على حدوث الموت قبل الذبح ٠

(٣) بروتين اللحم الحيوانى :

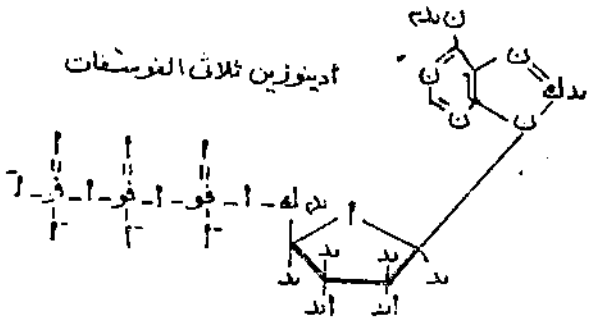
عضلات جسم الحيوان قد تكون ارادية striated or valuntary muscles وتبدو تحت عدسات الميكروسكوب مخططة مما يجعلها تعرف أحيانا باسم العضلات المخططة ، أو تكون لا ارادية smooth or involuntary ناعمة تزال عادة فى مرحلة تجهيز اللحوم dressing للاستهلاك الآدمى مما يجعلها ليست محل دراسات مكثفة من وجهة تغذية الانسان فقط ، بالاضافة الى عضلات القلب التى تمثل كلى النوعين من العضلات الارادية وغير الارادية ٠ والعضلة الارادية تتكون عادة من خلايا أسطوانية قطرها ٤٠٠ ـ ١٠٠ ميكرون تمتد فى شكل مواز ومحاطة بالأنسجة الضامة ، اى الكولاجين collagen والالاستين elstin غير القابلين للذوبان ، المعروفة باسم الاندوميزيوم (باطن العضلة ؛ غلاف الألياف العضلية) endomysium فى اللحوم او myocommate فى الأسماك ٠ وتبدو الحزم الأولية primary bundles مكونة من خيوط كل منها حوالى اربعين محاطة بطبقة من الأنسجة الضامة تسمى permysium ، ومن هذه الحزم الأولية تتكون الحزم الثانوية والثلاثية وغيرها ، وتحاط العضلة الرئيسية كلها بنسيج ضام يسمى ابميزيوم (غمد العضلة) epimysium ٠ والميوفيبر مكونة من بروتوبلازم محاط بنسيج ضام سمكه حوالى ١ر٠ ميكرون ٠ والميوفيبريل (ليفة العضل) myofibril سمكها ١ـ٢ ميكرون ومكونة من ميوسين myosin سمكه مائة ميكرون تقريبا وأكتين actin سمكه حوالى ٤٠ ميكرون ٠ وتقسم بروتينات اللحم الحيوانى والأسماك الى أربعة مجموعات تختلف عن بعضها فى القابلية للذوبان ، فالبروتينات السركوبلازمية (جبلة العضلة أو اللحم) Sarcoplasmic proteins تذوب فى الماء وفى محلول ملحى وتحتوى على عدد كبير من الانزيمات التى تتدخل فى العديد من التغيرات الحيوية والتى يظهر تأثيرها فى التغيرات التى تحدث

فى اللحم بعد الذبح postmortem changes ، وتكون نسبة هذه البروتينات حوالى ٣٠ – ٣٥٪ من بروتين اللحم الأحمر أو ٢٠ – ٣٠٪ من البروتين الكلى فى الأسماك ، وبروتينات الميوفبريل (الليفية العضلية) myofibrillar proteins مسئولة عن حدوث عملية الانقباض contraction فى العضلات بعكس البروتينات السركوبلازمية وهى ترتبط بالجزء الأكبر من الماء الموجود فى العضلة وبذلك تحدد قوامها كما انها تمثل ٥٠٪ من البروتين الكلى فى عضلة الحيوان أو ٧٥٪ من البروتين الكلى فى الأسماك وهى مكونة من ميوسين واكتين وتروبوميوسين tropomyosin وعند الموت يتحد الميوسين والأكتين معا مكونين أكتوميوسين actomyosin ولا تذوب بروتينات الميوفبريل فى الماء لكنها تذوب فى محلول ملحى تركيز ٥ ٪ أو فى محلول فوسفات منظم ويمكن فصلها الى اقسامها الأربعة : الأكتين والميوسين والأكتوميوسين والتربوميوسين كما يمكن فصل الأكتوميوسين الى مكونيه : الأكتين والميوسين الذين يتميز اولهما باحتوائه على انزيم اتيبيز A'TP-ase الذى يحول الأدينوزين ثلاثى الفوسفوبيريدين ATP الى أدينوزين ثنائى الفوسفات ADP بنزع ذرة فوسفور والذى يتحلل بفعل انزيم التربسين ويتاثر بعملية التجميد بينما يتميز ثانيهما أى الأكتين بانه بروتين جلوبيولينى لا يتاثر بالتجميد ولا يحلل الأدينوزين ثلاثى الفوسفات ولا تتجاوز نسبته ١٥ – ٢٠٪ من الميوفبريل ، والبروتين الحبيبى granular protein يمثل النواه nuclei والميتوكوندريا mitochondria والميكروسومات microsomes ، وبروتين الأنسجة الضامة stroma protein الموجود فى النسيج الضام connective tissue وجدار الخلية sarcolemma ممثلا حوالى ١٥ – ٢٠٪ من البروتين الكلى فى اللحم أو ٣ – ١٠٪ من بروتين الأسماك ومتكونا من كولاجين collagen والاستين elastin وهو لايذوب فى الماء أو فى المحلول الملحى ويمكن فصله الى مكونيه : الكولاجين المكون من خلايا بقطر ١ – ١٢ ميكرون وبه قدر صغير من الأحماض الأمينية الكبريتية وليس به تريتوفان أوسستين ويتحول بالحرارة الى جيلاتين ويتغير اثناء التخزين محدثا الليونة tenderization ،

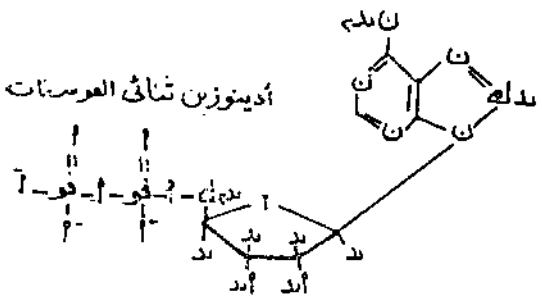
و لاستين بخلايا قطر ١ – ٢ ميكرون لا تتأثر بعمليات الطهى أو التعتيق aging

والتغيرات التى تحدث فى اللحوم عقب ذبح الحيوان يطلق عليها الاصطلاح التيبس Rigor mortis ، وهى تمر بأربعة مراحل تعرف الأولى منها بمرحلة ماقبل التيبس Pre-Rigor Period وتتميز بليونة اللحم وقابليته للشد ، والثانية هى مرحلة التيبس Rigor Period • وتتميز بجفاف وتماسك stiff العضلة وعدم قابليتها للمط ، والثالثة هى مرحلة ما بعد التيبس Resolution of Rigor وتتميز باستعادة العضلة لليونتها ، والرابعة هى مرحلة التعتيق Aging Period وتتميز بحدوث تغييرات ذاتية autolytic بتأثير الانزيمات البروتيوليتية مما يجعلها أنسب المراحل لاستهلاك اللحم فى التغذية • وتستغرق المرحلتان الأخيرتان حوالى ١٠ – ٢٠ يوم فى اللحم البقرى ، ١٢ – ٢٤ ساعة فى لحم الدواجن ، ٣٠ – ١٢٠ فى لحم الأسماك • والتغيرات الكيميائية المصاحبة لهذه المراحل هى استمرار عملية هدم جليكوجين العضلات glycolysis فى غياب الأوكسيجين متحولا الى حمض لكتيك مع انتاج مزيد من مركب الطاقة الأدينوزين ثلاثى الفوسفات ATP وانخفاض رقم الأس الايدروجينى pH • والتغير الكيماوى الثانى هو انخفاض كمية فوسفات الكرياتين ، والتغير الثالث هو تحول مركب الطاقة من أدينوزين ثلاثى الفوسفات الى ثنائى الفوسفات ADP ثم الى أحادى الفوسفات AMP ثم الى حمض اينوزينك inosinic acid (IMP) وأخيرا يتكون هيبوزانثين hypoxanthin وريبوز فيبدو اللوزينيا browning

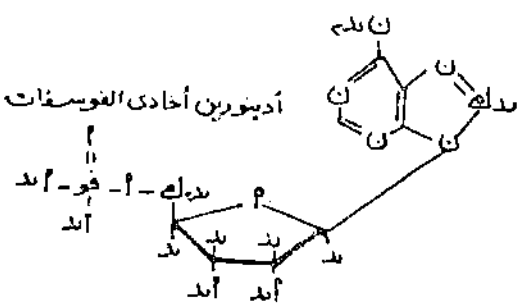
أدينوزين ثلاث الفوسفات



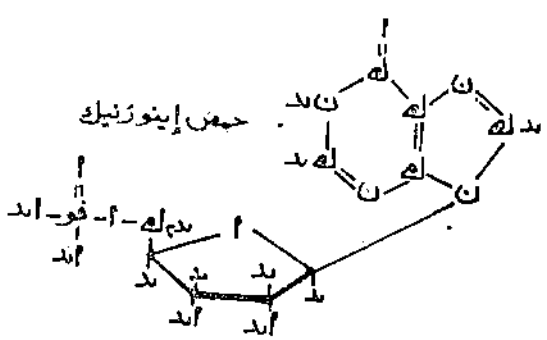
أدينوزين ثنائى الفوسفات

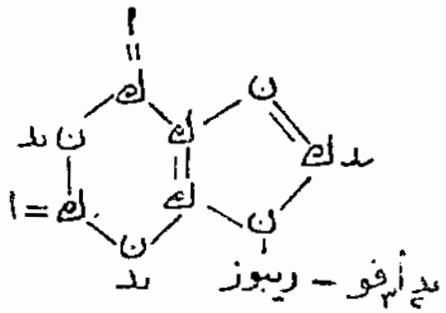


أدينوزين أحادى الفوسفات



حمض إينوزينيك





حمض زانثليك

والعوامل المؤثرة فى سرعة تحولات التيبس بعضها وراثى والبعض غير وراثى مثل درجة حرارة البيئة والتجميد والاشعاع والاجهاد • فالحرارة المرتفعة تسرع التيبس اذ ينخفض الأس الايدروجينى من ٧ الى ٥ر٨ خلال ساعة واحدة على درجة ٤٣° م بينما يستغرق ذلك ٢٠ ساعة على درجة ٧° م • وتجميد الأنسجة قبل حدوث التيبس ثم صهرها thawing يؤدى الى الاسراع فى عمليات تحول الجليكوجين الى حامض لكتيك glycolysis بدرجة تفوق نظيرتها اذا جمدت العضلات بعد حدوث التيبس • واجهاد الحيوان exhaustion يتبعة انخفاض مقدار الجليكوجين وهذا يترتب عليه بطء عملية التيبس • ومن الممكن حقن الحيوانات بمواد مثبطة لتفاعلات الجليكولسز •

وعملية انقباض العضلات يتدخل فيها كل من الأكتين والميوسين والأدينوزين ثلاثى الفوسفات وأيون الكالسيوم وأيون المغنسيوم فأيون الكالسيوم منشط لانزيم ATPase بينما أيون المغنسيوم مثبط فهو مطلوب فى مرحلة الارتخاء relaxation • وتختلف عملية الانقباض contraction تماما فى جوهرها عن عملية التيبس Rigor ، اذ أن التيبس يصاحبه تغييرات فى كل من الميوسين والأكتين بينما لاتحدث مثل هذه التغيرات فى حالة الانقباض • والتصلب stiffining الذى يطرأ على اللحوم نتيجة للتيبس يظهر باختفاء الأدينوزين ثلاثى الفوسفات مما يدعو الى التعبير

عن هذا المركب بانه عامل تليين أو تشحيم • وتليين اللحوم يمكن تحقيقه بوسائل ميكانيكية مثل القرم ، أو باضافة نسبة موافقة من ملح الطعام الذى يزيدقدرة البروتين على امتصاص الماء والاحتفاظ به ، او باستخدام الانزيمات مثل البابين papainالمستخرج من الباباز papaya الغض وانزيم bromelin المستخرج المحضر من الاناناس Pine apple وانزيم ficin المستخرج منالتين وانزيم التربسين المحضر من البنكرياسوانزيم rhozyme المستخرج من الفطر•

فالاصطلاح تيبس رمى Rigor Mortis يطلق على الحالة condition التى تصبح عليها اللحوم بعد ساعات قليلة من ذبح الحيوان ، وهى حالة التماسك rigidness فى الذبيحة carcass • وهذه الحالة مصحوبة باختفاء الأدينوزين ثلاثى الفوسفات من انسجة الذبيحة ، وبتفاعل الأكتين والميوسين لتكوين اكتوميوسين • وهذا الأكتوميوسين بتكونه يحدث توتر tension فى الياف العضلات ينعكس على تشكيلها فيصبح ممكنا التأكد من حدوثة بالفحص الميكروسكوبى حيث تظهر عقد nodes of contraction تشبه فى شكلها الأكورديون accordion• وبانقضاء يوم أويومين آخرين على التيبس تسترد العضلات ليونتها وتستقيم الألياف ثانية وتظهر كسور breaks فى الياف العضلة ، قد تكون كسورا حادة sharp fractures أو مساحات متآكله disintegrated areasتبدو متحببة granular تحت الميكروسكوب • وهذا التحلل degradation فى الألياف ، الذى يتواصل حدوثه أثناء التخزين ايضا ، سببه تحلل splitting البروتينات بفعل الانزيمات • والتغير الآخر الذى يطرأ على الذبيحة هو ازدياد الحموضة ، فالأس الايدروجينى pH فى الخلية الحية يقرب من التعادل ، أى حوالى ٧ر٤ ، وهذا يصبح فى اتجاه الحموضة ، اى حوالى ٥ر٥ ، بعد الموت بسبب انتاج حامض لكتيك من الجليكوجين • وبديهى ان مدى التغير يتوقف على مقدار الجليكوجين الذى يتحلل ، فقد تكون كمية الجليكوجين فى العضلات صغيرة بسبب الجوع او اجهاد الحيوان قبل ذبحة وفى هذه

الحالة يكون الأس الايدروجينى حوالى ٦ر٦ • وارتفاع رقم الاس الايدروجينى عن المعتاد يجعل لون اللحم البقرى متراوحا بين الأحمر الغامق للبنى والأسود المائل للبنفسجى كما يجعل القوام صمغيا gummy او لزجا Sticky • ولما كان سبب دكنة لون قطع اللحم dark-cutting beef قد اصبح معلوما فقد اصبح ممكنا تحاشى حدوثه باطعام الحيوان وخلوده للراحة قبل الذبح • ولما كان هذا اللون الداكن فى قطع اللحم يبدو غير جذاب فهو يؤدى الى خفض درجة اللحم وخفض سعره أيضا برغم أن هذا التطور عادى وأنه لا يضير القيمة الغذائية للحم بعد طهية • ومما يتصف به أن تطهى اللحوم ، والدواجن ايضا ، بعد انتهاء رحلة التيبس rigor وليس قبلها لأن الليونة فى القوام والطعم تستمر بعد انتهاء التيبس وتأخذ فى الازدياد أثناء التعتيق • كذلك تجمد اللحوم والدواجن بعد انتهاء مرحلة التيبس وليس مسبقا • وعادة تطول مدة التعتيق المناسبة فى حالة احتواء قطع اللحم على نسبة مرتفعة من الدهن ، فيلزم اسبوعان مثلا للوصول الى درجة ملائمة من الليونة • وفى أغلب الأحيان يبدأ استهلاك اللحم بعد حوالى سبعة ايام الى عشرة ايام من تاريخ الذبح • وخلال التخزين تحدث تغيرات القوام والليونه بتأثير الانزيمات البروتيوليتية على بروتين العضلات • والملاحظ ان الليونة تزداد وبتحسن الطعم من وجهة لقوام عندما تكون درجة الحرارة تعلو الواحد مئوية (٣٤ ـ ٣٦° ف) بشرط اتخاذ الحيطة لايقاف نشاط الكائنات الحية الدقيقة كأن يضاف غاز ثانى اكسيد كربون أو أوزون فى جو غرف التبريد أو تعامل الغرف بالأشعة فوق البنفسجية أو تحقن قطع اللحم بالمضادات الحيوية •

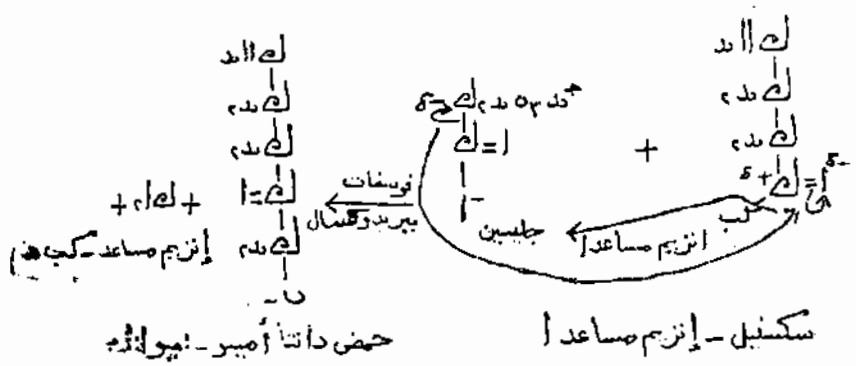
وقد تبددت بعض النظريات القديمة المتعلقة بليونة اللحم وطرق طهيه ، ومنها نظريةطهى اللحمالخشنtoughبالحرارة الرطبة لتساعد الرطوبة المضافة فى تكسير كميات كبيرة من الكولاجين الموجود فى اللحم ، فالثابت أن هذا التغير يحدث أيضا فى حالة الطهى بالحرارة الجافة • والنظرية الثانية

القديمة تنص على تحاشى استعمال الحرارة العالية لأنها تسبب خشونة toughen اللحم وهى نظرية ليست صحيحة لأن الليونة تختلف باختلاف طريقة الطهى أيضا اذ يمكن الحصول على شرائح steaks بالغة الليونة بتحميرها مكشوفة داخل الفرن بالحرارة الجافة على درجة ٢٨٨° م (٥٥٠°ف) بينما تعتبر درجة ٢٠٤° م (٤٠٠° ف) اعلى من المناسب فى حالة الطهى بالحراة الرطبة braising meat ، الذى يماثل ايضا الشوى فى وعاء مغطى potroasting لاحتجاز الرطوبة ولهذا يفضل أن يعاد صياغة هذه النظرية بجعلها توضح أن الحرارة العالية ولمدة طويلة تسبب خشونه اللحم • وينصح بجعل درجة حرارة الشوى roasting لجميع قطع اللحم ١٦٣° م (٣٢٥° ف) فى الفرن باستخدام الحرارة الجافةوبدون تغطية قطع اللحم •

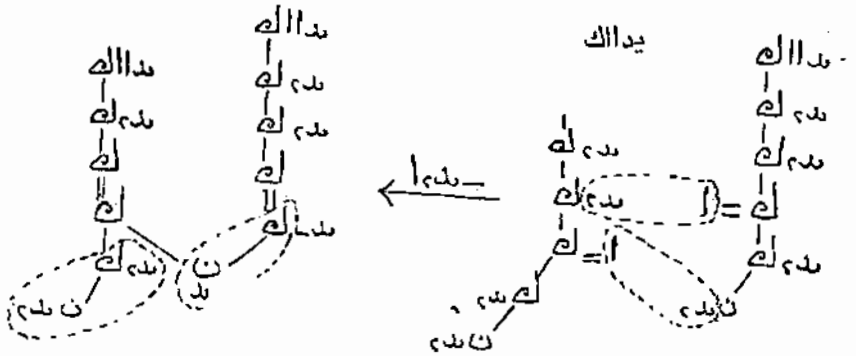
وبالنسبة للون اللحم الحيوانى فالمادة الملونة الأساسية فى خلايا اللحم العضلى هى الميوجلوبين myoglobin المماثلة تماما لهيموجلوبين hemoglobin خلايا الدم الحمراء ، وهذه المادة الملونة تبقى فى اللحم بعد للاستهلاك الآدمى لأنه ليس ممكنا التخلص من بقايا الدم والأوعية الدموية بعد الذبح • والهيم heme مادة ملونة اخرى توجد فى بعض انزيمات الدم مثل السيتوكروم والبيروكسيديز لكنها تأثيرها فى لون اللحم ضئيل ويعتبر الميوجلوبين هو المؤثر فى الجزء الأكبر من لون اللحم • وهذا الميوجلوبين عبارة عن بروتين به جزىء هيم واحد لكل جزىء بروتين فهو يختلف فى تركيبه عن الهيموجلوبين الذى يحتوى على اربعة جزيئات هيم لكل جزىء بروتين ولذلك يكون الوزن الجزيئى للهيموجلوبين (٦٨٠٠٠) يوازى أربعة امثال نظيره للميوجلوبين (١٧٠٠٠) ، كما يتباين هذان البروتينان فى نوعية الأحماض الأمينية الموجودة بهما دون تباين فى تركيب الهيم وتحتوى المجموعة المرتبطة prosthetic group على بورفرين porphyrins ، ويوجد الحديد فى تركيب الميوجلوبين والهيموجلوبين بينما فى الحيوانات البحرية تحتوى البروتينات الملونة على نحاس ، فجميعها تختلف عن بورفرين للكلوروفيل الموجود فى البيانات الخضراء ويحتوى على ماغنسيوم •

وهذا البورفرين عبارة عن مركب حلقى مكون من اربعة حلقات بيرول pyrrole تربطها ببعضها مجموعة ميثين methene ك يد ، وفى حالة الميوجلوبين والهيموجلوبين توجد مجموعات ميثايل – كيدم وفينايل – كيد = كيدم وحمض بروبيونيك – كيدم – كيدم – فى جزئ نواة البورفرين ، ويكون الارتباط بين ذرة الحديد وذرتى النتروجين بواسطة رابطة تعاونية بمشاركة الكترونات مع النتروجين بالاضافة الى ارتباط الحديد بـذرتى النتروجين الأخريتين • وللهيم فى كل من الميوجلوبين والهيموجلوبين قدرة على الاتحاد مع بعض المركبات النتروجينية العضـوية مثل الهستيدين المحتـوى على مجموعة اميدازول imidazole حيث يرتبط الحديد مع أحد ذرتى النتروجين فى الاميدازول لكنه لا يتحد مع بعض هذه المركبات مثل الأرجينين والليسين • وينفرد كل من الميوجلوبين والهيموجلوبين بخاصية هامة وهى قدرة كـل منهما على الارتباط بالأكسيجين دون حدوث أكسدة للحديد وهو تفاعل عكسى له أهمية فى نقل الأكسيجين من مكان لآخر فى جسم الانسان والحيـوان وله اثره فى تغير لون قطع اللحم عقب التقطيع • والهيموجلوبين هو الذى ينقل الاكسيجين فى الدم بينما يستقر الميوجلوبين فى العضلات ليستخـدم فى عمليات الانقباض • ويبدو اللون داكنا فى عضلات اللحم اذا كانت نسبة الميوجلوبين مرتفعة كما هـو الحـال فى عضـلة القلب الدائمة الانقباض والانبساط ، وأيضا كما فى لحم الحيوان الكبير السن مقارنا بلحم الحيوان الصغير •

والبورفرين الموجود فى اللحم يتخلق حيويا بتفاعلات يمكن تقسيمها الى أربعة خطـوات : فى الأولى يتكثف condense الجليسين مـع السكسنيل انزيم مساعد أ A ، الذى يعتبر الصورة النشطة Activated form لحمض السكسنيك ، فوجود انزيم سنثيزحمض الأمينو – لفيولنك δ -aminolevulinic acid (ALA) synthase الذى ينظم معدل تخليق الهيم ويثبطه كل من الهيم والهيمين hemin يلزمه وجود فوسفات البيريدوكسال pyridoxal phosphate

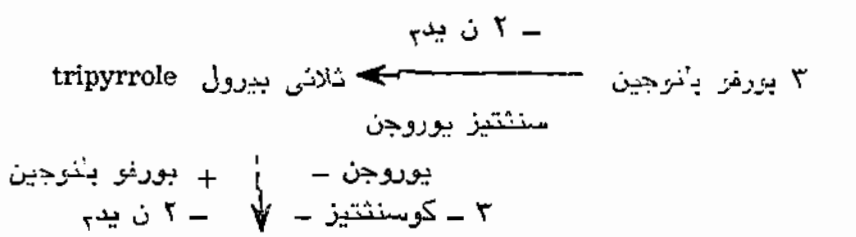


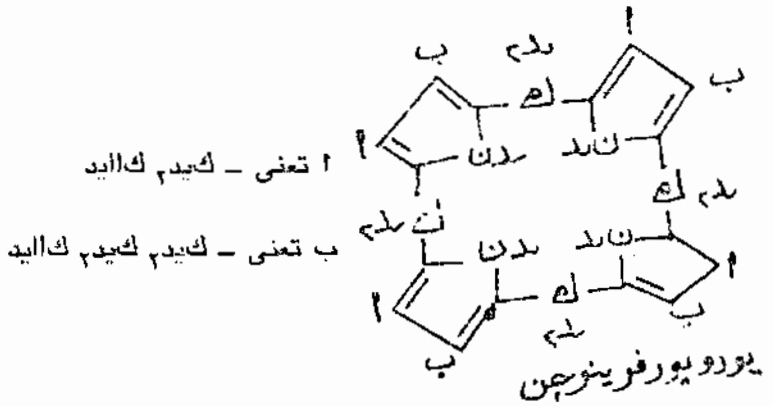
وفى الخطوة الثانية يتكثف جزيئان من حمض الامينولفيولنك ALA لتكوين المشتق البيرولى pyrrole derivative البورفوبلنوجن porphobilinogen بتأثير انزيم دهيدريز AlAdehydrase الذى يثبطه الهيم حتى بتركيز قليل :



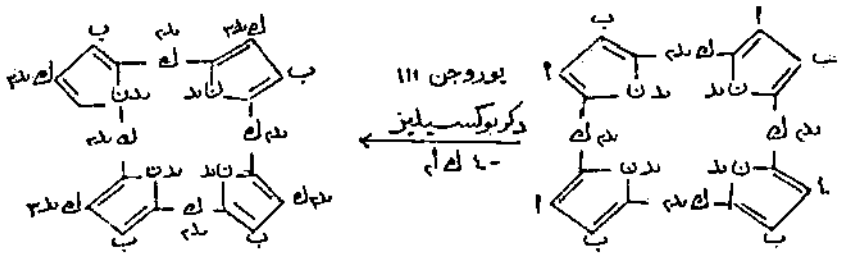
حمض امينولفيولنك (جزيئان) بورفوبلينوجين

وفى الخطوة الثالثة يتخلق المشابه بوروبورفرينوجين uroporphyrinogen III فقط من بين الأربعة مشابهات isomers الممكنة :

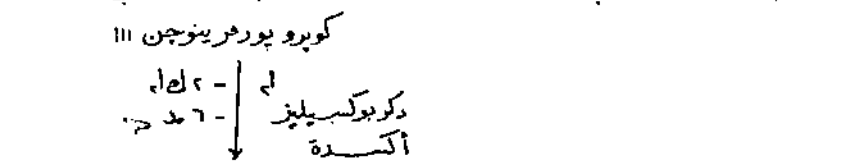




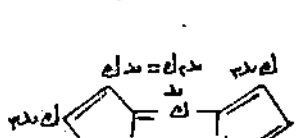
وفى الخطوة الرابعة تحدث عدة تفاعلات متضمنة ازالة الكربوكسيل decorboxyiation من سلاسل الأسيتيل الجانبية فى الحلقات الأربعة بمساعدة انزيم دكربوكسيلاز وتتكون مجموعات الميثايل فى مركب الكوبرو بورفرينوجين coprporphyrinogen III ويلى ذلك اكسدة بقايا البروبيونيل فى الحلقتين الأولى والثانية وكذلك روابط الميثان methane bridges فى الأوضاع ألفا وبيتا وجاما ودالتا وبعدها يبدأ الفروشلاتيز ferrochelatase الموجود فى الميتوكوندريا فى ادخال أيون الحديدوز فى الحلقة رباعية البيرول لتكوين الهيم :

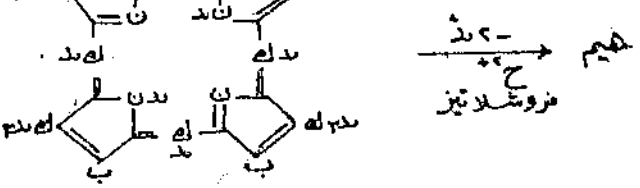


يوروجن III

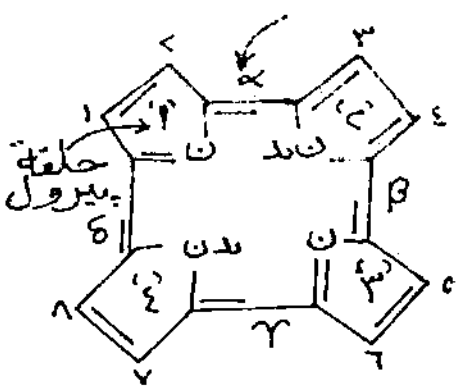


كوبرو بورفرينوجن III





بروتوبورفرين IX



بورفين

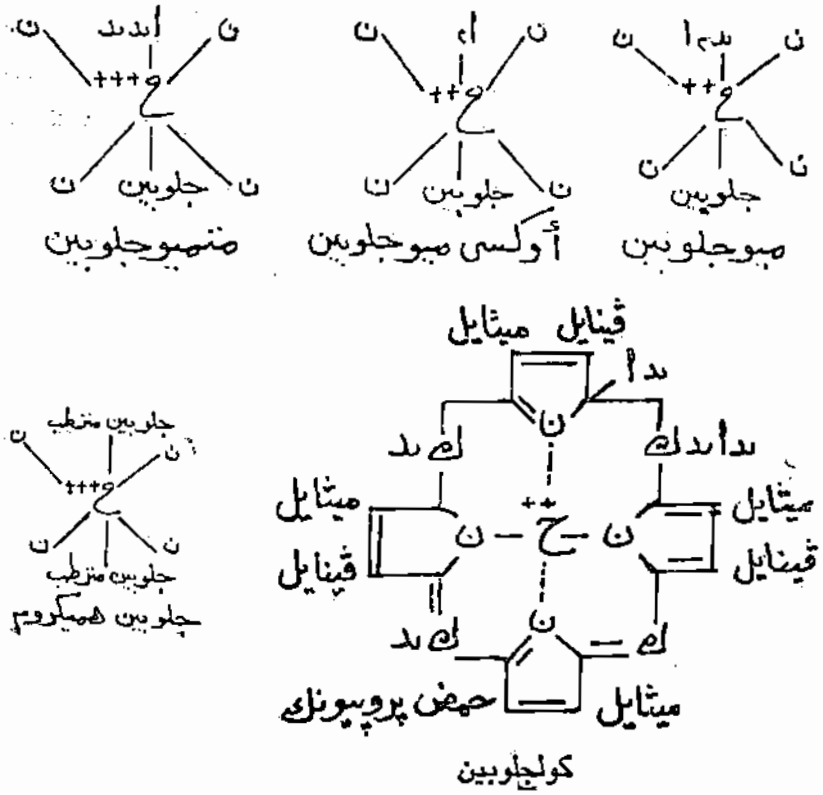
ويختلف الهيموجلوبين أ A عن الهيموجلوبين س S اذ يستبدل متبقى الجلوتاميك فى الحمض الأمينى السادس فى الترتيب من جهة الطرف الأمينى فى سلسلة البيتابيبتيد بمتبقى فالين valine residue :

٠٠ ليسين ـ جلوتاميك ـ جلوتاميك ـ برولين ـ ثريونين ـ ليوسين ـ هستيدين ـ فالين ـ زيد$_2^+$ عادى

٠٠ ليسين ـ جلوتاميك ـ فالين ـ برولين ـ ثريونين ـ ليوسين ـ هستيدين ـ فالين ـ زيد$_2^+$ غير عادى ٠

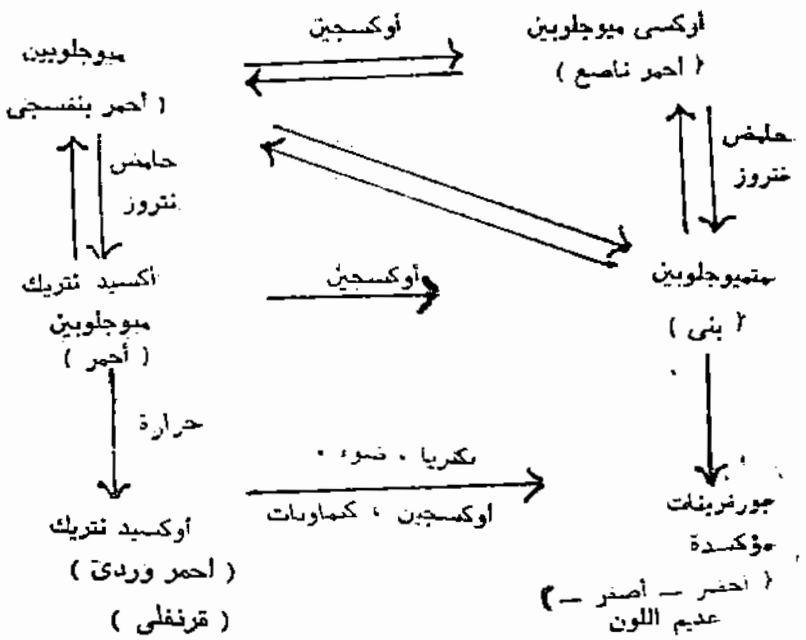
أما الأوكسى ميوجلوبين oxymyoglobin فى الأنسجة الحيوانية الحية الناتج من الاتحاد بالأوكسيجين ولونه أحمر ناصع فيكون فى حالة توازن مع مركب الميوجلوبين ذى اللون الأحمر المشوب بالبنفسجى ٠ وعند تقطيع اللحوم يبدأ تحول لون السطوح المقطوعة من الأحمر المائل للأزرق المتسبب عن وجود تركيزات مرتفعة من الميوجلوبين مع الهيموجلوبين الى الأحمر الوردى بسبب تحول الميوجلوبين الى اوكسى ميوجلوبين ٠ وهذا التحول لايطرأ على المركبات الأخرى ذات الهيم مثل السيتوكروم ٠ وتحتفظ قطع اللحم باللون الأحمر الناصع طيلة ملامستها للأوكسيجين ، اى طالما كانت القطع مغلفة بمواد تسمح بمرور الأوكسيجين خلالها ، أما فى حالة التعبئة فى جو من غاز خامل فان لون اللحم يعود الى الأحمر المائل للبنفسجى نتيجة للتحول الى ميوجلوبين ٠ وبتعتيق اللحوم فى جو خال من الأكسيجين اى بعد مضى ثلاثة أيام تقريبا يعترى قطع اللحم لون بنى غير مرغوب سببه تاكسد الميوجلوبين بفعل البيروكسيدات أو الكينونات أو غيرها ويصبح الحديد فى صورة حديديك ، وقد يصحب هذا التغير فى اللون تغيير فى ترتيب ذرات جزىء البروتين اى نزطبة denaturation كما قد ينفرد الهيم الحر ويتكون حديد بروتو بورفرين ٠ ومثل هذا يحدث أيضا فى حالة معاملة اللحوم بالأحماض كحمض الخليك مثلا ، وفى حالة معاملة اللحم بالحرارة العالية او بالتجميد او بالأشعة فوق البنفسجية او بالملح

أو ببعض المعادن • وأحيانا يمكن منع ظهور هذا اللون البنى فى اللحم المفروم باضافة حامض اسكوربيك أو مادة مختزلة مماثلة • وقد يتحول مركب الحديد وبروتوبورفرين الى مادة خضراء اللون ويصحب ذلك تغييرات فى رائحة ونكهة اللحم • والمواد الخضراء متنوعة التركيب فبعضها (فردوهيم) verdoheme كولاجلودرين cholaglodrin وبعضها كولجلوبين cholegloبin والظروف التى تساعد على اكسدة البورفرين منها تولد كبريتور ايدروجين بفعل البكتريا ، ومنهاتكون فوق اكسيدايدروجين بفعل البكتريا وهذا قد يتحلل فى اللحم الطازج بتاثير نشاط انزيم الكتاليز ولكنه يظل بدون تحلل فى اللحم المخزن المعتق لخلوه من الكتاليز وبذلك يظل اللون مخضرا • وفى عملية الطهى يتغير لون اللحم بسبب خفض نسبة مركب الأوكسى ميوجلوبين وتكون مركب الهميكروم hemichrome ذو اللون البنى وذو البروتين المنزطب والحديد المؤكسد الى حديديك • وهذا الهميكروم يساعد على ظهور الزناخة فى اللحم المطهى المحفوظ فى الثلاجة •



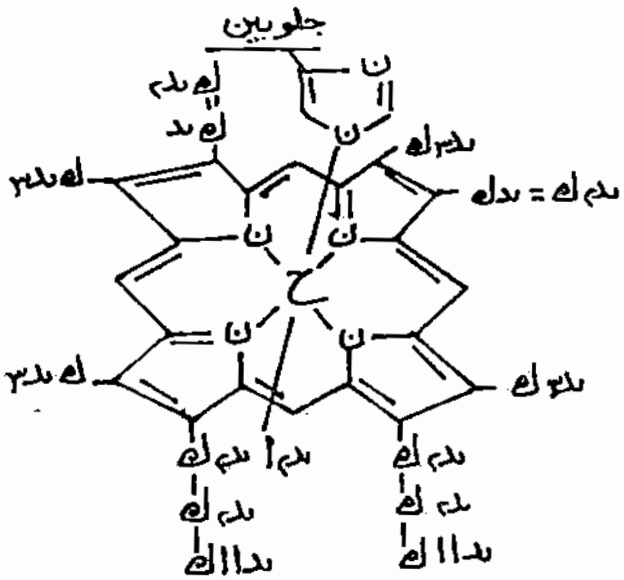
واللحوم المسواه cured او المملحة تتعرض لتغير اللون أيضا • فقد يملح اللحم بالطريقة الجافة dry cure حيث تضاف مواد التمليح الى قطع اللحم وتترك هذه فى غرف التبريد الى أن يتشرب اللحم تلك المواد المضافة ، او تملح اللحوم بطريقة التخليل pickle cure اذ تذاب مواد التمليح فى الماء ويستعمل المحلول ، او تسوى اللحوم بطريقة الحقن injection ، أو تقطع اللحوم وتعامل بمواد التمليح وتمزج comminuting and mixing ومواد التسوية والتمليح هذه عبارة عن ملح الطعام ونترات الصوديوم ونتريت الصوديوم وحامض الخليك والسكر • والملاحظ ان النترات والنتريت تساعدان على حفظ اللون ، وان النترات تتحول الى نتريت بفعل البكتريا ، وان النتريت نا تتحول الى يدنا باكتساب ذرة ايدروجين عند الأس الايدروجينى ٥ر٤ ـ ٦ر٠ الذى تتصف به اللحوم ، وان الحمض المتكون يد نا يختزل الى نا بتاثير بعض مكونات اللحم ، وان الأكسيد الناتج يتحد مع الميوجلوبين ذى اللون الاحمر الأرجوانى purplishred مكسبا اللحم لونه الأحمر الزاهى • ومركب النيتروزوميوجلوبين nitrosomyoglobin البنفسجى اللون المتكون اثناء التسوية يتحول الى مركب الجلوبين المنزطب نتروزو هيموكروم denatured globin nitrosohemochrome الأكثر ثباتا منه والذى يكسب اللحم لونا ورديا pink ولكن سرعان ما يتحول هذا الأخير بتعرضة للضوء والجو الى مركب جلوبين منزطب نتروزوهميكروم denatured globin nitroso hemichrome البنى اللون نتيجة تاكسد الحديدوز الى حديديك ، وقد تستتم عمليات أخرى تؤدى الى ظهور لون أخضر فى اللحم المسوى ولهذا ينصح بتغليف قطع اللحم المسوى بمواد مناسبة تحول دون حدوث مثل هذه التفاعلات او تضاف للحوم المسواه مواد مختزلة مثل حامض الأسكوربيك ، كما ينصح بتعبئة اللحوم المسواه فى جو من غاز خامل او ازالة الأوكسيجين لمنع حدوث الأكسدة وتغير اللون • ويعلل زيادة احتمال اللحوم المسواه للتخزين بدون تغير فى الطعم والزناخة مقارنة باللحم المطهى غير المسوى بوجود الحديد فى صورة حديدوز •

وتوضح تحولات الميوجلوبين بالشكل التالى :



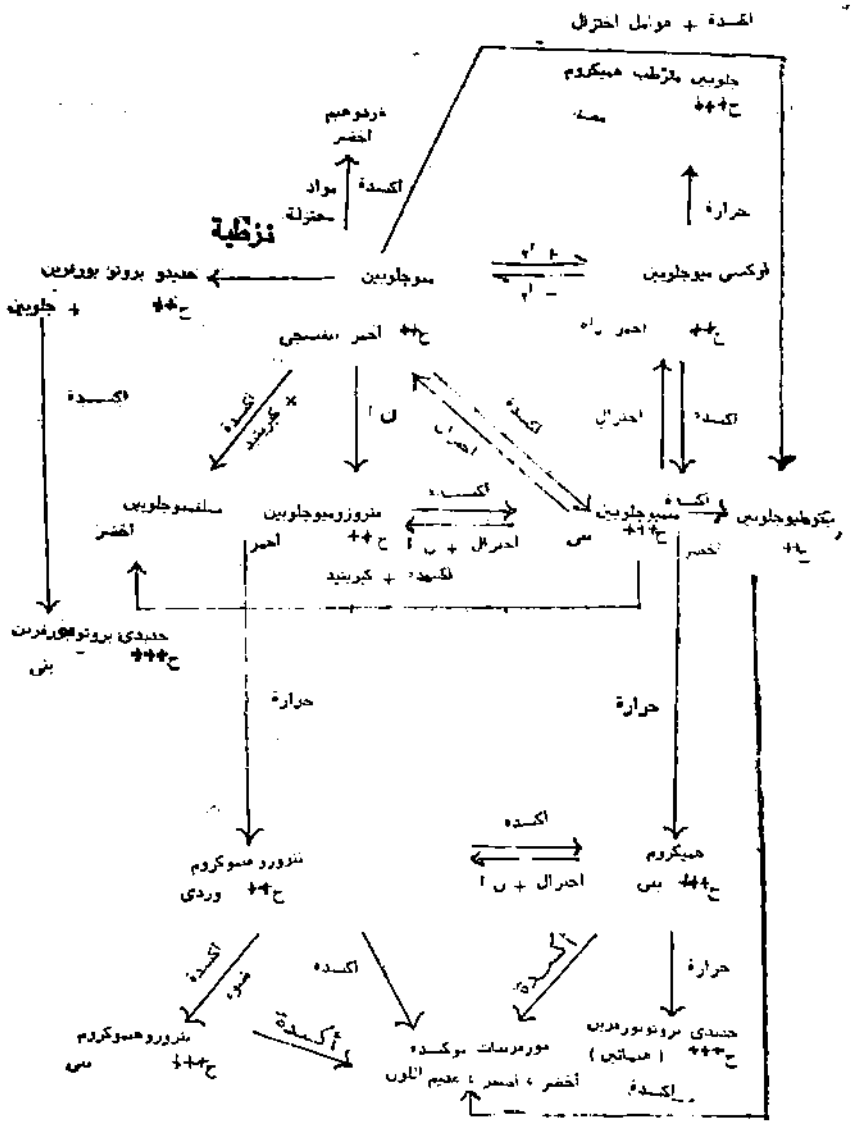
فبصفة عامة تحتوى اللحوم العضلية على عدد من المواد الملونة pigments ، منها الميوجلوبين myoglobin والهيموجلوبين hemoglobin والسيتوكرومات cytochromes والكتاليز catalase والفلافينات flavins وغيرها ، الا أن الميوجلوبين والهيموجلوبين هما السائدان ، وكلاهما عبارة عن بروتينات معقدة ويدخلان فى تفاعلات متماثلة فى اللحوم الا أن لكل منهما دور فى الأنسجة الحية يختلف عن الدور الذى يقوم به الآخر ، فالهيموجلوبين هو المادة الحمراء الناقلة للاوكسيجين الى الأنسجة بينما الميوجلوبين هو المادة الملونة السائدة فى العضلات والمعتبرة جهاز تخزين الأوكسيجين على مستوى الخلية وهو اكثر تآلفا للأوكسيجين ولذا يتلقف الأوكسيجين بسرعة واثبات ذلك سرعة تحول لون قطع اللحم بمجرد

قطعها وتعريضها للجو اذ تصبح ناصعة brightening نتيجة للاتحـــاد بالأوكسيجين · ويختلف المركبان أيضا فى التركيب فبينما يحتوى جزىء الهيموجلوبين على اربعة مجموعات هيم heme يكون جزىء الميوجلوبين به مجموعة هيم واحـدة ولـذا فالـوزن الجزيئى للأول ٦٤٠٠٠ وللثانى ١٦٠٠٠ ـ ١٧٠٠٠ · وذرة الحديد فى وسط جزىء الميوجلوبين لاتقـــوم ، اى لاتساهم contribution بأى الكترونات بل انهـا تقبلت ستة ازواج من الالكترونات الخاصة بذرات أخرى هى خمسة ازواج من النتروجين وزوج واحد من الأوكسيجين ، والخمسة ذرات نتروجين يقع أربعة منها فى حلقة البورفرين بينما الخامسة فى مجموعة الاميدازول الداخلة فى جزىء الهستيدين الذى يقع فى سلسلة الأحماض الأمينية المكونة للجلوبين globin · ويتحدد لون المادة الملونة pigment تبعا لطبيعة المجموعة المرتبطة بذرة الحديد فى الهيم عند الوضع المشـغول بالشـق ايدم فى كـل من الهيموجلوبين والميوجلوبين · وكل من هذين المركبين يمكن أن يتأكسد oxidized وان يأخذ الأوكسيجين oxygenated فى حالة وجود الأوكسيجين ، وتتحـدد نســـبة التموجـــلوبين metmyoglobin الى الأوكســـى ميـــوجلوبين oxymyoglobin تبعـــا للضـــغط الجـــزيئى للأوكســـيجين اذ يتغلب تكوين التميوجلوبين فى حالة انخفاض ضغط الأوكسيجين بينما يتغلب تكوين الأوكسى ميوجلوبين فى حالة ارتفاع الضغط ·



جزىء ميوجلوبين

وتستخدم النترات أو النتريت فى تسوية اللحوم لتضاد counteract تأثيرات ملح الطعام غير المرغوبة فى لون اللحم • وأحيانا يقرن التدخين smoking بالتسوية curing فى طرق حفظ المنتجات الحيوانية ، فالدخان يعمل كعامل تجفيف وايضا يترك على سطح اللحوم طبقة من المواد الناتجة من التقطير الاتلافى للخشب ومن بينها قدر ضئيل من الفورمالدهيد • وتتلخص اغراض تدخين اللحوم فى تكوين النكهة ، والمساعدة على الحفظ ، وخلق منتج جديد ، وتعديل اللون ، والوقاية من الأكسدة • ومن الصعوبات التى تكتنف عملية التدخين أنها تحتاج الى نظافة مستمرة • لهذا تفضل بعض المصانع استخدام الطريقة السائلة liquid smoke غير أن هذه الطريقة تستلزم اضافة وسيلة للمعاملة الحرارية cooking facilities • وقد حققت الطريقة المستمرة للتدخين continuous smoking system عددا من المزايا منها تقليل المساحة اللازمة ، وزيادة سرعة العمل وتقليل نفقات الأيدى العاملة ، وزيادة التحكم فى ظروف اجراء العملية • ويلاحظ انه اثناء المعاملة تتقلل الديدان الشريطية عند درجة ٥٩° م ، ويوقف النشاط الانزيمى ببلوغ درجة ٦٠° م ، وببلوغ مركز قطع اللحم درجة ٦٠° م يصبح اللحم قابلا للتداول فى عبوات تحمل عبارة كامل الطهى fully cooked او معد للأكل مباشرة ready to eat •



تحولات الميوجلوبين

(٤) بروتين الحبوب والبذور :

انتاج الغلال والبذور فى العالم آخذ فى زيادة مضطردة باعتباره احد وسائل مجابهة تزايد عدد سكان العالم • واهم هذه الحاصلات هى الغلال cereals والبذور الزيتية ، فكلاهما يستخدم فى تغذية الانسان بطرق مباشرة او بطرق غير مباشرة عن طريق اطعامهما لحيوانات المزرعة التى تعود فيما بعد الى مائدة طعام الانسان • وتدل الاحصاءات على أن ٧٠٪ من بروتين العالم يأتى من مصادر نباتية بينما ٣٠٪ مصدرها حيوانى • والغلال grains بمفردها تمد الانسان بحوالى نصف كمية البروتين اليومى الذى يتناوله ، ويضاف الى ذلك البروتين الحيوانى الذى نتج من التغذية على هذه الحبوب • ولهذا يعتقد أن الغلال ستظل تحتل مركز الصدارة كمصدر لبروتين طعام الانسان ، بالاضافة الى انها ستظل محتفظة بمكانتها كمصدر للجزء الأكبر من الطاقة التى يستمدها الانسان من طعامه أما البذور الزيتية ، ومن بينها النقل nuts و pulses ، فغنية فى محتواها البروتينى وستظل تفى بالجزء الأكبر من احتياجات الاشخاص للبروتين فى الدول الفقيرة فى الثروة الحيوانية والتى ترتفع فيها أسعار اللحم الحيوانى الى حد فائق مقارنا بالدخل القومى للفرد • ولهذا فالبذور الزيتية تستخدم فى الدول الصناعية developed countries فى تغذية الحيوانات فقط •

وقد بلغ الانتاج العالمى من الغلال عام ١٩٦٨ حوالى ١٨ر١ بليون طن مترى ، ٢٨٪ منها قمح ، ٢٤٪ أرز ، ٢١٪ ذره ، ١١٪ شعير ، ٥٪ زمير ، ٤٪ سورجم ، ٣٪ جودار ، ٤٪ حبوب أخرى • أما البذور الزيتية فالعالم انتج منها عام ١٩٦٨ حوالى ٤٤ مليون طن مترى فول صويا soybeans ، ٢١ مليون بذرة قطن ، ١٥ مليون فول سودانى peanuts ، ١٠ مليون عباد الشمس sunflower • وقدر استهلاك البروتين بالمليون طن مترى عام ١٩٦٨ بحوالى ٥ر٦٠ من الغلال ، ٤ر٣ من الاسماك ، ٥ر١٢ من اللبن ، ٧ر١٢ من اللحم ، ٨ر١ من البيض ، ٢ر٢٣ من مصادر أخرى بمجموع قدره ٥ر١١٣ •

والقيمة الغـــذائية nutritive value لبروتينـــات نـــــوع من الذره opaque-2-corn تماثل نظيرتها لبروتينات اللبن تقريبا ، الا ان بروتينات الذرة العادية فقيرة فى الحمضين الأمينيين ليسين وتربتوفان · فالنـــــوع opoque-2 به قدر بسيط من الزايين zein فى الاندوسبرم وقدر اكبر من البروتينات الأفضل غذائيا المعروفة بالجلوتلينات glutelins · وهـــذه الاختلافات تعزى لأسباب وراثية ، مثل ما حدث فى الشعير ايضا فقد ازدادت قيمة الليسين فى احد أنواعة وفى الأرز أيضـــا حيث بالتهجين نتجت سلالة بها زيادة فى البروتين قدرها ٢٪ ، وفى الزمير استنبطت ســـلالة بذرة القطن والفول السودانى وفول الصويا والشعير تحتـوى على بروتين بســـرعة باســـتخدام الاسبكتروســـكوب الألكتـرونى واشـــعة اكس X-ray photoelectron spectroscopy وقد لوحظ أن بعض البذور مثل بذرة القطن والفول السودانى وفول الصـــويا والشعير تحتوى على بروتين مخزن storage protein أطلـــق عليـــه الاســـم الأجســـام البروتينية protein bodies ، وهو لايوجد فى حبوب القمح ولهذا لا يلقى الاهتمام فى بحوث التغذية ·

وكمية البروتين المستهلكة فى العالم سنويا ، والمقدرة بحوالى ١١٣٫٥ مليون طن مترى ، تزيد عـن ما يلزم لسكان الأرض البالـغ عددهم ٣٫٥ بليون ، اذ باعتبار المقرر اليومى للفرد ٦٥ جرام بروتين تكون احتياجات العالم سنويا حوالى ٨٣ مليون طن مترى : وبمقارنة السعرات من مصدر نباتى للفرد فى اليوم plant calorie equivalents per capita per day نجد انه ١١٠٤٠ فى الولايات المتحدة الامريكية ، ٨٩٤٠ فى السويد ، ٨١٧١ فى الدول المتقدمة ، ٧١٨٠ فى ايطاليا ، ٧١٧٠ فى الاتحاد السوفيتى ، ٥٧٦٠ فى اليابان ، ٤٣٠٠ فى المكســـيك ، ٣٣٥٠ فى الفـــابين ، ٣٣٩٠ فى تونس ، ٣٢١٦ فى الدول النامية ، ٣٠٩٥ فى الهند · وهذا يعنى انه فى حالة الرغبة فى بـــلوغ الرقم الخاص بالولايات المتحدة فيجب على تونس مثلا أن تزيد انتاجهـا النباتى الى الضعف ، وعلى ايطاليا ان تزيده بمقدار مرتين ونصف ·

ويقدر انتاج البروتين من الفدان acre بحوالى ٥٠٨ رطل للفول السودانى، ٣٢٣ للذرة ، ١٨٠ للقمح ، ٩٧ للبن ، ٥٨ للحم · وهذا الانتاج محسوب على اساس أن الفدان يعطى ١٤٤٠ رطل (٢٤ بوشل) من فول الصويا أو ٣٥٨٤ رطل (٦٤ بوشل) من الذرة أو ١٥٠٠ (٢٥ بوشل) من القمح أو ٢٨٠٠ لبن حليب أو ٣٤٢ لحم بقرى · وباحتساب سعر الوحدة للبروتين نجد انه يتباين تبعا لمصدره فهو فى اللحم البقرى ثمانية أمثاله فى اللبن السائل تقريبا وحوالى ستة عشر مرة قدر سعر بروتين القمح وحوالى ضعف سعر بروتين البيض وبروتين الكازين · وقد لعبت الثورة الخضراء green revolution دورا هاما فى هذا المجال وخاصة بالنسبة للغلال لكنها مازالت غير قادرة بمفردها على انهاء حالة سوء التغذية malnutrition السائدة فى البقاع الفقيرة من العالم · كما أن تدعيم منتجات الحبوب cereal fortification افاد فى مجال الصحة العامة ، اسوة بتزويد الدول الفقيرة بأطعمة بروتينية للأطفال وبمشروبات بروتينية soft drink protein beverages ومنتجات بروتينية اخرى textured protein products · وحاليا تدعم منتجات الأطعمة باضافة فيتاميكات ومعادن واحماض امينية ومركزات بروتين · وقد كبتت فوائد التدعيم بالأحماض الأمينية اذ يزداد القدر من البروتين الذى يستخدمه الجسم utilizable protein كما هو واضح من البيانات التالية :

الطعام	بروتين ٪	البروتين المستخدم ٪	الزيادة فى البروتين المستخدم لكل ١٠٠ جم طعام
دقيق أبيض	١٣ر٧٥	٣ر٢٠	٢ر١٤ جرام
دقيق أبيض + ٠٢ر٠٪ ليسين	١٣ر٩٤	٥ر٣٤	
خبز	١٥ر٠	٧ر٣	٢ر٧ جرام
خبز + ٣ر٠٪ ليسين	١٥ر٠	١٠ر٠	
ذرة صفراء	٧ر٩٥	٣ر٠	٢ر١ جرام
ذرة صفراء + ٠١ر٠٪ تربتوفان + ٣ر٠ ٪ ليسين	٨ر٣٧	٥ر١	
أرز	٧ر١٢	٤ر٥٥	٣ر٠٢ جرام
أرز + ٣ر ٪ ليسين + ٠ر٠٪ ثريونين	٧ر٥٢	٧ر٥٧	

وتكاليف التدعيم محتملة ، فهى لاتتجاوز ٥٪ من ثمن الدقيق مثلا ولكنها تتباين تبعا لمناطق التدعيم فقد تصل الى ١٣٪ من ثمن الأرز المدعم فى الباكستان أو ١٥ر٢٪ من ثمن الذرة الصفراء المدعمة فى جواتيمالا . وطريقة التدعيم سهلة تماما ، فقد تستخدم خلاطات chemical Feeders- لاضافة مسحوق الفيتامينات والمعادن والأحماض الأمينية للدقيق مباشرة فى المطاحن ، وقد تضاف مواد التدعيم فى صورة أقراص الى الدقيق عند عجنه فى المخابز ، وقدترش الحبوب الغذائية برذاذ من سائل يحتوى على مواد التدعيم ، وقد يمزج قدر صغير من الحبوب بكميات كبيرة من مواد التدعيم ويستخدم هذا المخلوط premix فى تحضير الكميات النهائية يمزجه بها بنسبة تتراوح بين نصف وواحد فى المائة .

وبدراسة الحالة الغذائية فى الدول المختلفة يلاحظ ان البروتين النباتى يمثل ٦١ الى ٩٠٪ من البروتين الكلى المتناول كما هو واضح من الجدول التالى :

الدولة	بروتين : (٪ من السعرات)	الحيوانى (جرام بروتين يوميا)	النباتى	الاجمالى	النباتى ٪
ايران	١٢ر٢	١٣	٤٩	٦٢	٧٩
العراق	١٣ر١	١٥	٥٩	٧٤	٨٠
سوريا	١١ر٥	١١	٥٤	٦٥	٨٣
جمهورية مصر العربيه	١٢ر٠	٧	٦٣	٧٠	٩٠
الكونغو	٧ر٤	٧	٤٢	٤٩	٨٦
نيجيريا	٩ر٠	٦	٥٤	٦٠	٩٠
البرازيل	٩ر١	٢٠	٤٤	٦٤	٦٩
كولومبيا	٩ر٢	٢٠	٣١	٥١	٦١
المكسيك	١٠ر١	١٨	٥١	٦٩	٧٤
الهنـــد	١١ر١	٦	٥١	٥٧	٩
اندونيسيا	٩ر٠	٤	٤٤	٤٨	٩٢
الباكستان	١٠ر٦	١٠	٤٤	٥٤	٨٢
المتوسط	١٠ر٤	١١	٤٩	٦٠	٨٢

الدولة	جرام بروتين / فى اليوم / للفرد من :			
	غلال	نقل	خضروات	بروتين الغلال ٪
البرازيل	٢٦ر٤	١٧ر٣	٠ر٢	٦٠
تايلاند	٣١ر٤	٧ر٢	١ر٨	١٨
كولمبيا	١٧ر٨	٢ر٩	٠ر٥	٨٤
الحبشة	٤٤ر٣	١٢ر٠	٠ر٤	٧٨
جواتيمالا	٣٨ر٦	٥ر٣	١ر٧	٨٥
الهند	٣١ر٠	١٣ر٢	٠ر١	٧٠
ايران	٤٢ر٦	٢ر٢	٠ر٣	٩٥
العراق	٣٧ر٢	٣ر٤	١ر٩	٨٨
الاردن	٣٩ر٨	٥ر٦	٣ر٨	٨١
المكسيك	٣٣ر٠	١٣ر٦	٠ر٥	٧٠
الباكستان	٣٢ر٨	٣ر٣	٠ر٧	٨٩
الفلبين	٢٥ر٥	١ر٦	١ر٤	٨٩
جمهورية مصر العربية	٥٤ر٣	٦ر٩	٣ر٥	٨٤
المتوسط	٣٤ر٩	٧ر٣	١ر٣	٨١
المجال	١٧ر٨ ـ ٥٤ر٣	١ر٦ ـ ١٧ر٣	٠ر١ ـ ٣ر٨	٦٠ ـ ٩٥

والجدول التالى يوضح نسب الأحماض الأمينية الضرورية والسستين فى أقسام البروتين الموجود فى الأرز الأبيض محسوبة بالجرامات لكل ١٦ر٨ جرام نتروجين :

الحمض الأمينى	قسم البروتين : البومين	جلوبيولين	بروتين الأرز الأبيض ٪	
			بروالامين	جلوتلين
ايزوليوسين	٤ر٠٥	٣ر٠٣	٤ر٦٨	٥ر٢٧	٤ر١٣
ليوسين	٧ر٨٩	٦ر٥٦	١١ر٣	٨ر١٩	٨ر٢٤
ليسين	٤ر٩٢	٢ر٥٦	٠ر٥١	٣ر٤٧	٣ر٨٠
ميثونين	٢ر٥٤	٢ر٢٧	٠ر٥٠	٢ر٦١	٣ر٣٧
ميثونين + سستين	٥ر٤٠	٢ر٢٧	٠ر٨٠	٤ر٠٩	٤ر٩٧
فينايل الانين	٢ر٩٧	٣ر٣٢	٠ر٢٦	٥ر٤٢	٦ر٠٢
ثريونين	٤ر٦٥	٤ر٥٥	٢ر٨٦	٣ر٩٢	٤ر٣٤
تربتوفان	١ر٨٨	١ر٣٤	٠ر٩٤	١ر١٦	١ر٢١
فالين	٨ر٧٢	٦ر١٨	٦ر٩٧	٧ر٣١	٧ر٢١

والنسب المئوية لأقسام البروتين فى الأرز هى ٣ر٦ البومين ، ٩ر٣ جلوبيولين ، ٢ر٤ بروالامين ، ٨٤ر٧ جلوتلين .

وفى القمح توجد أصناف ذات نسبة بروتين مرتفعة وأخرى ذات نسبة ليسين مرتفعة وثالثة ذات نسبة مرتفعة من البروتين والليسين معا ، كما هو واضح من الجدول التالى لأصناف قمح ربيعى :

المكونات	انيفرساريو	بيرل	ناب هال
بروتين ٪	٢٠ر٧	١٩ر٤	٢١ر٣
ليسين (٪ من البروتين)	٢ر٣٦	٢ر٨٣	٢ر٨١
ليسين (٪ من القمح)	٠ر٤٨	٠ر٥٤	٠ر٦٠
ميثونين (٪ من البروتين)	١ر٣٢	١ر٩١	١ر٥٧
ميثونين (٪ من القمح)	٠ر٢٧	٠ر٣٧	٠ر٣٣
ثريونين (٪ من البروتين)	٢ر٨٨	٣ر١١	٣ر١٨
ثريونين (٪ من القمح)	٠ر٥٩	٠ر٦٠	٠ر٦٧

وفى جنين حبوب الذره يحتوى البروتين على الأحمـــاض الأمينية- بالنسب المئوية التالية :

الحمض الأمينى	ذرة	عادية	ذره	Opaque 2		
	حبوب كاملة	جنين	حبوب كاملة	جنين	اندوسبرم	
ليسين	٣ر٠	٦ر١	٤ر٨	٥ر٩	٦ر١	٣ر٧
تربتوفان	٧ر٠	١ر٣	١ر٣	١ر٣	٦ر٠	١ر٢
هستيدين	٢ر٦	٢ر٩	٣ر٣	٢ر٩	٢ر٩	٣ر٢
ارجينين	٤ر٩	٩ر١	٨ر٥	٩ر٢	٣ر٤	٥ر٢
حمض اسبرتيك	٩ر٢	٨ر٢	١٠ر٨	٩ر٢	٧ر٠	١٠ر٨
حمض جلوتاميك	٢٢ر٦	١٣ر١	١٧ر٥	١٣ر٩	٢٦ر٠	١٩ر٨
ثريونين	٤ر١	٣ر٩	٤ر٠	٣ر٧	٣ر٥	٣ر٧
ســرين	٥ر٦	٥ر٥	٤ر٨	٥ر٠	٥ر٦	٤ر٨
برولين	٩ر٦	٤ر٨	٧ر٦	٥ر٣	٨ر٦	٨ر٦
جليسين	٤ر٧	٤ر٥	٤ر٨	٥ر٥	٣ر٠	٤ر٧
الانين	٩ر٢	٦ر٠	٦ر٦	٥ر٨	١٠ر١	٧ر٢
فالين	٥ر٧	٥ر٣	٥ر١	٤ر٤	٥ر٤	٥ر٣
سمستين	١ر٧	١ر٠	١ر٧	٠ر٩	١ر٨	١ر٨
مثيونين	٠ر١٣	١ر٧	٢ر١	١ر٥	٢ر٠	١ر٨
ايزوليوسين	٤ر٢	٣ر١	٣ر٤	٢ر٥	٤ر٥	٣ر٩
ليوسين	١٤ر٦	٦ر٥	٩ر١	٥ر٦	١٨ر٨	١١ر٦
تيروزين	٢ر٥	٢ر٩	٤ر٠	٢ر٢	٥ر٣	٣ر٩
فينايل الانين	٥ر٨	٤ر١	٤ر٥	٣ر٦	٦ر٥	٤ر٩
البروتين ٪	٩ر٠	٢٠ر٠	١١ر٦	٢٠ر٠	١٢ر٧	١١ر١

وفى حبوب الزمير توجد الأحماض الأمينية بالنسب التالية محسوبة كنسبة مئوية من مجموع الأحماض الأمينية بالنسبة لكل حمض أمينى على حدة :

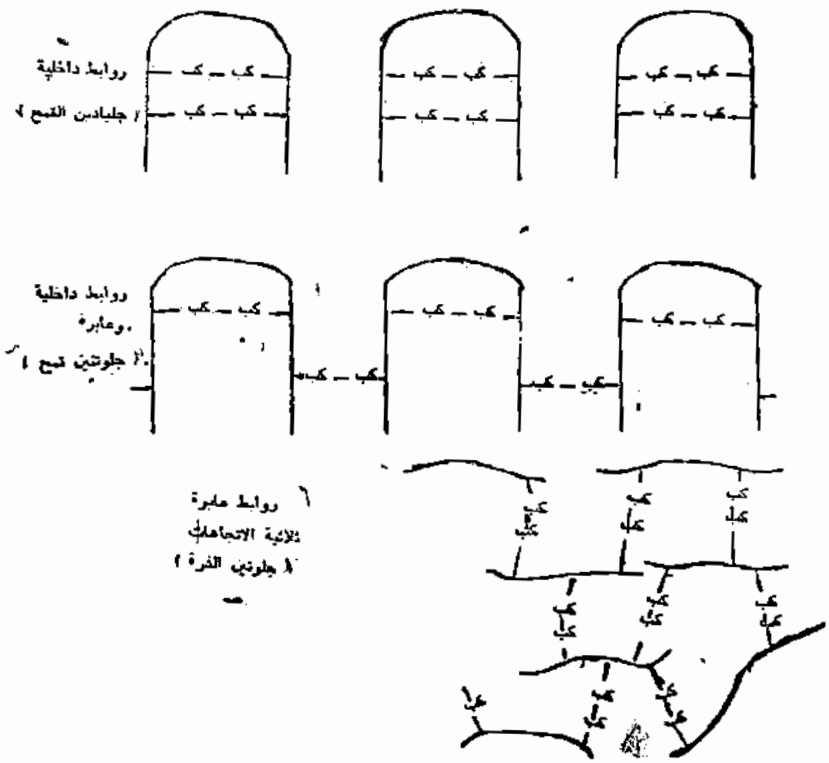
الحمض الأمينى	
جليسين	٤ر٨١ ـ ٥ر١٩
الانين	٤ر٥٩ ـ ٤ر٨٣
سستئين	١ر٠٣ ـ ١ر٧٥
فالين	٥ر٢٣ ـ ٥ر٦٠
مثيونين	١ر١٣ ـ ١ر٦٠
أيزوليوسين	٣ر٨٨ ـ ٤ر٠٩
ليوسين	٧ر٧٨ ـ ٧ر٩٢
تيروزين	٣ر٢١ ـ ٣ر٥٣
فينايل الانين	٥ر٤٩ ـ ٥ر٦١

وفى حبوب الشعير الكاملة whole seed توجد الأحماض الأمينية بالنسب الموضحة فى الجدول التالى منسوبة الى ١٦ جرام نتروجين ، ومقارنة بنظائرها فى اندوسبرم كل من الشعير والذرة :

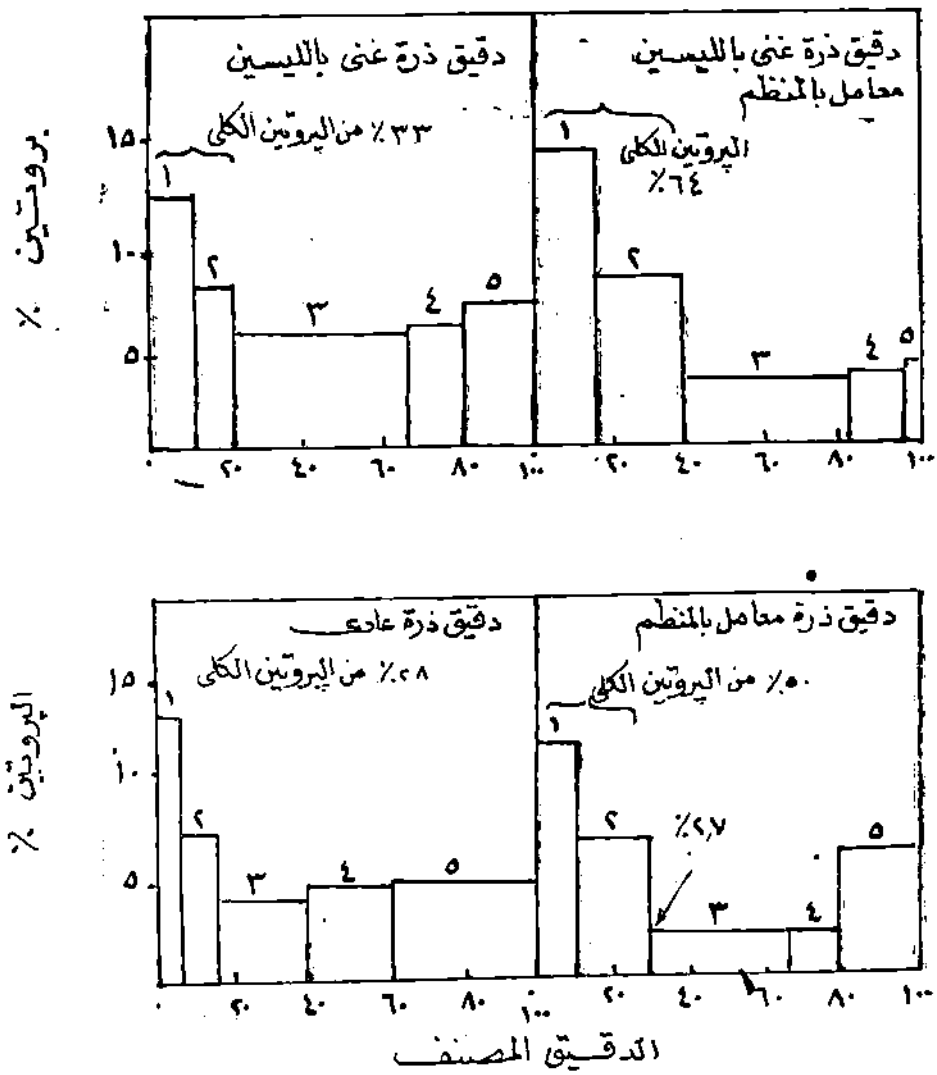
الحمض الأميني حبوب شعير لندوسبرم :

	عادى كاملة	شعير	ذرة opaque 2	ذرة Floury-2
ليسين	٣ر٤ ± ٠ر٢٦	٤ر٠	٣ر٧	٣ر٣
هستيدين	٢ر١ ± ٠ر٠٩	٢ر١	٣ر٢	٢ر٢
نيدم	٣ر٦ ± ٠ر٢٣	٣ر٣	–	–
ارجينين	٤ر٦ ± ٠ر٢٩	٤ر٤	٥ر٢	٤ر٥
أسبراجين	٦ر٠ ± ٠ر٥٧	٦ر٢	١٠ر٨	٨ر١
ثريونين	٣ر٤ ± ٠ر٣٤	٣ر٥	٣ر٧	٣ر٣
سرين	٤ر٣ ± ٠ر١٥	٤ر٦	٤ر٨	٤ر٨
جلوتامين	٢٦ر٨ ± ١ر٣٣	٢٤ر٠	١٩ر٨	١٩ر١
برولين	١٢ر٦ ± ١ر٠٨	١٢ر٠	٨ر٦	٨ر٣
جليسين	٣ر٦ ± ٠ر٢٥	٣ر٧	٤ر٧	٣ر٧
الانين	٣ر٨ ± ٠ر٢٢	٤ر٢	٧ر٢	٨ر٠
سستئين	١ر١ ± ٠ر١٢	١ر٧	–	١ر٨
فالين	٤ر٨ ± ٠ر١٨	٥ر٣	٥ر٣	٥ر٢
ميثيونين	١ر٢ ± ٠ر١٨	٢ر٠	١ر٨	٣ر٢
أيزوليوسين	٣ر٧ ± ٠ر٢٨	٣ر٩	٣ر٩	٤ر٠
ليوسين	٦ر٧ ± ٠ر٦٨	٧ر٠	١١ر٦	١٣ر٣
تيروزين	٢ر٨ ± ٠ر١٠	٢ر٩	٣ر٩	٤ر٥
فينايل الانين	٥ر٩ ± ٠ر٤٩	٦ر٠	٤ر٩	٥ر١
بروتين	١٥ر٧ ± ٢ر٨٦	١٧ر٢	١١ر١	١٣ر٦

وفى حبـــوب الذرة يوجـــد الجلوتلين glutelin مكونا من خليط من البروتينات المتباينة فيما بينهـا من حيث الحجم ومحتـواها من الأحماض الأمينية ، وهى مرتبطة ببعضها بروابط كبريتية عابرة ثلاثية الأوجة ، كما انه يختلف عن جلوتنين القمح . فالجلوتنين glutenin بـه عـــدد من البروتينات المرتبطة ببعضها بعدد كثيف من الروابط الكبريتية العـــابرة disulfide cross bonds بينما جلياذين gliadin القمح يحتوى على روابط كبريتية داخل الجزيئات intamolecular disulfide bonds ، والجلوتنين به عدد قليل محدود من الروابط الداخلية intermolecular links



ويلاحظ ان نسبة البروتين فى دقيق الذرة corn flour تتباين متاثرة بطريقة التصنيع ، فاستخدام التصنيف الهوائى air classification يؤثر على توزيع البروتين فى أقسام الدقيق المصـنفة fractions كمـا ان تكييف preconditioning دقيق الذرة بمحلول منظم buffer solution يماثل فى تركيبة سائل الخلية النباتية الأصلى يساعد على تخليص release البروتين من النشا .



البروتين فى الدقيق

عموما تعتبر الغلال المصدر الرئيسى للبروتينات فى أطعمة شعوب العالم ، وتزداد نسبة البروتين الحيوانى فى الطعام بارتفاع دخل الفرد ، كما ان الغلال مازالت هى المصدر الرئيسى للطاقة فى طعام الانسان ٠

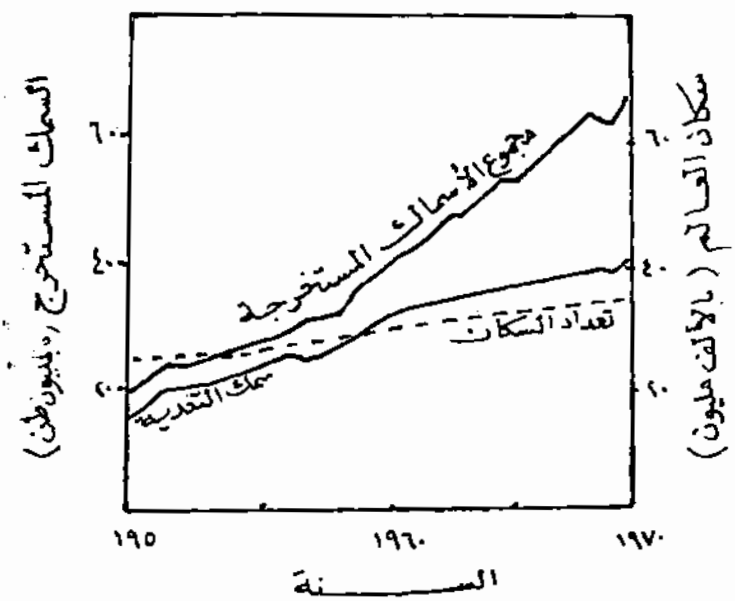
(٤) بروتين الأسماك :

من المؤكد ان الأسماك احدى المصادر الجيدة للبروتين ، وهى عادة قليلة الدهن مما يجعلها منخفضة القيمة السعرية مقارنة باللحوم الحيوانية الأخرى وتمتاز الأسماك من الوجهة الغذائية ايضا بارتفاع نسبة محتواها من الأحماض الدهنية غير المشبعة ٠ ويمكن تصنيف الأسماك تبعا لمحتواها الزيتى الى الأقسام التالية :

أنواع زيتية (٦ ـ ٢٠٪ زيت)	أنواع متوسطة (٢ ـ ٦٪ زيت)	أنواع غير زيتية أقل من ٢٪ زيت)
الشوب Chub, lake	ذئب البحر Bass	سمك صدفى Clams
الرنكة Herring, Sea	Buffalo fish	القد Cod
الاسقمرى Mackerel	شبوط Carp	الحدوق Haddock
سمك سليمان Salmon, King	سلطعون Crab	الهلبوت Halibut
سمك سليمان Salmon, silver	المحار Oysters	جراد البحر (الكركند Lobster
سمك سليمان Salmon, sockeye	السلمون Salmon, chum	بورى (ابو ذقن) Mullet
سردين Sardines	السلمون Salmon, pink	الفرخ Ocean Perch
الهف الحساس Smelt	جمبرى Shrimp	الكراكى Pike, lake
التن Tuna, canned		الفرخ Perch, lake
الدلفين الأبيض White fish, lake		البلوق pollock
		السمك الصخرى Rockfish
		محار (الأسقلوب) Scallops
		سمك موسى والسمك المفلطح Sole and Flounder
		الأبيض Whiting

ويخضع تداول الأسماك للنظم والقواعد الصحية ، كما أن معظم الدول الصناعية حددت درجات للأسماك تبدأ من درجة ا GradeA للأفضل من وجهة النوعية ، ويليها درجة ب B للأسماك ذات النوعية الجيدة good والمسموح فيها بتفاوت فى أحجام الوحدات ، ثم درجة جـ C للأسماك المطابقة للشروط الصحية ولكنها ذات نوعية أقل من الدرجة السابقة .

واستهلاك الأسماك فى تغذية الانسان له علاقة وطيدة بمشكلة العالم الغذائية الأولى وهى عدم كفاية البروتين الحيوانى أو على الأصح عدم كفاية الاحماض الأمينية المحتوية على كبريت . فالاحصاءات العالمية تشير الى أن الفـ



السكان وانتاج السمك

وخمسمائة مليون شخص فى العالم يعانون من سوء التغذية بالبروتين . وثلث هذا العدد بلغت به حالة سوء التغذية الناشئة عن نقص البروتين درجة متقدمة خاصة فى مرحلة الطفولة قبل الالتحاق بالمدارس . ويعتقد علمـاء

التغذية ان بروتينات الأسماك تحتوى على الأحماض الامينية الضرورية فى حالة اتزان جيد تجعلها صالحة لمجابهة سوء التغذية البروتينية فى حالة ما اذا تناولها الشخص بمعدل ٢٠ الى ٤٠ جرام من بروتين الأسماك يوميا مع طعامه العادى • وهذا يعنى أن العالم فى حاجة ماسة الى بروتينات الأسماك ، لكنه ليس معروفا اذا كانت المحيطات والبحار والأنهار تحتوى هذا القدر من الأسماك المطلوب لتحسين الحالة الغذائية للانسان من وجهة البروتين بالذات • وتدل بعض البحوث التى بدأ الاهتمام بها عقب انتهاء مؤتمر واشنجتن عام ١٩٦١ المنعقد لاستعراض اهمية الأسماك فى مجال تغذية الانسان الى مصادر الأسماك التى يطرقها الانسان تستطيع أن تمد العالم بحوالى ٢٠٠ مليون طن مترى من الأسماك سنويا وهذا يعادل أربعة أمثال الانتاج السنوى الحالى من الأسماك • كما تدل هذه الدراسة النظرية ايضا على أن بروتينات الأسماك الممكن اصطيادها فى حدود التقدير سالف الذكر تستطيع أن تفى باجمالى احتياجات الانسان من البروتين الحيوانى فى عالم يصل تعداده الى ثلاثين بليون شخص اى ما يوازى اكثر من ثمانية أمثال تعداد سكان العالم فى الوقت الحاضر • ولتحقيق هذه النتيجة المرجوة يلزم أن تتدخل الصناعة لتجعل الحصول على هذا القدر من الأسماك ممكنا وتصنيعة وتحويلة الى صورة قابة للاستهلاك الآدمى ممكنا وسعر عرضه فى الأسواق لايتعدى نطاق قدرات الأفراد الشرائية • فعمليات الصيد وانتاج الأطعمة البحرية كانت الى ما قبل منتصف القرن الحالى تسير بدون اية توجيهات علمية فى معظم بقاع العالم ولكنها تحسنت نوعا بعد هذا التاريخ فى الدول المتقدمة الصناعية وبقيت بعض الدول الصغيرة فى منأى من هذا التطور العلمى الحديث حتى وقتنا الحالى • ومن مظاهر تدخل العلم فى انتاج واستخدامات الأسماك ما يرى فى هذه الصناعات من آلات الكترونية وماكينات ديزل وغرف تبريد ووحدات تعليب وطرق تصنيع صحية وآلات وأدوات متعددة • وفى الآونة الحالية يشد الانتباه فى هذا المجال تنافس وتناحر القائمين بانتاج وتصنيع الاسماك على استخدام الاسس والوسائل العلمية ولهذا بدء الاهتمام

بالمصطلحات population dynamics و oceanography و meteorology و ecology و food chain . وينصب اهتمام شركات الصيد فى البداية على تحديد locating الأماكن التى يتيسر فيها اصطياد كميات من الأسماك بأقصى سرعة ممكنة ليؤدى ذلك الى خفض تكاليف الحصول على الطن من الأسماك الخام ، اى يتحاشى طول البحث عن الأسماك over fishing الذى يزيد سعر التكلفة ، وهذا لا يتأثر كثيرا بتدخل علم الكيمياء الحيوية وعلم الطبيعة الحيوية فى مجال صيد الأسماك ، الا أن هذين الفرعين من العلوم يضفيان على تصنيع الأسماك كثيرا من المكتسبات .

واشهر انواع speciesالأسماك فى مجال التصنيع الغذائى هى القد Cod و التن tuna و للحدوق haddock والسلمون salmon والجمبرى shrimp و halibut و البلايس (سمك مفلطح) plaice والرنكة herring و سمك موسى sole وأنـــواع أخـــرى قليلة معروفة . لكنه يعرف انه توجـــد انـــواع اخرى عديدة بخـــلاف تلك القليلة ، بعضها قد يكون افضـــل طعما ورونقا من الأنواع المتداولة ، لكنها لا تلقى أى اهتمام فى الصـــيد او التصنيع بسبب عـــدم امكان اعدادهـــا للمائدة بصورة قليلة التكاليف او جذابة المظهر للمستهلك . وهذه الأخيرة تستبعد عند التصنيع حتى بعد اصطيادها . وفى هذا الاتجاه تتفاوت انواع الأسماك ايضا . فعلى سبيل المثال سمك التونة لا يلقى اهتمام المستهلك فى حالة طهية نيئا عقـــب اصطياده ولكن عندما يعلب او يصنع فى صـــورة Katsuobushi تتلهفه الأسواق ويمكن استيعاب مليون طن منه سنويا . ومن السهل حفظ اسماك التونة هذه لمدة قد تصل الى سنة أو ثمانية شهور دون ان يعتريها ادنى تغير فى صفاتها ونكهتها اذا ما اتبعت الأسس العلمية الصحيحة فى تبريدها عقب صيدها مباشرة . وفى الوقت الحاضر تمارس بعض جهات الانتاج شحن اسماك التونة المجمدة فى بواخر مناسبة لمسافات بعيدة قد تصل الى منتصف طول المسافة حول العالم . وعلى العكس من ذلك نجد اســـماك hake التى يسهل اصطيادها باقل التكاليف وبغاية السهولة لاتصلح للتعليب

ولا تحتفظ بصفات جيدة اذا ما جمدت ولا تصلح للتصنيع بالطرق العادية بدرجة تشجع على الاقبال عليها لأنها لن تصمد فى المنافسة العالمية ، فتكاد تقتصر الافادة من هذه الأسماك على تصنيعها فى صـــورة علف حيوانى يضاهى العلف animal feed المحضر من الرنكة herring ٠

وبالرغم من ان هناك عمليات صيد مكثفة فى بعض بقاع المحيطـات الا انه توجد للآن بعض مناطق من المحيطات والبحار غير مطروقة اطـــلاقا او تجرى بها عمليات صيد قليلة under fished مثل بحر الشمال الزاخر بأسماك الاسقمرى Mackerel و البلشار pilchard ومثل المناطق الوسطية والجنوبية من المحيط الأطلسى ومثل البحر العربى ٠ وقد بدأ الانتاج من بحار جنوب المناطق المعتدلة المناخ وبحار المناطق ذات الجو القارى فى الوقت الحاضر ٠ ففى بيرو وشيلى لم تكن مهنة الصيد قائمة فعلا بدرجة ملحوظة منذ حوالى عشرين عاما بينما هى الآن قائمة وتعطى حوالى عشرة ملايين طن سنويا وقد يستمر انتاجهما فى التزايد حتى يصل الى عشرين مليون طن سنويا ٠ وهذه الحالة تستوجب انتباها عالميا لتنشيط الصيد بسبب تزايد الحاجة الى مزيد من الأسماك فى العالم الآن ، الأمر الذى أدى الى مضـــاعفة الانتاج من الأسماك خلال السنوات العشر الأخيرة ومايزال يدفع الى زيـــادة الانتاج دون وجود أى مؤشرات تنذر بتقليل الانتاج فى المستقبل ، وأيضا بسـبب بلوغ القمة فى الانتاج من المناطق الشهيرة الآن بل وان بعض الأســـماك كالسلمون salmon تجاوز حد القمة فى الانتاج بالطرق العادية ، ومثل سمك الهلبوت halibut المستخرج من المحيط الهادى فقد تجاوز انتاجه الحد الاقصى المناسب طيلة الأعوام الثلاثين الأخيرة ٠ وسمك التونة فى منطقة شـــرق المحيط الهادى استوجب الآن تدخل المشرعين للحد من انتاجه ، وكذلك سمك الحوت Antractic whales، فقد أصبح اصطيادهما مكلفا ومتعسفا بالعناء مما أدى الى خفض الانتاج العالمى منهما كثيرا ٠ وسمك الحوت cod فى شـــمال المحيط الأطلسى أوشك على تجاوز الحد الأقصى للانتاج ، أما سمك plaice فى بحر الشمال North sea فقد تجاوز الحد فعلا منذ أمد بعيد ٠

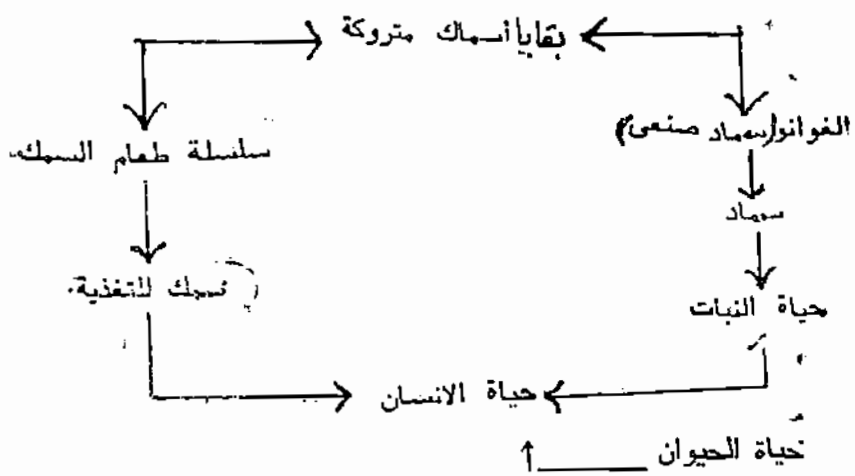
ويبدو أن الصناعة يجب أن تتجه الآن نحو اصطياد أنواع الأسماك غير المألوفة والقليلة الاستعمال بسبب اضطراد سياسة الحد من صيد الأسماك التى تجاوز انتاجها الحد المناسب للحفاظ على بقائها ، وبسبب المعاناة وارتفاع تكلفة overfishing بعض الأسماك الشهيرة الآن · ومن هنا يبدو أن العديد من المشكلات سوف يصادفها القائمون بتصنيع الأسماك لأن الطرق المستخدمة الآن فى الانتاج والتداول والتصنيع قد لا تناسب أنواع الأسماك التى سيقترح الاتجاه الى انتاجها · فتصنيع التونه skipjack tuna لا تصلح طريقة بحذافيرها لتصنيع صنفى التونة albacore and yellow fin tuna قبل ان الصناعة القائمة على القد Cod تجابه الآن صعوبات مع حوت كل من المحيط الأطلسى والمحيط الهادى · ومعنى هذا أن أسس علمى الكيمياء الحيوية والطبيعة الحيوية مطلوبة لحل هذه المشكلات ، فأنواع الأسماك الشهيرة تتباين فيما بينها كثيرا فى التركيب الداخلى بدرجة تفوق التباين بين البقرة والدجاجة والفار · وتتاثر طريقة معاملة الأسماك أيضا بما يعترى هذه الأسماك من تغيرات فى العادات الغذائية أو النضج الجنسى أو الحالة الفسيولوجية العامة أو الحالة الجسمانية أو حتى التواجد بتاثير الموسم seasons والمعروف أن الأسماك بصفة عامة تحتاج الى عناية خاصة فى التداول لسهولة تعرضها للضرر بدرجة اكبر منها فى حالة اللحوم · كما أن مدى الاهتمام أثناء التداول handling والتوزيع distribution يختلف من نوع الى آخر ارتكازا على تباين انواع الأسماك فى محتواها من الزيوت ذات الأحماض الدهنية العديدة الروابط المزدوجة · وقد شاع الآن استخدام سفن الصيد بعيدة المدى لجلب الأسماك من المناطق النائية فى المحيطات ، وهذا يستوجب استخدام مبادىء الكيمياء الحيوية والطبيعة الحيوية · وقد أولت بعض الدول هذا الجانب اهتماما باقامة معاهد متخصصة تمارس نشاطها فى مجال الأسماك كما هوالحال فى جنوب افريقيا · وهذا الاهتمام يقودنا الى التعاون المثمر بين كل من العالم والصانع والمنتج الذين يلزم أن تتضافر جهودهم لتحقيق غاية نبيلة ضرورية الا وهى حصد المزيد من خيرات المحيطات والبحار لتفى باحتياجات البشر من البروتين ·

ومن الموضوعات الهامة فى مجال الأسماك موضـــوع التيبس الرمى rigor mortis خاصة وان هذه الحاله قـــد تعترى الأســماك وهى مـازالت فى سفن الصيد • وبصفة عامة تستلزم اجراءات المحافظة على جودة الأسماك وتطبيق طرق الحفظ عليها دراية تامة بطبيعة وبيئة هذه المادة الخام • فعلى سبيل المثال لوحظ ان تغذية الأسماك على نوع معين من الطحالب يكسب لحوم الأسماك نكهة غير مرغوبة • وقد أصبح عاديا الآن تطبيق الطرق الحديثة فى دراسات وبحـوث الأسـماك ، مثـــل استخدام الميكروسكوب الألكترونى او التحليـل الكرومـــاتوجرافى الغـــازى أو الاســـبكترومتر mass spectrometers وتجرى البحوث الآن بهدف التوصل الى طريقة حفظ للأسماك تكون افضـــل من التبريد الثلجى ice-preservation process او للتعرف على مواد مساعدة يمكن ان تزيد كفاءة وطول مدة حفظ الأســماك المثلجة shelf-life • ومن ما يلتفت اليـــه فى بحوث الأســـماك الجـــارية حاليا هو كتشاف وسائل للحيلولة دون تغير قوام الأسماك texture ، والتعرف على كيفية حدوث التزنخ فى زيوت الأسماك ، وتبين تاثير التيبس على القوام ، والتعرف على حقيقة الدور الذى يقوم به الأدينوزين ثـــلاثى الفوسفات ، ودراسة تاثير الانزيمات على فساد الأسماك او تحسين النوعية او تحسن طرق الحفظ ، وابتكار طرق مناسبة ودقيقة لتقدير الأحماض الأمينية الحرة والببتيدات والنيوكليوتيدات والسكريات وفوسفاتالسكر والليبيدات ومركبات الكربونيل مع دراســـة التغيرات التى تعتـــرى هـــذه المركبات عقب موت الأسماك post-mortem ، ودراسة تأثير البيئة والتغذية والعمر والنضج الجنسى على النوعية quality خاصة فيما يتعلق بالأسماك الدهنية fatty fish وتغير اللون وتغيرات بروتين العضلات ، ودراسة تأثير استعمال ماء البحر المبرد أو رذاذ ماء البحر المبرد فى تبريد الأسماك بتأثير انزيمات ودراسة التغيرات التى تعترى ليبيدات عضلات الأسماك بتأثير انزيمـات الليبيز والفوسفوليبز أو بتأثير عوامل الملامسة مثل مركبات الهيمو haem ، ودراسة مواد الهيمو الملونة haem pigments فى عضلات الأسماك وخاصة

سمك التونة اذ ثبت أن المواد الملونة فى الدم تقوم بفعل الملامسة فى تفاعلات تأكسد لبيدات عضلات الأسماك الخالية من انزيم الليبوكسيديز فيجب ايجاد وسيلة لتثبيط فعل الملامسة هذا خصوصا فى الأسماك المخزنة والمجمدة بالاضافة الى ما سبق اكتشافة فعلا من مواد مضادة للأكسدة antioxidants ومخاليط synergistic mixtures ، ودراسة دور الأحماض الدهنية الحرة فى نزطبة denaturation الميوسين فى الأسماك المجمدة ، واكتشاف طرق آلية objective لقياس طزاجة الأسماك ، واستخدام جهاز اختبار الأسماك الألكترونى electronic fish tester ، وابتكار اختبارات أخرى للفساد أسوة باختبار الهيبوزانثين hypoxanthine test ، ودراسة تحسين سبل انتاج مركز بروتين الأسماك fatty fish concentrate (EPC) أى دقيق الأسماك fish flour ليصبح أكثر نعومة وأقل دهنا ، والبحث عن وسائل للتغلب على الخشونة toughnes التى تطرأ على الأسماك المجففة freeze-drying ، والتعرف على مسببات ظهور اللون البنى التى قد تكون راجعة الى تفاعلات ميلارد Maillard reaction وتأكيد عدم خفض القيمة الغذائية للأسماك بتأثير التعليب فيما عدا بعض الفقد فى فيتامين حمض الفوليك ٠

وقد أثبتت البحوث العلمية ان مركز بروتين الأسماك يصلح لتدعيم أطعمة الانسان ويعطى نتائج باهرة ٠ وتمارس المصانع حاليا فى كندا وغيرها من الدول انتاج هذا المركز باتباع طرق متعددة ، الا ان الانتاج ما يزال لم يعتمد من الجهات الصحية كما أن التفاؤل فى هذا الاتجاه مايزال سابقا لأوانه بسبب التكاليف وقلة المواد الخام وقلة الطلب على الانتاج ومنافسة المصادر البروتينية الأخرى وعدم كفاية المعلومات عن صفات وخواص البروتين functional fish protein concentrate (FFP) ٠ ومن الواضح الآن الصناعات القائمة على صناعة مركزات الأسماك والزيوت تؤدى خدمات رئيسية للبشرية ، فلو ان الخامات التى تستخدمها تركت فى البحار والمحيطات لما كانت ذات نفع للانسان سواء من وجهة الاقتصاد أو البروتين الغذائى بل ان بعضها قد يصبح ضارا بالثروة البحرية ٠ وقد

دلت احصـــاءات منظمة الأغـــذية والزراعة على وجـــود كميات كبيرة من الأســـماك الغير صالحة لتغذية الانســـان ولكنها تصلح لصـــناعة مركزات بروتين الأسماك قرب شواطىء الأرجنتين واندونيسيا وغـــرب افريقيا وغيرها • كذلك توجد أسماك متروكة فى بقاع عديدة من العـــالم بينما ثبتت صلاحيتها للتصنيع بقصد انتاج طعام آدمى من الجزء الصـــالح للأكل وانتاج علف من البقايا الغير صالحة للأكل • وبديهى أن الاهتمـام الدولى يجب أن يوجه اولا الى انتاج الغذاء الآدمى من الأسماك قبل الاتجاه الى تصنيع الأسماك من أجل الحصول على مركزات لتغذية الحيوان ،وكذلك يجب التفكير فى وسائل الاستفادة من الأسماك التى تترك فى المياه بدون استغلال اقتصادى pelagic fishes وقد تتلف بيئة الأسماك أو قد تؤثر القليل من النفع بطريق غير مباشر كأن تسلك بروتيناتها أحد المســـالك الموضحة بالشكل التالى :



والجدول التالى يوضح توزيع الحيوانات البحرية المستخرجة بين الاعداد كطعام آدمى والاعداد للأغراض الصناعية industrial المختلفة بالمليون طن) :

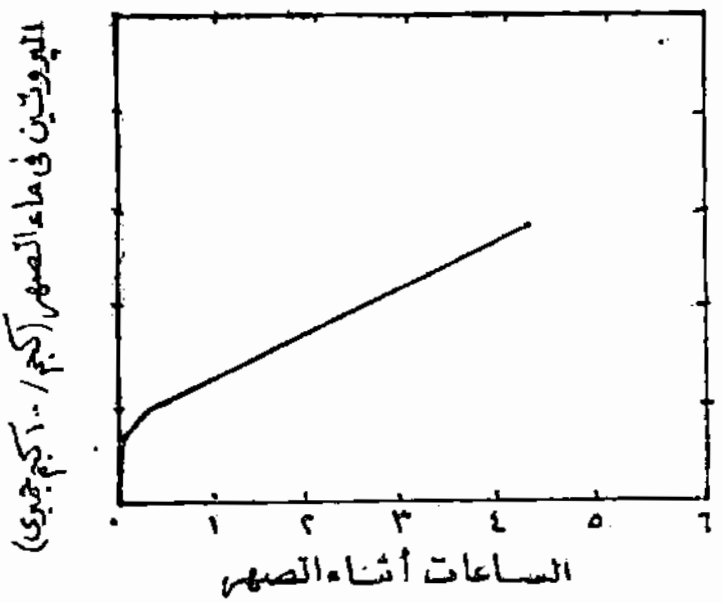
عام	الصيد للتغذية الآدمية		الصيد للتصنيع غير الغذائى		المجموع
١٩٦٦	٣٨ر٤	٦٧ر٠ ٪	١٧ر٩	٣١ر٢	٥٧ر٣ ١٠٠ ٪
١٩٦٧	٣٨ر٩	٦٤ر٤ ٪	٢٠ر٥	٣٣ر٩ ٪	٦٠ر٤
١٩٦٨	٣٩ر٩	٦٢ر٤ ٪	٢٣ر٠	٣٦ر٠ ٪	٦٣ر٩
١٩٦٩	٤٠ر١	٦٤ر١ ٪	٢١ر٥	٣٤ر٣ ٪	٦٢ر٦
١٩٧٠	٤٣ر١	٦١ر٩ ٪	٢٥ر٥	٣٦ر٦ ٪	٦٩ر٦
١٩٧١	٤٢ر٢	٦٣ر٧ ٪	٢٤ر٢	٣٤ر٩ ٪	٦٩ر٤
١٩٧٢	٤٢ر٢	٦٨ر٠ ٪	١٩ر٤	٣٠ر٠ ٪	٦٤ر٨

والأسماك تحفظ بطرق متعددة لتحاشى فسادها ، وقد ابتكر الباحثون فى السنوات الأخيرة عددا كبيرا من طرق الحفظ ومن بينها الثلج منفردا أو فى وجود سوربات البوتاسيوم ، والتمليح باستخدام ملح الطعام بنسبة تزيد على ٣٠٪ ، والفورمالدهيد للأسماك المعدة لانتاج العلف ، والهكساميثيلين تترا امين hexamethylenetetramine مع نتريت لصوديوم، وسوربات البوتاسيوم منفردة أو فى وجود الفورمالدهيد أو سداسى الميثلدن رباعى الأمين ،وبيكبريتيت الصوديوم Na-metabisulphite . والمواد الحافظة الكيميائية المستخدمة منذ القدم فى حفظ أسماك الرنكة herring هى حمض الكبريتيك وحمض الفورميك وحض البوريك واليوريا والايدروكسيل امين hydroxylamine وكبريتيت الصوديوم Na-hydrogen-sulphite وكلوريد الكالسيوم والبنزين benzene . ويضاف الى هذه القائمة مجموعة مواد

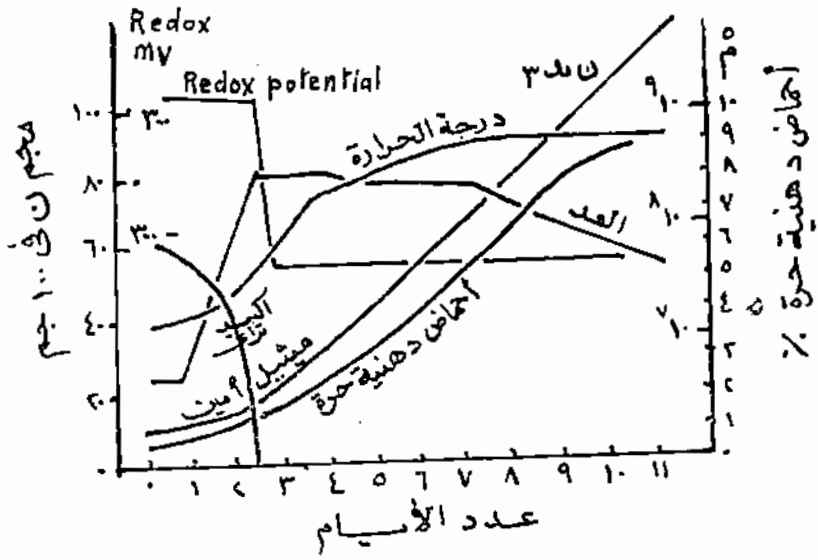
كيميائية أخرى جربت فى السنوات الأخيرة ومانزال تحت الدراسة وهى حمض الخليك وحمض البروبيونيك وحمض اللكتيك وحمض السكسنيك وحمض الفيوماريك وحمض الالفاكيتو جلوتاريك وحمض الايدروكلوريك والايزوبروبانول والكلور وتتراسيكلين chlorotetracycline والنيوميسين neomycin أى الفلافوميسين flavomycin. والتغيرات التى تحدث بالأسماك أثناء مراحل تخزينها طازجة بدون طرق حفظ فى جو خال من الأوكسيجين anerobic storage موضحة فى الشكل التالى بالنسبة لأحد انواع الاسماك winter capelin . ويلاحظ أن العضلات يحدث بها تقلص عقب موت الأسماك وبحدوث التيبس الرمى ، وهذا التقلص تتراوح نسبته من ٦ الى ١٧٪ تقريبا فى الأسماك المختلفة . كما يلاحظ أن الصهر thawing للأسماك المجمدة يفقدها قدرا من البروتين يتباين تبعا لطريقة ومدة الصهر كما هو واضح من البيانات التالية عن الجمبرى المجمد بعد نزع الرؤوس :

المكونات الأساسية	المجمد	الصهر بالأشعة القصيرة	الصهر العادى :	
			لمدة ساعة	لمدة ساعتين
بروتين ٪	١٨ر٧٠	١٨ر٦٠	١٦ر٥	١٦ر٥٥
رطوبة ٪	٨٠ر٦٨	٨٠ر٧٢	٨١ر٩١	٨٢ر٣٥
دهن ٪	٠ر١٣٤	٠ر٢١٧	٠ر٢٢٠	٠ر١٧٨
رماد ٪	١ر٠٥	١ر٠١	١ر٠٠	٠ر٨٠
نسبة الرطوبة للبروتين	٤ر٣٢	٤ر٣٤	٥ر١٠	٤ر٩٧

كذلك تتضح القيمة الغذائية لبعض الأسماك من الجدول التالى . فلحوم الأسماك و المحار shellfish تماثل اللحم الحيوانى فى مكانته فى تغذية الانسان بالاضافة الى أن كبد الأسماك يكون غنيا بالفيتامينات القابلة



فقد البروتين أثناء صهر الجمبرى



التغيرات التى تحدث بالاسماك أثناء التخزين

للذوبان فى الدهن • ومن مشاكل الأسماك النيئة الخام المستخدمة كطعام أن بعضها ، مثل السمك الصدفى clams و المحار lobster وبلح البحر mussels والجمبرى shrimp و cockles ، تحتوى على انزيم الثيامينيز الذى يتلف فيتامين الثيامين ب١ فى حالة اكلها نيئة • وهذا الانزيم غير موجود فى الطيور وانسجة الثدييات و الضفادع frogs و toads والسلمون و salmon والتروتـــه (الســـلمون المـــرقط) trout والفـــرخ perh والانقليس (الانكليس ؛ الجريث) eels وذئب البحر) bass و bluegilis و الكراكى جاحظ العينين wall-eyed pike والقد cod و الحـــــدوق haddock و الهليوت halibut ، بينمـــا يوجد بنســـبة متوسطة فى كل من الســـمك الأبيض white fish و الشبوط carp و السلور (الصلور) catfish و الرنكة herring وبنســـبة مرتفعـــة فى كـــل من carp والســـــمك الصـــدفى clams وهذا الانزيم وجوده ليس قاصرا على الاسماك سالفة الذكر بل هو موجود فى كثير من المصادر النباتية مثـــل أوراق بعض الأشـــجار وبذور الخردل mustard seed وجنين حبوب القمح وبذور بزر الكتان linseed و السرخس (الخنشار) ground fern .

والأسماك تحفظ بطرق متعددة ، من بينها التمليح الرطب Brine-salthing الذى يغلب استخدامه فى حفظ أسماك river herring or alewife حيث تنظف الأسماك وتوضع فى حوض vat كبير نصفه تقريبا ممتلىء بمحلول ملحى مشبع ويوضع قدر من الملح الجاف الصلب فوق سطح الأسماك الطافية فى محلولها الملحى وتقلب الأسماك فى المحلول يوميا لتحاشى حدوث تخفيف فى المحلول الملحى فى بعض مناطق الحوض دون الأخرى وقد تتبع طريقة التمليح الجاف dry salting فتوضع الاسماك النظيفة مع كمية وافرة من الملح الجاف توازى ١٠ – ٣٥٪ من وزن السمك داخل عبوات مانعة لنفاذ المـــاء water tight ، مـــع مراعـــاة دهـــك rubbing الأســـماك فى الملح قبل تعبئتها ورش كل طبقة بالملح ، وتترك الأسماك عدة ساعات تتكون خلالها كمية من المحلول pickle تكفى لتغطية الأسماك ، وبعد أن يكتمـــل التمليح تعد الأسماك للاستهلاك والتسويق اما بنزعها من المحلول الملحى المتكون وتجفيفها dried او بتعبئتها فى محلول ملحى طازج fresh pickle والطريقة الثانية لحفظ الأسماك هى التدخين smoke-curing processes الذى يقتصر استخدامه على الأسماك الجيدة فقط والذى يشترط فيه ايضـــا

القيمة الغذائية لبعض الاسماك

الاسماك	السعرات	رطوبة	بروتين	دهن	سكر	رماد
	سعر	جم	جم	جم	جم	جم
طازج :						
Mackerel	١١١	٧٦ر٠	١٨ر٠	٤ر٠	٠ر٧	١ر٣
Horse macherel	١١٠	٧٥ر٠	٢٠ر٠	٣ر٠	٠ر٧	١ر٣
Yellowfin	١٠٦	٧٢ر٧	٢٥ر٠	٠ر٣	٠ر٨	١ر٢
Bonito	١٣٠	٧٠ر٠	٢٥ر٠	٣ر٠	٠ر٧	١ر٣
سردين Sardine	١٢٥	٧٥ر٠	١٧ر٠	٦ر٠	٠ر٨	١ر٢
القد Cod	٧٢	٨١ر٠	١٦ر٦	٠ر٦	٠ر١	١ر٧
مملح :						
Mackerel	١٤٢	٦٥ر٠	٢٥ر٢	٤ر٢	٠ر٩	٤ر٧
Sardine	١٤٥	٦٣ر٦	٢٢ر٥	٥ر٧	١ر٠	٧ر٢
Cod	٨٧	٧٢ر٠	٢٠ر٠	٠ر٧	ار٠	٧ر٢
مجفف						
Mackerel	٣٦٦	١٤ر١	٧٤ر٠	٧ر٤	٠ر٨	٣ر٧
Bonito	٣٥٢	١٤ر٣	٧٥ر٦	٥ر١	١ر٠	٤ر٠
معلب فى محلول ملحى :						
Mackerel	١٩٠	٦٥ر٧	١٧ر٤	١٣ر٤	٠	٣ر٥
Bonito	١١٩	٧٠ر٨	٢٨ر٠	٠ر٨	٠	٠ر٤
سردين Sardine	١١٥	٧٢ر١	١٩ر٦	٤ر٨	٠	٣ر٥

كالسيوم	فوسفات	حديد	فيتامينات					
			أ	ب ١	ب ٢	نياسين	جـ	معدل
مجم	مجم	مجم	وحدة دولية	مجم	مجم	مجم	مجم	٪
٥	١٩٠	١٫٨	٥٠	٠٫١٥	٠٫٢٠	٨٫٠	٣	٤٦
١٢	٢٠٠	٠٫٧	٤٠	٠٫١٥	٠٫٠٨	٦٫٥	٢	٥٠
٢	٢٥٠	١٫٠	٢٠	٠٫١٠	٠٫١٥	٤٫٠	٢	٣٥
٦	٢٢٠	١٫٧	٤٠	٠٫٠٣	٠٫١٥	١٠٠٫٠	٢	٣٥
٥٠	٢٤٠	٢٫٠	٦٠	٠٫٠٢	٠٫١٥	١٠٫٠	٢	٤٧
٩	١٦٠	٠٫٤	٦٠	٠٫١٥	٠٫١٠	٢٫٠	٠	٦٠
٢٥	٢٤٠	٧٫٠	٠	٠٫٠٣	٠٫٠٥	١٠٫٠	٠	٢٥
٧٣	٣٥٠	٣٫٠	٠	٠٫١٠	٠٫٢٢		٠	٢٥
٢٤	١٥٠	٠٫٢	٠	٠٫١٠	٠٫٠٨	١٫٦	٠	١٠
١٧	٦٥٠	٧٫٠	٠	٠٫٠٣	٠٫٠٥		٠	٠
١٧	٦٤٠	٥٫٠	٠	٠٫٠٣	٠٫٥٥	٤٥٫٠		
٢٩٠	٢٦٠	١٫٦	٠	٠٫٠٢	٠٫١٠	٠	٠	
١٧	٢٤٣	٠٫٣		٠٫٠٩	٠٫١٢			
٢٧٢	٣٥٥	٣٫٦		٠٫٠٤	٠٫١٣		٢٫٠	

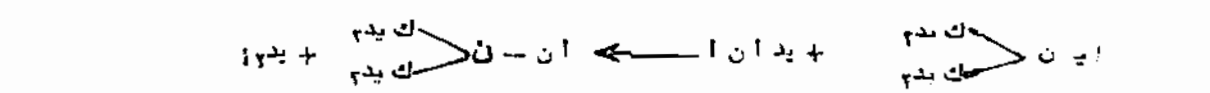
الالتزام باقصى درجات النظافة والشئون الصحية sanitation خلال جميع مراحل التصنيع • وهذه الأسماك المدخنة تصبح رهيفة perishable فيجب تداولها بعناية والا انخفضت درجة جودتها وقصرت مدة حفظها • ولهـــذا ينصح باستعمال أدوات utensils نظيفة وملح نقى وماء نقى فى مراحل الغسيل والتمليح • ويجرى التدخين smoke cure باردا أو ساخنا ، كما ان البارد الذى يجرى على درجة حرارة تقل عن ٣٢ر٢° م ينقسم الى قسمين تبعـــا للمعاملة المبدئية فى التمليح فقد يعامل السمك بملح قليل light salt curing أو بملح غزير heavy قبيل تدخينة smoking • وتؤثر مدة التمليح الأولية ومدة التدخين فى قابلية الأســماك للحفظ ، فهذه الصـفات تكون أجـــود excellent keeping quality فى حالة اتباع التدخين البـــارد بعد معاملة بالملح الغزير • وتدخين السلمون بالذات منتشر فى كثير من بقاع العالم • ويجـــب دائمـــا التخلص من الزيـــادة من الملح قبل البـــدء فى عملية التدخين وذلك بالنقع فى ماء جار داخل تانكات لمدة ١٢ ـ ٢٤ ساعة ، وبعد النقع soaking أو التحليه freshening تزال الحواف edges الخشنة وتمسح الأسماك sides بقماش مبلل لازالة بقايا المواد الغريبة الملتصقة وتكوم وتترك فترة قصيرة للتخلص من جزء من الرطوبة بتأثير ضـــغط الأسماك فوق بعضها ولتنعيم smooths السطوح المقطوعة فيتحسن المظهر وتزداد سرعة التدخين التى ستلى عملية التكويم Waterhorsing هذه ، لكنه من الممكن الاستغناء عن هذا التكويم واستبدالها بعملية ضغط يـدوى hand-pressing ومسح للأسماك عند بدء تعليقهـــا فى فرن التدخين • ويراعى تحديد مستوى الأسماك السلمون المعلقة بحيث تبتعد عن مستوى اللهب لتحاشى ازدياد التسخين overheating ، كما يراعى عدم تعبئة الفرن بأكثر من طاقته لان هـــذا يسىء لدوران الهـواء ، وفتح منـافذ التهوية drafts and ventilators الى أن يتم التخلص من كل الرطوبة الموجـــودة على السطح ويتم الجفاف الذى يستغرق مدة ٢٤ ـ ٤٨ ساعة تبعا لحالة الجو ، ويلى ذلك اشعال اللهب الذى ينتج الدخان بوفرة والذى يســـتخدم فيه كمية كبيرة من sawdust ، وتقفل فتحات التهوية نوعا ليكون الاحتراق

ليس تاما incomplete combustion ويتولد الدخان distilled smoke ويستمر ذلك لمدة تتراوح بين يوم وثلاثة أيام تكتسب خلالها الاسماك sides نكهة مميزة smoky flavor ويمكن لونها . ويلزم حفظ درجة الحرارة فى مبنى التدخين smokehouse تحت ٢٩٫٤° م ، أو تحت ٢٦٫٧° م فى حالة الأسماك الغنية بالدهن أو الزيت لمنع نزف السائل drip بكثرة . وهذه التسوية يترتب عليها فقد فى وزن الأسماك يتراوح بين صفر و ٣٠٪ تبعا لطول مدة التسويق وحجم ونوعية السلمون . وبانتهاء التدخين يلف السلمون sides بالورق المانع للزيت oilproof ويخزن على درجة ١ ـ ٢° م أو يخزن على درجة حرارة اقل من درجة التجمد ، أى ـ ١٧٫٨° م ، لفترة ليست طويلة أو يعبأ فى علب سعة رطل الى خمسة أرطال وتقفل العلب باحكام hermetically sealed ولا تعامل حراريا اطلاقا بل تخزن فى غرف التبريد . وقد تتبع طريقة أخرى لتدخين السلمون تعرف باسم Hard-smoked or Indian smoked فتدخن الأسماك الملحة أو الطازجة أو المجمدة . وفى هذه الطريقة ينظف السلمون وتنصف الوحدات two sides مع ازالة عظام الظهر backbones ويعاد التنظيف والغسيل وتملح الأنصاف فى براميل لمدة ٣ ـ ٥ أيام بعدها ينقع السلمون فى ماء حلو لمدة بضع ساعات يتم خلالها التخلص من الملح الزائد قرب سطح السمك وقد تمتد مدة النقع الى ٢٤ ـ ٤٨ ساعة فى حالة السلمون الملح بالطريقة القوية hard-salted salmon ، وبعد تصفية السائل draining والتكويم waterhorsing اى الضغط pressing يعلق السلمون فى فرن التدخين smoke oven وتشعل النار العادية أولا لتجفيف السطح من الرطوبة الملتصقة مع مراعاة ترك منافذ التهوية مفتوحة طول هذه المدة التى تستغرق حوالى يومين الى أربعة أيام بعدها يشعل لهب التدخين smoking fires وتقلل سرعة دوران الهواء بغلق المنافذ dampers and louvers جزئيا وتترك الأسماك لمدة قد تصل الى عشرة أيام يتم خلالها التدخين مع مراعاة عدم تجاوز درجة الحرارة درجة ٢٩ ـ ٣٢° م . وعند الضرورة يكتفى بمدة ٤ ـ ٦

ايام للتدخين • وعملية التدخين هذه تسبب انكماشا shrinkage قد يصل قدره الى حوالى خمسين فى المائة • ولاتحتاج الأسماك المدخنة بهذه الطريقة القوية الى اعداد للتعبئة بل تعبأ كما هى أو قد تنسر أو تقطع وتعبأ القطع فى اوانى زجاجية أو اكياس سلوفان وتحفظ فى غرف عادية لأنها لا تحتاج الى تبريد • وبهذه المناسبة نذكر أن الملح استخدم فى حفظ الأسماك منذ عا م٣٥٠٠ قبل الميلاد الا أن منشأ طريقة تسوية اللحوم فما يزال غير معروف على وجه التحديد • وفى القرن الخامس قبل الميلاد B.C. كان انتاج اللحم الملح شيئا مألوفا ، فالبشر كانوا فى ذاك الوقت على علم بقدرة ملح الطعام على حفظ الأطعمة • كما أن قدرة النترات saltpeter على حفظ اللون color-preserving اكتشفت كنتيجة لوجودها فى ملح الطعام كأحد الشوائب • وطرق التسوية السريعة المستخدمة حديثا ، مثل طرق الحقن بالمحلول الملحى brine injection ، لم تكن معروفة قبيل القرن الحالى • وقد ادخل على هذه الصناعة العديد من التحسينات مثل الميكنة mechanization وتحسين تصميمات المعدات • ومن الأمور المستحدثة فى هذا المجال وضع تعريف للمواد المضافة Food additives وتطبيق التشريعات على المواد المستخدمة فى عمليات التسوية • فالمادة المضافة تعرف بأنها اى مادة أو مخلوط من مواد ، بخلاف مادة الطعام ذاته ، توجد فى الطعام كنتيجة لعمليات الانتاج production أو التصنيع processing أو التخزين storage أو التغليف packaging • وهذا لم يتضمن التلوث العرضى chance contamination • وقد تقسم هذه المواد المضافة تبعا للوجهة التشريعية legal status أو للتاثير الكيميائى chemical effect أو للتقسيم الكيميائى chemical classification أو لمنشئها أن كانت طبيعية natural أو مخلقة synthetic والمخاليط المستخدمة فى تسوية وتمليح اللحوم والأسماك متعددة ، منها على سبيل المثال المخلوط التالى للحوم ، وهو مخلوط جاف باذابته فى الماء يتحصل على محلول ملحى شبه مشبع :

كلوريد صوديوم ٢٤ر٠ ٪	نترات صوديوم ١ر٠ ٪
نقريت صوديوم ١ر٠ ٪	سكر ٢ر٥ ٪

وجميع مخاليط التسوية بدون استثناء تحتوى على ملح الطعـــام الذى يعتبر المكون الضرورى للتسوية • وهذا الملح يؤدى وظيفتة كمـــادة للتجفيف dehydration تسبب تغييرا فى الضغط الأوسموزى بما يؤدى الى تثبيط التكاثر البكتيرى الذى يحدث الفساد • ويفسر عدم استعمال الملح منفردا فى التسوية بانه يعطى ناتجا جافا harshand dry مالحا غير لذيـذ الطعم داكن اللون غير جذاب فى نظر المستهلك • لهذا يمزج الملح بالســكر والنتريت أو النترات • والسكر يضاف عادة كمادة منكهة لأنه يعدل النكهة ولأنه يمنع فقد جزء من الرطوبة اثناء التجفيف مما يقلل من حدة جفـــاف وخشونة قوام اللحم ولأنه يتحد مع بعض المجموعات الأمينية فى البروتين ويتبع ذلك ظهورلون بنى browning اثناء الطهى يزيد نكهة اللحم المسوى حسنا • وقد يستبدل السكر بعسل الذره corn syrup أو بالمولاس molasses أو بمصادر سكرية طبيعية اخرى • أما النتريت فوظائفها فى عملية التسوية هى تثبيت اللون فى اللحوم والمشاركة فى تحديد نكهة اللحم المسوى وتثبيط نشاط عدد من الميكروبات السامة والأحياء الدقيقة المسببة لفساد اللحوم ومنع حدوث التزنخ • والمعروف أن هدم النتريت يصحبه تكون حامض نتروز وهذا يتفاعل مع الأمينات الثانوية معطيا نتروز امين nitrosamines



ثنائى ميثايل أمين حامض نتروز ثنائى ميثايل نتروز امين

وتضاف الفوسفات فى مخاليط التسوية بقصد زيادة قوة ربط المـاء water-binding capacity فيزداد المحصول ، ويفسر ذلك بانها ترفع رقم الأس الايدروجينى pH وتسبب عدم التفاف unfolding بروتينات العضلات فتزداد مواقع ارتباط الماء • ولهذا فالفوسفات القلويه هى المستخدمه بينما يتحاشى اضافة الفوسفات الحامضية لأنها تسبب خفضـــا فى رقم الأس الايدروجينى وبالتالى زيادة مقدار الانكماش • وتحدد التشريعات النسبة ٥ر٠٪ كحد أقصى فى المنتج النهائى لبقايا الفوسفات المضافة ، ولهذا تحسب

الكمية من الفوسفات الواجب اضافتها فى مخلوط التسوية مع خصم ٠٫٠١ ٪ مقابل القدر من الفوسفات الموجود طبيعيا فى اللحم • وتسمح التشريعات فى بعض الدول باضافة الفوسفات فى السجق saussage فى صورة بيروفوسفات صوديوم حامضية فقط ، اما بقية اللحوم فيسمح فى تسويتها باضافة ثلاثى بولىفوسفات الصوديوم sodium tripolyphosphate او بيروفوسفات الصوديوم الحامضية او سداسى ميتافوسفات الصوديوم sodium hexametaphosphate او بيروفوسفات الصوديوم او فوسفات ثنائى الصوديوم • وكثيرا ما تضاف املاح حمض الأسكوربيك أو حمض الأريثوربيك erythorbic acid للاسراع فى ظهور لون اللحم المسوى وتثبيت هذا اللون ، فالأسكوربات تتدخل فى تفاعلات اختزال المتميوجلوبين metmyoglobin ليتحول الى ميوجلوبين myoglobin مما يؤدى الى زيادة سرعة عملية التسوية ، كما أن الأسكوربات تتفاعل مع النتريت فيزداد محصول أكسيد النتريك الناتج من حامض النتروز ، وهى أيضا تقوم بمهمة مضاد الأكسدة antioxidant ويترتب على ذلك ثبات كل من اللون والنكهة •

(٧) فيتامينات الطعـــام

تعـــريف :

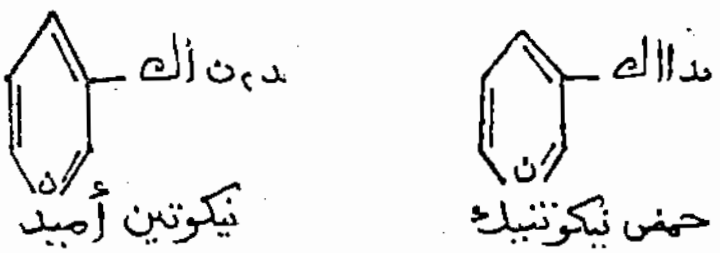
يطلق الاعطلاح « فيتامين » vitamin على عامل غذائى ضـــرورى essential dietary factor يتطلبه الكـــائن الحى بقـــدر ضئيل الا ان افتقار الطعام له يسبب ظهور اعراض مرضية deficiency diseases . وتعزى أهمية الفيتامينات الى عجز الجسم عن تخليقها نهائيا أو بالقدر الكافى للجسم بينما هى اساسية لاستمرار الحياة . فالمغذيات الرئيسية تتضمن الفيتامينات بالاضافة الى الكربوهيدرات والبروتينات والأيبيدات والعناصر المعدنية والماء . غير انه من المؤكد ان الكائنات الحية المختلفة تتفاوت فيما بينها فى القدر الذى يحتاجه كل كائن حى من الفيتامينات فى غذائة اليومى .

ومن اسـباب اهمية الفيتامينـــات فى الحيـــاة أن عـــددا كبيرا من الانزيمـــات المســـــاعدة coenzymes تحتـــوى على فيتامينـــــات ضمن تركيبها الجزيئى ، وخاصة الفيتامينات الذائبة فى الماء . ويبدو أن هذا هو الدورالرئيسىessential role للفيتامينات فى الأجسام الحية ، الا انه لايمكن الجزم بأن هذا هو الدور الوحيد الذى تقوم به الفيتامينات اذ أن بعض الأعراض المرضية الناجمة عن غياب أو نقص الفيتامين لايمكن تفسيرها أحيانابقصور فى وظيفة الانزيم المساعد الذى ينتمى الى هذا الفيتامين .

وفيما يلى عرض للدور الذى يقوم به كل من الفيتامينات فى مجال الكيمياء الحيوية :

(١) النيكوتين اميد ؛ حمض النيكوتنيك :

الاسم المعترف به للفيتامين هو النياسين . والصورة النشطة كيميائيا وحيويا كفيتامين هى صـــورة الأميد ، أى النيكوتين اميد او النيـــاسين اميد .



والنياسين منتشر بكثرة فى الأنسجة النباتية والحيوانية ، وتعتبر منتجات اللحوم مصدرا جيدا لهذا الفيتامين ٠

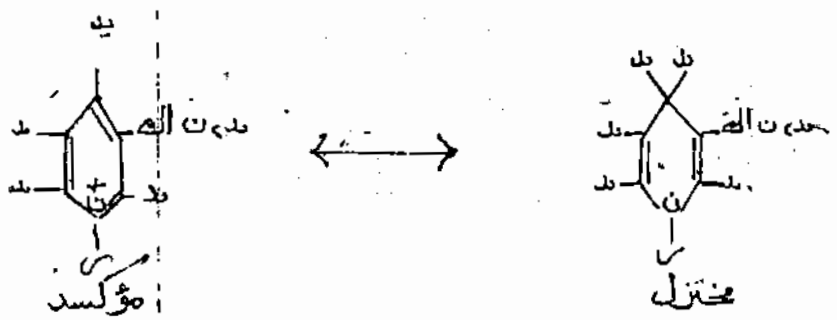
ومن ابرز نشاطات هذا الفيتامين انه يدخل فى تركيب الانزيم المساعد رقم واحد Coenzyme I الذى يسمى ثنائى فوسفوبيريدين نيوكليوتيد diphosphopyridine nucleotide ، أو قد يسمى نيكوتين أميد أدينين ثنائى نيوكليوتيـــــــد nciotinamide adenine dinucleotide (NAD +) كذلك يدخل الفيتامين فى تركب الانزيم المساعد رقم ٢ Coenzyme II الذى يعرف باسم ثلاثى فوسفوبيريدين نيوكليوتيد (TPN +) ، كما يسمى ايضا نيكوتين أميد أدينين ثنائى نيوكليوتيد فوسفات (NADP +) وهـــذان الانزيمان المساعدان سبق معرفتهما باسم انزيمات البيريدين نيوكليوتيـد المساعدة ، الا انه منذ عام ١٩٦٤ أصبحا يعرفان باسم انزيمات النيكوتين أميد المساعدة ، ويعبر عنهما باختصار بالاصطلاحين NAD+ و NADP +

وغياب النياسين يؤدى الى اصابة الانسان بمرض البلاجرا Pellagra كما تصاب الكلاب بمرض black tongue اذا افتقر طعـــامها للنياسين ٠ وأعراض مرض البلاجرا هى التهاب الجلد dermatitis وخاصة فى المنـــاطق المعرضة للضوء ، وتقرح اللسان ودكنة لونه ، وسوء الهضم والتمثيـــل الغذائى ، وحدوث نزف فى الامعاء intestinal hemorrhaging ، وقـــد تتأثر بعض تفاعلات الأكسدة والاختزال لكنه لايحدث تثبيط للتفاعلات بدرجة مقلقة ٠ وفى مقدور جسم الانسان تخليق كميات ضئيلة من حمض النيكوتنيك

من الحمض الأمينى تريتوفان اذا وجد بكميات تفوق المقرر اليومى بكثير ، اذ ان تخليق ملليجرام واحد حمض نيكوتنيك يستنفذ ستين ملليجرام تربتوفان بينما المقرر اليومى من التربتوفان للذكر البالغ يقرب من عشرين ملليجرام .

ويتلخص النشاط الحيوى الكيميائى للانزيمين المساعدين ، النيكوتين اميد نيوكليوتيد ، فيما يلى :

١ ـ يساعدان انزيمات الدهيدروجينيز فى كثير من التفاعلات التى منها ما يلى :



NADH و NADPH

الانزيم	المادة المتفاعلة	الناتج	الانزيم المساعد
دهيدروجينيز الكحول	ايثانول	اسيتالدهيد	NAD +
دهيدروجينيز الأيزوستريك	ايزوسترات	الفا كيتو جلوتارات +كا٢	NADP+
دهيدروجينيز الجليسروفوسفات	جليسرول ٣ ـ فوسفات	ثنائي هيدروكسي أستون فوسفات	NAD +
دهيدروجينيز اللكتيك	لكتـات	بيروفات	NAD+
انزيم ماليك	مـالات	بيروفات +كا٢	NAD+
دهيدروجينيز الجايسر الدهيد ـ ٣ ـ فوسفات	جليسر الدهيد ـ ٣ ـ فوسفات + حمض فوسفوريك	١ ، ٣ ـ حمض ثنائي فوسفوجليسريك	NADP+
دهيدروجينيز الجلوكوز ـ ٦ ـ فوسفات	جلوكوز ـ ٦ ـ فوسفات	٦ ـ حمض فوسفو جليكونيك	NAD+
دهيدروجينيز الجلوتاميك	حمض جلوتاميك	الفا ـ كيتو جلوتارات + نيدم	NADP + و
ردكتيز الجلوتاثيون	جلوتاثيون مؤكسد	جلوتاثيون مختزل	NADPH
ردكتيز الكينون	بارا ـ بنزوكينون	هيدروكينون	NADH , NADPH
ردكتيز النترات	نترات	نتريت	NADH

٢ – يتدخلان فى عمليات اختزال انزيمات الفلافين المساعدة ٠

$$NADH + H^+ + FAD \rightarrow NAD + FAD\text{-}H^2$$

$$FAD\text{-}H_2 + GSSG \rightarrow FAD + 2\,GSH$$

جلوتاثيون مختزل جلوتاثيون مؤكسد

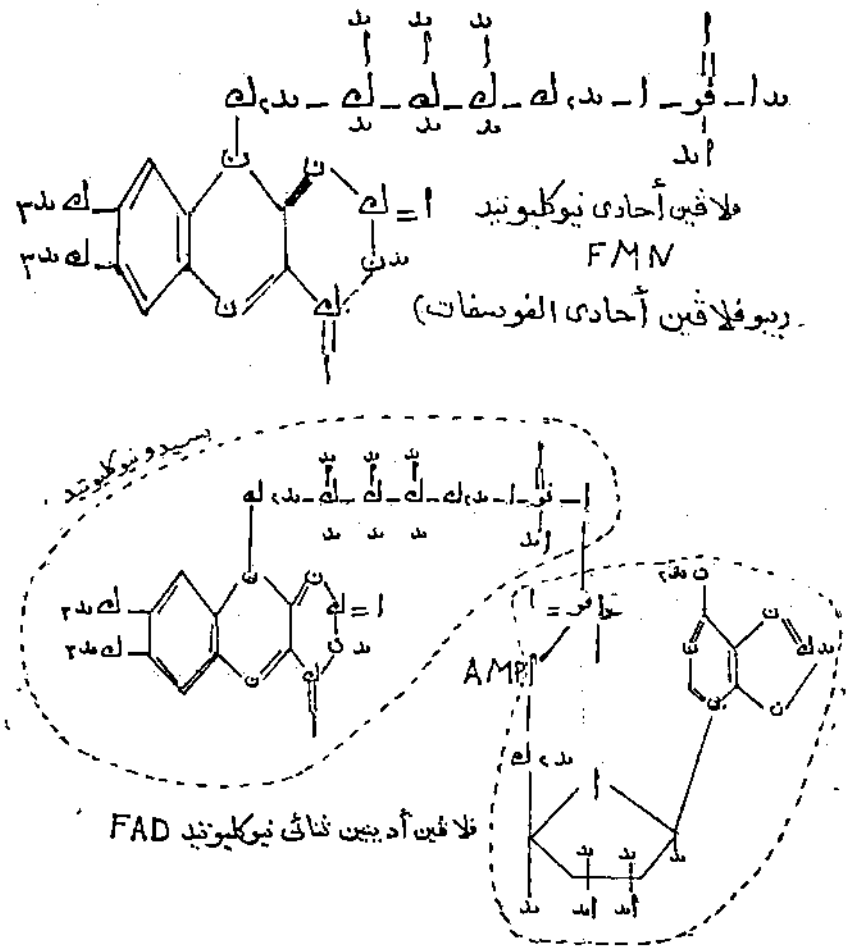
٣ – يقدمان الألكترونات فى عمليات hydroxylation and desaturation للمركبات الحلقية والأليفاتية ٠

(٣) الريبوفلافين :

يتكون الريبوفلافين (فيتامين ب٢) من كحول السكر sugar alcohol الريبتول D-ribitol مرتبطا مع ثنائى ميثايل ايزو اللوكزازين 7,8-dimethyl isoalloxazine ٠ وهو يوجد فى المصادر الطبيعية كاحد مكونات المجموعتين المرتبطتين للفلافين flavin prosthetic groups وهما الفلافين احادى النيوكليوتيد flavin monoucleotide (FMN) والفلافين ادينين ثنائى النيوكليوتيد flavin adenine dinucleotide (FAD) ٠ وتستطيع البكتريا تخليق هذا الفيتامين اسوة بالنباتات ، الا ان الحيوانات جميعها تعجز عن تخليقه ٠ وتعتبر النباتات هى المصدر الرئيسى لهذا الفيتامين ٠ وتظهر أعراض نقص هذا الفيتامين على الانسان فى صورة داء الشفة cheilosis والتهاب الجلد dermatitis ولون أحمر داكن فى اللسان ٠

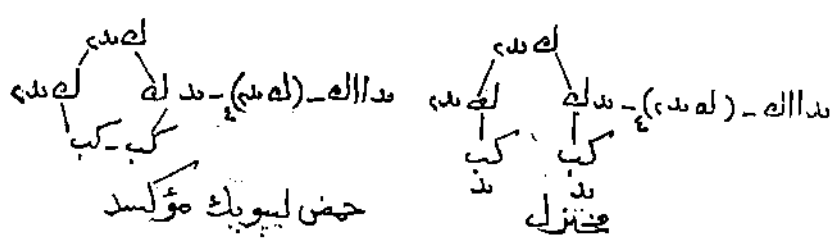
ويمارس الريبوفلافين نشاطه الحيوى الكيميائى كانزيم مساعد اعتمادا على قدرته فى دخول تفاعلات الأكسدة والاختزال ٠ وهو يوجد كمجموعة مرتبطة شديدة الارتباط بالجزء البروتينى للانزيم ولا يمكن فصله عن البروتين apoenzyme الا بالمعاملة بالحامض سواء على البارد او على درجة الغليان احيانا ٠ ومن امثلة التفاعلات التى تتدخل فيها الفلافو بروتينات، وكذلك الفلافو بروتينات المعدنية المحتوية على حديد او مولبديوم ، كعوامل ملامسة ، ما يلى :

الانزيم	مصدر الألكترون	الناتج	الانزيم المساعد	مستقبل الألكترون
أوكسيديز الحمض الأميني	حمض أميني	أحماض الفاكيتو + نيدم	2 FAD	أ٢ ← يد٢ أ٢
أوكسيديز حمض الجليكوليك	جليكولات	جليوكسالات	FMN	أ٢ ← يد٢ أ٢
دهيدروجينيز الألفا جليسرول فوسفات	جليسرول - ٣ - فوسفات	فوسفات ثنائي هيدروكسي أسيتون	FAD, Fe	تفاعلات تنفس
ردكتيز النترات	NADPH	NADP +	FAD, Fe, Mo	نترات
ردكتيز النتريت	NADPH	NADP +	FAD, Fe, Mo	نتريت
أوكسيديز الزانثين	زانثين	حمض يوريك	FAD, Mo, Fe	أ٢
دهيدروجينيز الليبويك	حمض ليبويك مختزل	حمض ليبويك مؤكسد	2 FAD	NAD +



(٣) حمض الليبويك :

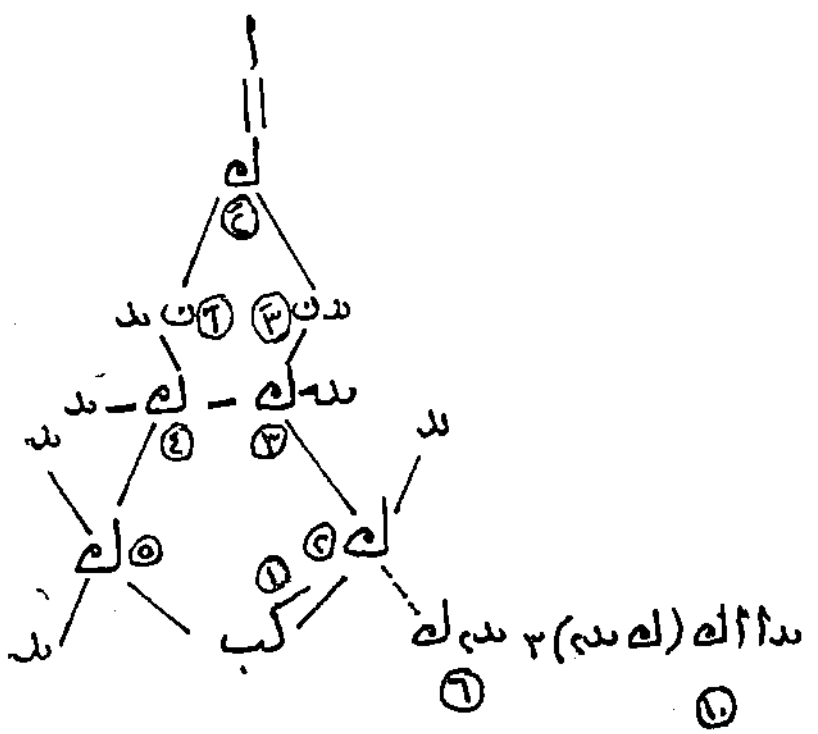
هذا الحامض هو أحد عوامل النمو growth factor لبعض البكتريا والبروتوزوا لكنه لايعتبر كذلك بالنسبة للانسان • وهو مرتبط بفضلة الليسين فى الجزء البروتينى من انزيمات الليبويل lipoyl enzymes



وأبرز نشاطات الحمض الكيميائية الحيوية هى انه عامل فى مجموعة الانزيمات multienzyme complexes دهيدروجينيز البيروفيك ودهيدروجينيز الألفا ـ كيتو جلوتاريك ٠

(٤) البيوتين :

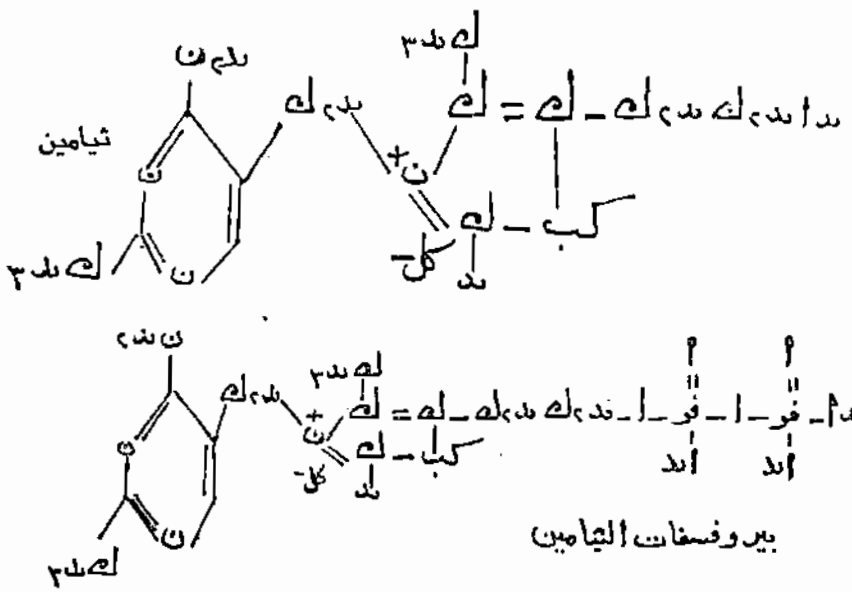
هذا الفيتامين عامل نمو للخميرة وبعض البكتريا ، كما انه عامل مؤثر فى تكوين بياض البيض الذى يحتوى على بروتين الأفيدين avidin ، وهذا الأخير شديد التآلف للبيوتين وبعض مشتقاته البسيطة ٠ فالأفيدين اذن عامل مثبط فعال للنظم التى يتدخل فيها البيوتين ولذا يستخدمه الباحثون للتعرف على التفاعلات التى قد يتدخل فيها البيوتين ٠ وتعتبر الخميرة والكبد من اغنى مصادر البيوتين ٠ وليس ممكنا احداث تحلل dissociation البيوتين أو حمض الليبويك بالتحليل الغشائى dialysis لانهما يرتبطان بالبروتين بروابط ببتيدية تعاونية ٠



ومن النشاط الحيوى الكيميائى الذى يمارسه البيوتين ارتباطه بتفاعلات الكربوكسيل carboxylation ، مثل كربوكسيليز البيروفيك وكربوكسيليز الأسيتيل انزيم مساعد ا وكربوكسيليز البروبيونيل انزيم مساعد ا ٠

(٥) الثيامين :

يوجد الثيامين (فيتامين ب١) فى اغلفة حبوب كثير من النباتات مثل الغلال cereals، ويوجد فى الأنسجة الحيوانية وفى الخميرة فى صورة الانزيم المساعد بيروفوسفات الثيامين (كوكربوكسيليز) ٠



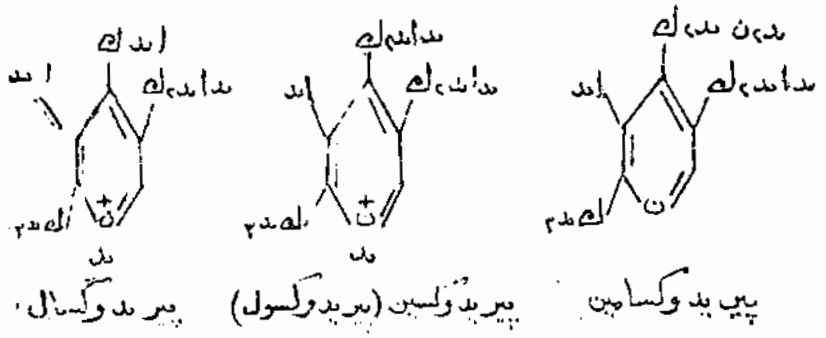
بيروفسفات الثيامين

والفتامين ضرورى فى طعام كافة الحيوانات ، باستثناء الحيوانات التى يوجد فى قناتها الهضمية بكتريا قادرة على تخليق الثيامين ٠ ويؤدى نقص الفيتامين الى ظهور مرض البرى برى الجاف المتمثل فى ضعف الأعصاب والهزال والتهاب العصب neuritis ، وكذلك البرى برى الرطب المؤدى الى الاستسقاء edema واضطراب القلب ٠ والمقرر اليومى حوالى نصف ملليجرام لكل الف سعر ٠

ويتمثل النشاط الحيوى الكيميائى للثيامين فى تدخلة كانزيم مساعد فى نشاط انزيم دهيدروجينيز حمض الألفا – كيتو ، وانزيم ديكربوكسيليز البيروفيك والترانس كيتوليز والفوسفوكيتوليز ٠

(٦) مجموعة فيتامينات ب٦ :

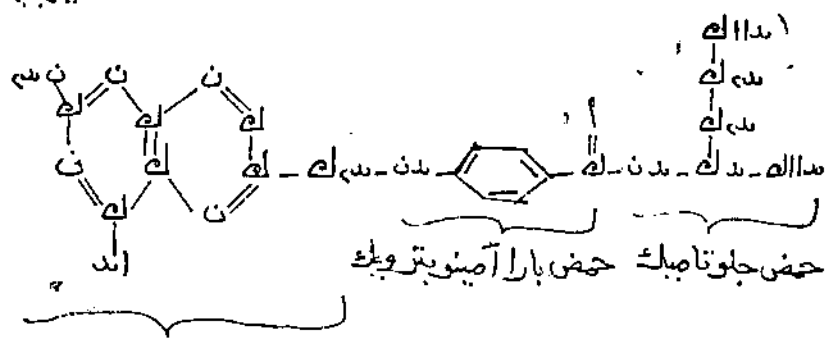
البيريدوكسال ولبيريدوكسامين والبيريدوكسين تمثل مجموعة فيتامينات ب٦ المنتشرة فى المملكتين النباتية والحيوانية والموجودة بتركيزات مرتفعة فى الغلال ٠ والمشتقات الفوسفاتية للبيريدوكسال والبيريدوكسامين عبارة عن انزيمات مساعدة ٠ أما الصور الثلاث فتؤدى مهمة فيتامين ب٦ الذى يسبب غيابه ظهور حالات تشنج مماثلة لأعراض الصرع epilepsy واضطراب الجهاز العصبى المركزى ٠ ومن التفاعلات التى تتدخل فيها فوسفات البيريدوكسين كعامل ملامسة تفاعلات الكربوكسيل decarboxylation وتفاعلات تبادل الأمين transamination وتفاعلات التوازم racemization ٠



بيريدوكسال بيريدوكسين (بيريدوكسول) بيريدوكسامين

(٧) حمض الفوليك :

حمض الفوليك ومشتقاته ، التى أكثرها ببتيدات ثلاثى وسباعى الجلوتاميل ، منتشرة بكثرة فى الطبيعة ، ولهذا فليس شائعا ظهور أعراض نقص الفيتامين ، بالاضافة الى أن بكتريا الامعاء تقوم بتخليق قدر صغير من الفيتامين يكفى لسد حاجة النمو ٠ ويعتقد أن مشتقات حمض الفوليك لها دور هام فى تكوين erythrocytes الا أن طبيعة هذا الدور غير معروفة بصفة محددة أو مؤكدة ٠



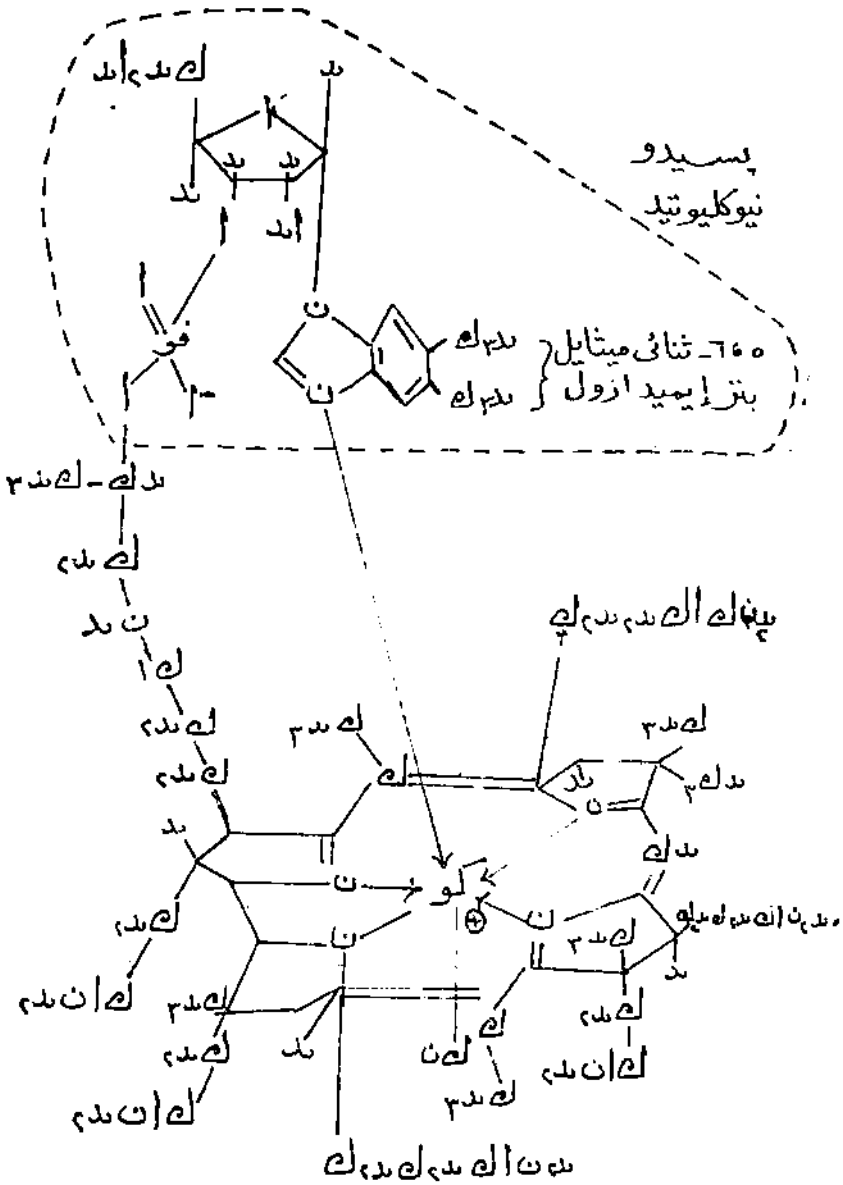
٢ أمينو ـ ٤ ـ هيدروكسى ـــ ٦ ـــ ميثايل بتريدين

حمض فوليك (بترويل ـ L ـ حمض جلوتاميك)

والنشاط الكيميائى الحيوى الهام المنسوب لهذا الفيتامين تقوم به فى الواقع ناتجات اختزاله التى تعتبر صورة الانزيم المساعد الفعال • فانزيم ردكتيز الفولات يختزل حمض الفوليك محـولا ايـاه الى حمض ثنائى هيدروفوليك DHF وهـــذا بدوره يختزلـه ردكتيز ثنائى الهيدروفـوليك الى حمض رباعى هيدرو فوليك THF وهذا الأخير يتدخل فى عمليات تخليق البيريميدينات والبيورينات والسيرين والجليسين ، أى انه يلعب دورا فى التخليق الحيوى للمثيونين ومركب الثيميدين ـ ٥ ـ فوسفات Thymidine-5-phosphate •

(٨) فيتامين ب١٢ :

يمكن عزل فيتامين ب١٢ مع انيونات مثـل الايدروكســـيل والنتريت والكاوريد والكبريتات • وعادة تكون القاعدة النتروجينية فى صور الفيتامين المختلفة عبارة عن ٥ ـ هيدروكسى ـ بنزيميدازول 5-hydroxy-benzimidazole فيما عدا الصورة pseudo-vitamin فقاعدتهـا النتروجينية عبـارة عن أدينين • ويوجد فيتامين ب١٢ فى الحيوانات والأحياء الدقيقة لكنه لايوجد فى النباتات ، وهو يوجد كجزء من انزيم مساعد يعرف باسم انزيم مساعد ب١٢ وهذا الأخير ليس ثابتا unstable ويتولى تخليقه من فيتامين ب١٢ الانزيم المساعد سنثتيز synthetase • ولهذا الفيتامين اهمية خاصة فى عـــلاج ومنع حدوث الأنيميا الخبيثة pernicious anemia (extrinsic factor).


پسیدو
نیوکلیوتید
۶۰۵- ثنائی میثایل
بنز إیمید ازول

ويعرف للآن أحد عشر تفاعل حيوى كيميائى تجرى فى جسم البكتريا بمساعدة الانزيم المساعد ب١٢ ، وتفاعل آخر يحدث فى أنسجة الحيوان بمساعدة نفس الانزيم • وهذه التفاعلات تتضمن كسر الرابطة بين ذرتى كربون أو بين ذرة كربون وذرة أوكسيجين أو بين ذرة كربون وذرة نتروجين •

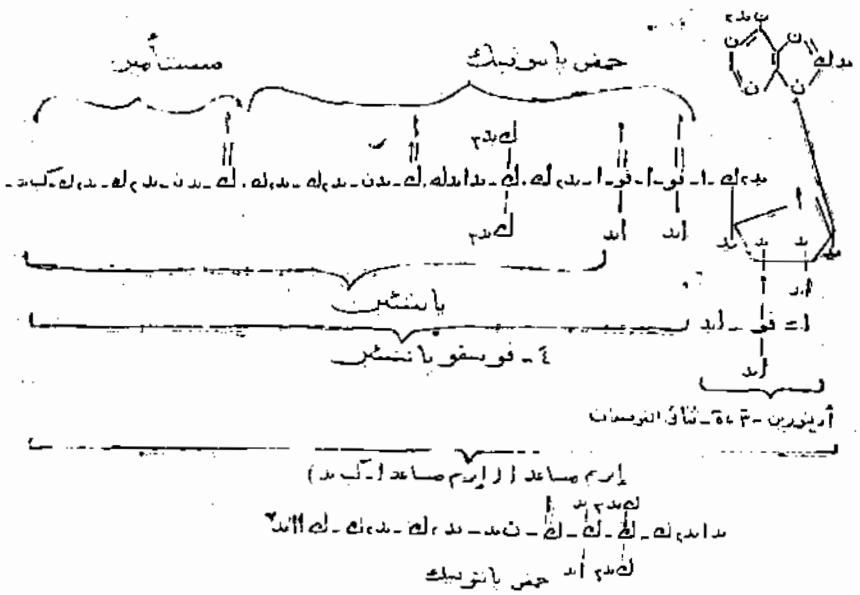
(٩) حمض البانتوثنيك :

يدخل هذا الفيتامين فى تركيب الانزيم المساعد ا A وكذلك فى تركيب acyl-carrier protein (ACP) Σ ويتلخص نشاطه الكيميائى الحيوى فيما يلى :

١ ـ الاسترات Thioesters التى تتكون من الانزيم المساعد ا وحمض الكربوكسيليك تلعب دورا هاما فى الكيمياء الحيوية •

٢ ـ البروتين حامل الأسيل ACP يدخل فى تركيبه بانتثئين pantetheine وجزء من جزيئه مرتبط بشدة بمركب سنثتيز الحامض الدهنى •

٣ ـ النيوكليوفيلات nucleophiles مثل الأمونيا والأمينات والماء ومركبات الثيول ، وحمض الفوسفوريك تستطيع زحزحة displace مجموعة كب ـ انزيم مساعدا ا •



(١٠) حمض اسكوربيك :

يتماثل حامض الأسكوربيك مع الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن فى عدم قيامه بوظيفة انزيم مساعد • وتستطيع النباتات والحيوانات ، عدا الانسان والفأر الرومى ، تخليق حامض الأسكوربيك من الجلوكـــوز بالتفاعلات التالية :

NADH D

حمض جليكورونيك ـ D ⟵ حمض جيلونيك ـ L

H+

ـ يد٢ أ

جيلونولاكتون ـ L ⟵ جيلونو

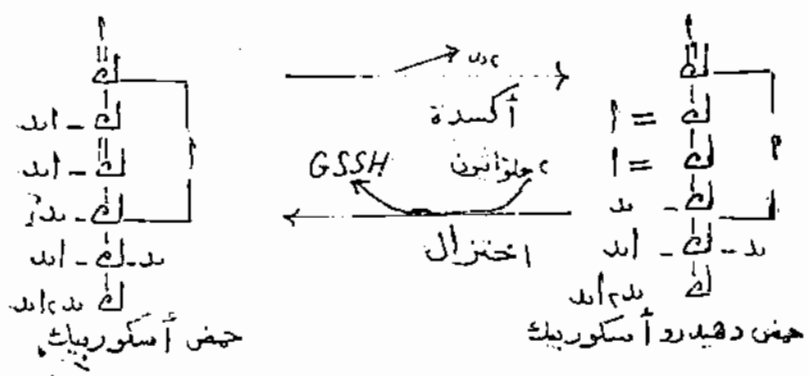
لكتونيز

أوكسيديز ـ ٢ يد

حمض اسكوربيك — L ⟵ ٣ ـ كيتو ـ L ـ جيلونولاكتـــون

وفى حالة نقص حمض الأسكوربيك تظهر على جسم الانسان أعراض مرض الأسقربوط وهى وذمة (أوديما ؛ ورم) edema ونزف تحت الجلد Subcutaneous hemorrhages, وانيميا anemia وتغيرات باثولوجيه فى الأسنان واللثة وتغيرات فى النسيج للضام . والمعروف أن الكولاجين collagen يحتوى على نسبة مرتفعة من الحمض الاميني هيدروكسى برولين ، وهذا الأخير ينتج من البرولين بتفاعلات يؤثر فيها حامض الأسكوربيك .

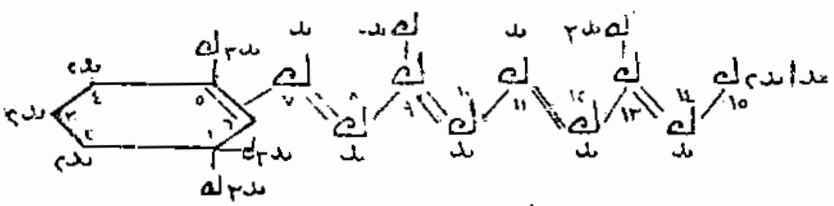
ويبدو أن النشاط الكيميائى الحيوى الذى يمارسه حامض الأسكوربيك يعزى أساسا الى كونه عامل مختزل جيد ، اذ يتحول الى حامض دهيدرو اسكوربيك (الصورة المؤكسدة) وهذا المركب الأخير يمكن اختزاله أيضا بواسطة عوامل اختزال متعددة مثل الجلوتاثيون (GSH) .



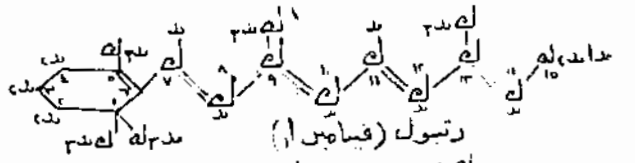
(١١) مجموعة فيتامينات أ :

فيتامين أ ، A المسمى رتينول Retinol ومشتقه الألدهيدى المسمى رتينال Retinal ينتجان من مولدهما parent substance ، أى البروفيتامين provitamin ، البيتاكاروتين بفعل نشاط انزيم أوكسيجينيز oxygenase موجود فى الأمعاء muscosa يستطيع كسر جزىء البيتا كاروتين معطيا جزيئين من الدهيد فيتامين أ ، أى رتينال ، وهذا الأخير بدوره يختزل الى

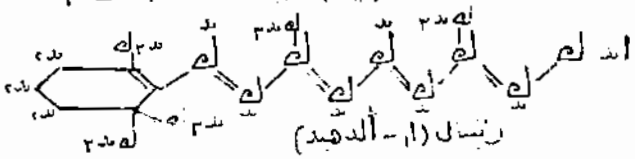
رتينول بتأثير نشاط انزيم دهيدروجينيز الكحول • ويلاحظ أن الوضع المقابل trans لجميع الروابط المزدوجة فى جزىء البيتا كاروتين يظل كماهو بدون تغيير فجزىء الرتينال والرتينول • وهذا البيتا كاروتين منتشر فى المملكة النباتية أسوة بالألفا وبالجاما كاروتين وبالكريتوزانثين ، فجميعها تخلقها النباتات ، وبهذا تكون الخضروات الورقية الخضراء من اغنى مصادر بروفيتامين الرتينول • وتوجد الكاروتينات ايضا فى اللبن الحليب وفى النسيج الدهنى الحيوانى وفى كبد الحيوان • لكنه يلاحظ ان فيتامين أ Aa هو الموجود فى كبد اسماك المياه العذبة وهو عبارة عن ٣ ـ دهيدرو ـ رتينول •



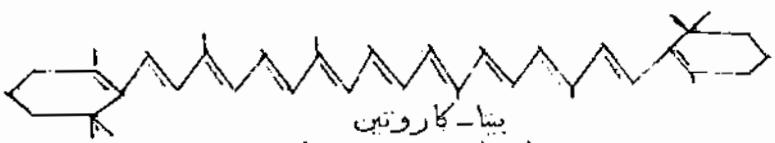
رتينول (فيتامين) أ



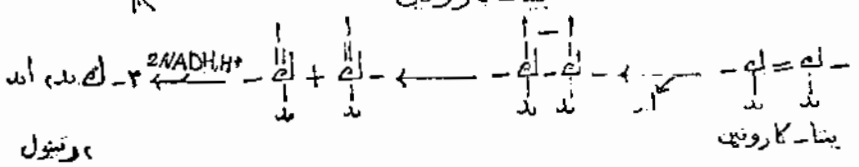
رتينول (فيتامين أ)



رتينال (أ ـ ألدهيد)



بيتا ـ كاروتين



واعراض النقص الشديد فى الرتينول تتمثل فى تقرن (قروت) keratinization الخلايا الظهارية epithelial cells وحدوث ذلك فى العين يؤدى الى مرض السلاق (جفف العين ؛ جفاف أو صمول الملتحمة) xerophthalmia والأعراض المبكرة للمرض تبدأ بالعمى الليلى • وقبيل اكتمال نمو الجسم يسبب نقص الفيتامين بطء النمو وتشوه العظام • كما أن زيادة الرتينول كثيرا تضر بالجسم لأنه يعجز عن طردها أسوة ببقية الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون • وتظهر حالة التسمم عندما يتعاطى الفرد كميات ضخمة ، كأن تكون نصف مليون وحدة من الفيتامين يوميا ، لمدة طويلة • وتتمثل اعراض الزيادة المفرطة من الرتينول فى الضعف weakness و التهاب الجلد dermatitis و غثيان (جيشان) nausea وضعف العظام bone fragility

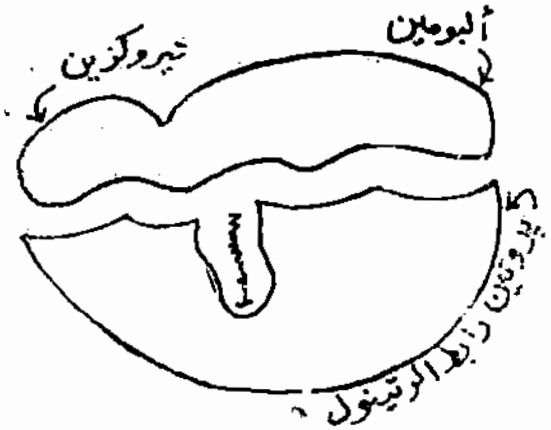
والنشاط الكيميائى الحيوى الذى يقوم به الرتينول والرتينال اهمه تدخلهما فى التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى عملية الرؤيا فى العين ، فالرتينول ينتقل من الكبد الى شبكية العين retina فى صورة ليبوبروتين حيث توجد الخلايا الحساسة للضوء بنوعيها العصيات rods ومخاريط العين cones الذين يختص اولهما بالرؤيا فى الضوء الخافت scotopic vision بينما يختص الثانى برؤيا الألوان photobic vision •

البومين ——— بروتين حامل ——— رتينول

(بروتين بلازما) Prealbumin (بروتين رابط للرتينول) RBP

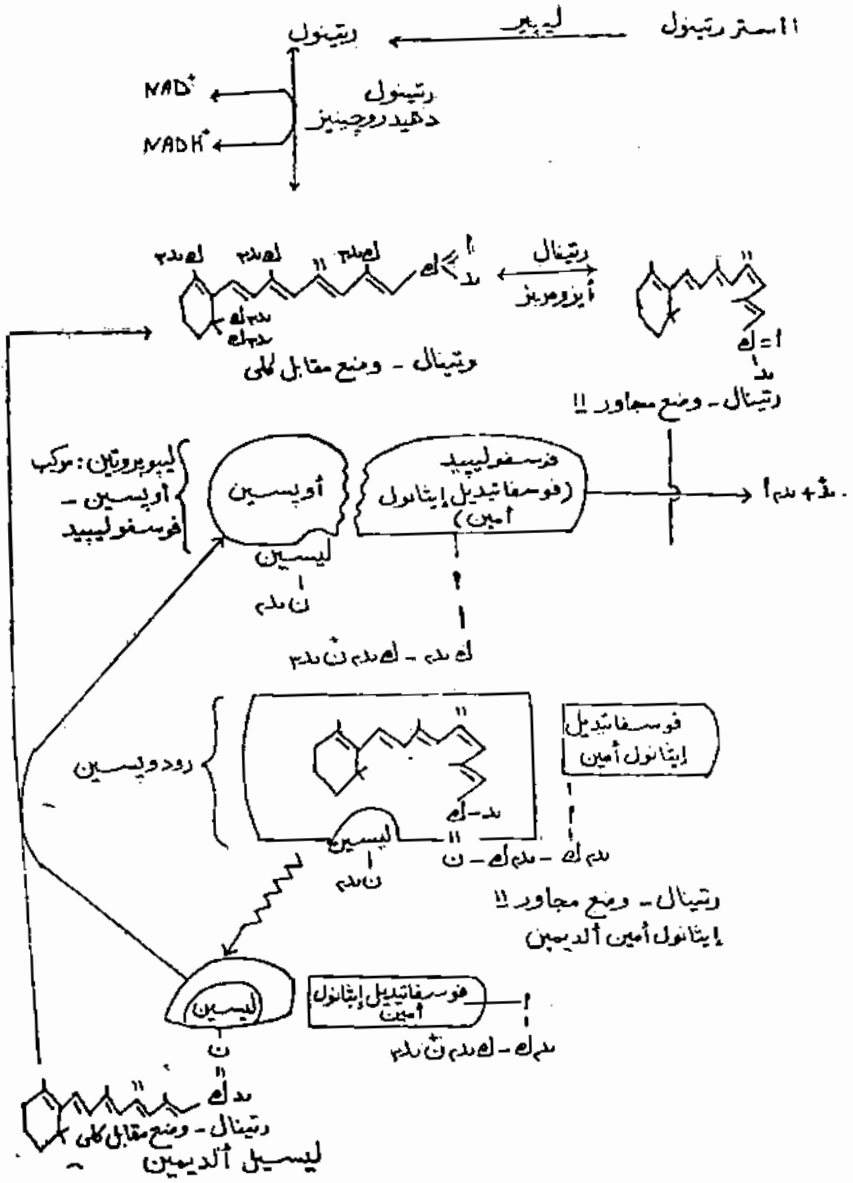
وزن جزيئى ٥٠٠٠٠ وزن جزيئى ٢١٠٠٠

يثبت مركب الرتينول ـ بروتين رابط الرتينول



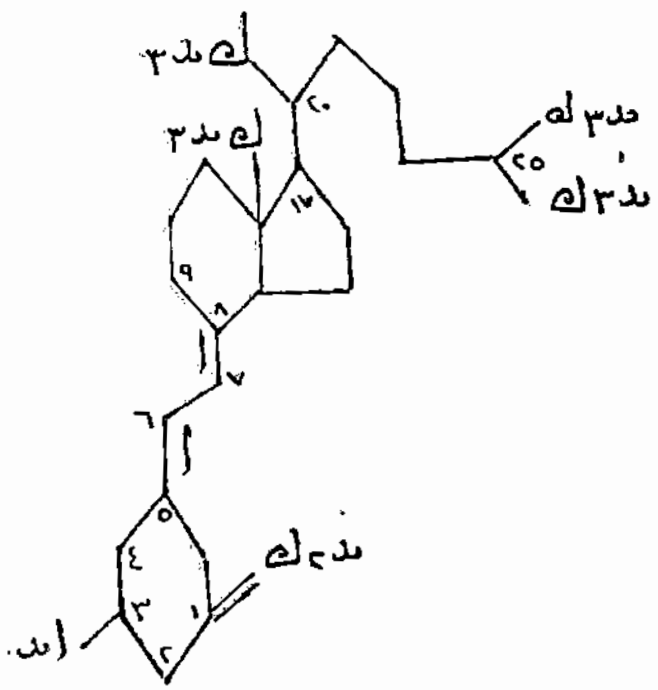
(ينطلق الرتينول فى حالة هدرجة الرابطة الكبريتية ٢ كب ـ كب ـ فى البروتين الرابط للرتينول)

والرتينول يترسب فى عصيات rods الشبكية فى صورة استرات ، وهو يتأكسد فيها بتأثير نشاط انزيم دهيدروجينيز رتينول خاص متحولا الى رتينال جميع روابطه المزدوجة فى الوضع ترانس ، وهذا الرتينال ذى وضع مجاور 11-cis-retinal بفعل نشاط انزيم ايزومريز retinal isomerase . وهذا الألدهيد الأخير هو الذى يرتبط بمركب ليبوبروتين opsin-phospholipid complex اثناء الظلام مكونا الرودوبسين rhodopsin الحساس للضوء . ويكون الرتينال ذي الوضع المجاور II-cis قاعدة شف Schiff's base مع الفوسفاتيديل ايثانول أمين phosphatidylethanolamine (PE) ويكون روابط hydrophobic bonds مع الأوبسين opsin . وعندما يتعرض الرودوبسين للضوء يتحول الرتينال ذو الوضع المجاور 11-cis-retinal الى مشابهه isomerized الرتينال ذى الوضع المقابل الكلى all-trans الذى يعجز عن تكوين روابط hydrophobic bonds لمركب الأوبسين ـ فوسفو ـ ليبيد . وحينئذ يكون الرتينال ذو الوضع المقابل الكلى قاعدة شف مع مجموعة ليسين فى الأوبسين ، وهذا المركب الأخير يتحلل مائيا hydrolyzed فى النهاية مكونا رتينال ذا وضع مقابل كلى ومركب الأوبسين ـ فوسفوليبيد .


١١ سترتينول
ليبيز
رتينول
رتينول
دهيدروجينيز
NAD+
NADH+
رتينال
أيزومريز
رتينال - وضع مقابل كلي
رتينال - وضع مجاور !!
ليبوبروتين: مركب
أوپسين -
فوسفوليپيد
أوپسين
ليسين
فوسفوليپيد
(فوسفاتيديل إيثانول
أمين)
رودوپسين
فوسفاتيديل
إيثانول أمين
رتينال - وضع مجاور !!
إيثانول أمين ألديمين
ليسين
فوسفاتيديل إيثانول
أمين
رتينال - وضع مقابل كلي
ليسيل ألديمين

(١٢) مجموعة فيتامينات د D :

لعدد من المركبات القدرة على منع حدوث الكساح rickets ، وكلها مشتقة من مولد فيتامين د provitamin D بتأثير الاشعاع • فالكالسيفرول calciferol ، اى فيتامين د٢ ، يحضر تجاريا بفعل الاشعاع irradiation على الاستيرويد steroid المعروف باسم الأرجو ستيرول • والمركب ٧ ـ ديهيدروكوليستيرول الذى يوجد طبيعيا فى انسجة الحيوان epidermal layers يمكن تحويله الى فيتامين د٣ D_3 بفعل الأشعة ـ فوق البنفسجية ، وهذا الفيتامين الأخير يوجد فى زيت السمك ايضا •



والنشاط الكيميائى الحيوى لهذا الفيتامين يتلخص فيما يلى :

١ ـ يزيد فتامين د٣ من قدرة خلايا غشاء الامعاء mucosal cells على امتصاص أيونى الكالسيوم •

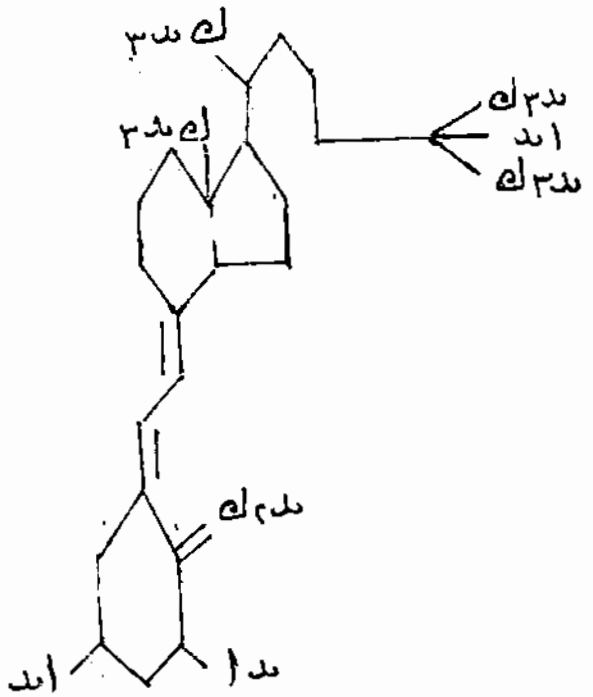
٢ ـ يساعد فيتامين د٣ على تكوين مركب بروتيني كالسيومي (Ca BP) calcium-binding protein في غشاء الأمعاء في بعض الحيوانات ، وهو بروتين وزنه الجزيئي ٢٤٠٠٠ ومرتبط به ذرة كالسيوم واحدة لكل جزيء بروتين . ويبدو أن الفتيامين يؤدى نشاطا مماثلا لنشاط الهورمونات وليس مماثلا لنشاط العوامل المساعدة للانزيمات ، فهو لا يؤثر في نشاط انزيم معين ولكنه ينظم انتاج بروتين رابط للكالسيوم .

وفيتامين د٣ لا يمثل الصورة النشطة للفيتامين ولهذا فهو يتعرض لنوعين من التغيرات في تركيبه الكيميائي ، أولهما في الكبد وغشاء الامعاء والكلى بينما الثاني في الكلى ، ونتيجة لذلك تظهر الصورة المعدلة الفعالة .

٧ ـ دهيدرو كوليستيرول ← فيتامين د٣ في الدم (كالسيفرول)،
(في الطعام ـ وفي الجلد معرضا للأشعة) .
↓ ا٢ ٢٥ ـ هيدروكسيليز
(ميكروزومات)

٢٥ ـ هيدروكسي كولكالسيفرول
↓ ا٢ ١ ـ ألفا ـ هيدروكسيليز
NADPH (ميتوكوندريا الكلى)
↓ Cyto P

١ ـ ألفا ـ ٢٥ ـ ثنائي هيدروكسي كولكالسيفرول
(المركب الفعال الناتج من د٣)



١ ــ الفا ــ ٢٥ ــ ثنائى هيدروكسى كولكالسيفرول

١ ــ الفا ــ ٢٥ ــ (ا يد)$_{٢}$ ــ د$_{٣}$

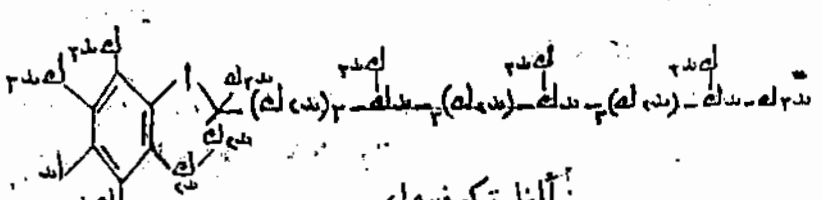
وفى خلايا غشاء الامعاء يتحول هذا المركب ١ ــ الفا ــ ٢٥ ــ (أيد)$_{٢}$ ــ د$_{٣}$ الى بروتين خاص ينتقل الى النواة حيث يرتبط مع المركب DNA وينشط البوليمريز RNA polymerase ، ونتيجة لذلك يتخلق mRNA خاص ببروتين رابط للكالسيوم Ca BP ، فالمركب m RNA ينتقل الى الريبوزومات لتخليق البروتين الخاص الرابط للكالسيوم ٠

(١٣) مجموعة فيتامينات هـ E :

تحتوى الزيوت النباتية على مجموعة توكوفيرولات ، اكثرها نشاطا وانتشارا هو الألفا ـ توكو فيرول (٥ ، ٧ ، ٨) ـ ثلاثى ميثايل ـ توكول) ،والتوكوفيرولات المعروفة هى :

الفا ـ توكو فيرول	(٥ ، ٧ ، ٨ ـ ثلاثى ميثايل ـ توكول)
بيتا ـ توكو فيرول	(٥ ، ٨ ـ ثنائى ميثايل ـ توكول)
جاما ـ توكو فيرول	(٧ ، ٨ ـ ثنائى ميثايل ـ توكول)
دالتا ـ توكو فيرول	(٨ ـ ميثايل ـ توكول)

ومنظومة التوكول هذه يوجد معها فى الطبيعة منظومة أخرى تعرف باسم منظومة التوكو ـ ترای اينول ـ وكلا المنظومتين عبارة عن فيتاميـــنات ، والفارق toco-triends الوحيد بينهما أن الترای اينولات يحتوى جزيؤها على سلسلة جانبية مكونة من ثلاثة ايزوبرين isoprene بدلا من السلسلة الجانبية تامة التشبع فى منظومة التوكول . وتوجد هذه الترای توكولات بكميات كبيرة فى زيت جنين القمح وزيت الذره . وتوجد التوكو فيرولات فى الدهن الحيوانى أيضا . ويعتقد أن كمية الألفا ـ توكوفيرول بأكملهـا الموجودة فى عضلة القلب متمركزة فى الميتوكوندريا .



ألفا-توكوفيرول

والنشاط الكيميائى الحيوى يتلخص فى عدم انجاب اناث الفيران برغم حدوث الحمل اذ تموت الأجنة وتمتص . والتوكوفيرولات مانعات اكسدة

antioxidant قوية ، ويعتقد انها تقى نظم الميتوكوندريا الحساسة من حدوث التثبيط العكسى بفعل بيروكسيدات الليبيدات · ويستطيع الألفا توكو فيرول كسر السلسلة فى بعض المركبات ولذا فهو يمنع حدوث inhibits الاتلاف destructive peroxidation الذى تتعرض له بعض المركبات مثل الأحماض الدهنية العديدة الروابط غير المشبعة ·

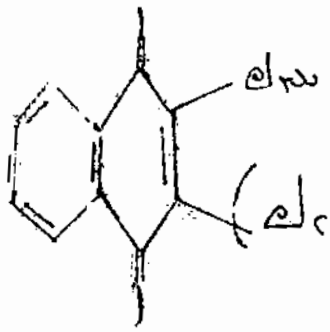
وهناك دلالة على تماثل فعل الألفا ـ توكو فيرول مع فعل التركيزات الضئيلة من عنصر السلنيوم ، اى ٠,٥ر٠ جزء فى المليون · فالسلنيوم مكون اساسى فى انزيم بيروكسيديز الجلوتاثيون الذى يتدخل فى التفاعل التالى ،

جلوتاثيون + الكيل هيدرو بيروكسيد اليد ← جلوتاثيون مؤكسد + ص اليد + يد٢أ

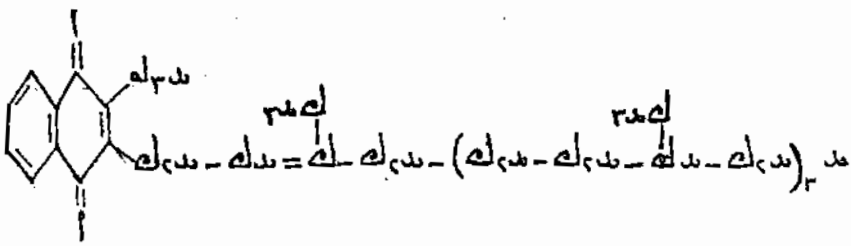
فالجسم يسلك طريقين للوقاية ضد الهيدروبيروكسيدات ، أولهما الألفا ـ توكوفيرول الذى يساهم فى منع تكوين هذه المركبات ، والثانى بواسطة بيروكسيديز الجلوتاثيون الذى يحول الهيدرو بيرو كسيدات السامة الى كحولات أولية وثانوية غير ضارة ·

(١٤) مجموعة فيتامينات ك K :

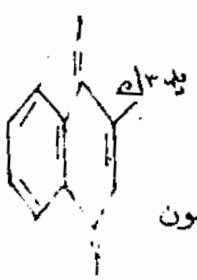
يحتوى فيتامين ك١ على أربع مجموعات ايزوبرين isoprene ، منها ثلاثة مهدرجة ، بينما منظومة فيتامينات ك٢ K-series فيوجد فى سلسلتها الجانبية عدد من مجموعات الأيزوبرين يتراوح بين ٦ و ٩ ولهذا يعبر عن فيتامين ك٢ بالرمز العام التالى باعتبارن تساوى ٦ ـ ٩ :



حينما ك١ تركيبة كما يلى :

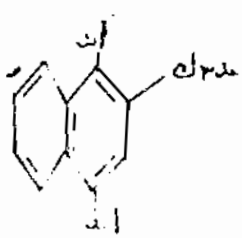


وهناك مركب يقوم بنشاط حيوى مماثل تماما لنشاط فيتامين ك١ ، وهو الميناديون menadione (ك٣) أو الميناكينون menaquinone أو ٢ ـ ميثايل ـ ١٠٤ ـ نافثوكينون 2—methyl—1,4—naphthoquinone (ك٤)، ويعلل ذلك بسهولة تحول هذا المركب الى فيتامين ك١ لاحتوائه على حلقة الكينون .



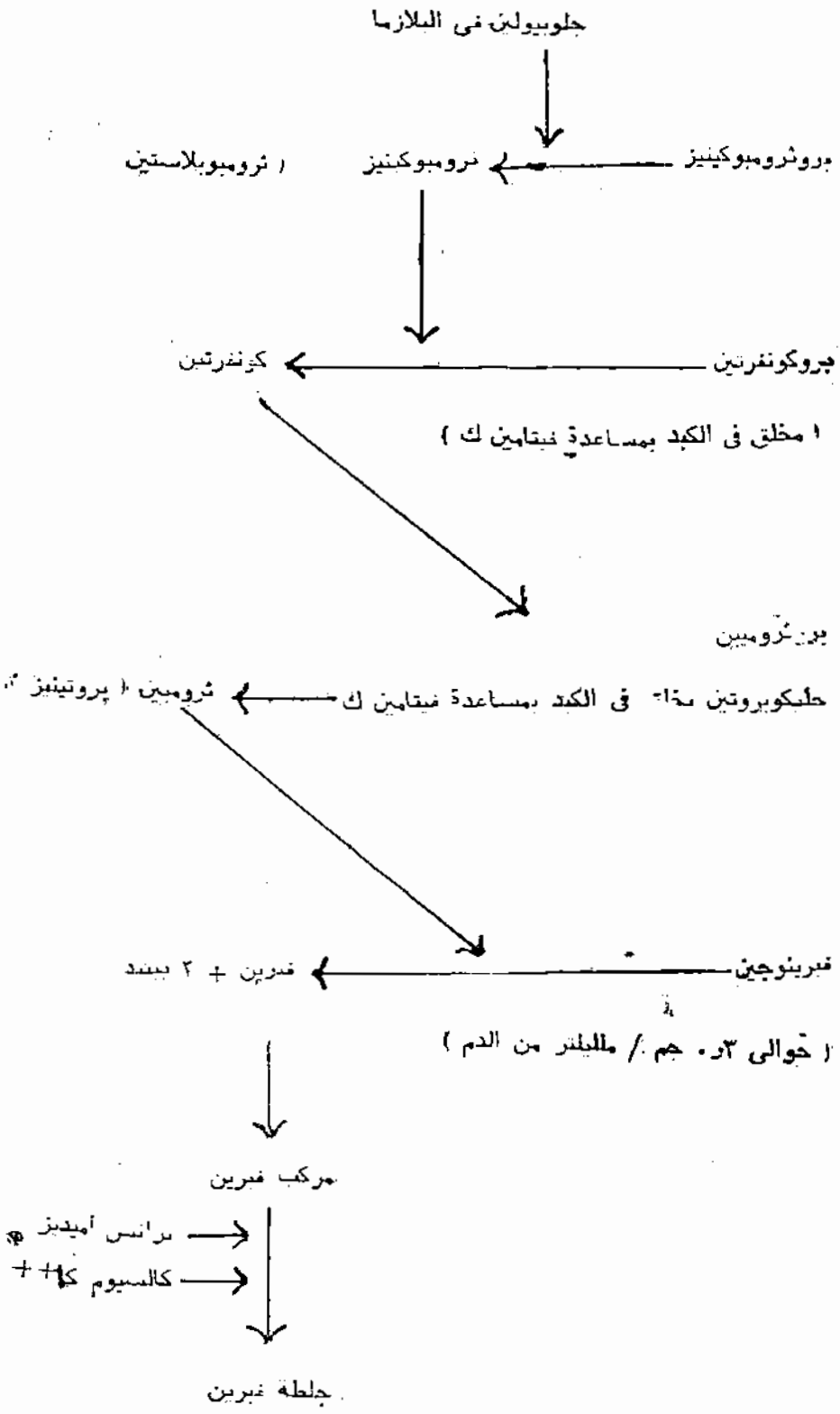
صنا دبون
صنا كينون

٢ ـ صنايل ـ ٤،١ ـ نافثوكينون



وفيتامين ك منتشر فى المملكة النباتية ، كذلك تستطيع البكتريا ، وخاصة الموجودة فى الامعاء ، تخليق منظومة فيتامين ك٢ . ولذلك فظهور أعراض نقص فيتامين ك فى الانسان يكون مقرونا عادة بهلاك أو تثبيط نشاط بكتريا الامعاء نتيجة لسبب ما مثل ما يحدث عندما يتعاطى الانسان قدرا من المضادات الحيوية لفترة ما .

والنشاط الحيوى الكيميائى لفيتامين ك يتلخص فى تأثيره على تجلط الدم ، ولهذا فغيابه يسبب انخفاض مستوى البروثرومبين prothrombin الذى يوجد فى البلازما والذى يعتبر مولدا للانزيم proenzyme or Zymogen والذى يتحول الى ثرومبين thrombin وهذا الأخير عباره عن انـــزيم بروتيوليتى يحول الفبرينوجين fibrinogen الى فبرين fibrin ، وهذا الفبرين عبارة عن بروتين تتكون منه الجلطة clots . والفبرينوجين وزنه الجزيئى ٣٣٠٠٠٠ ويتكون من ثلاثة سلاسل ببتيدية مركبة تعرف بالرموز ألفا وبيتا وجاما .


جلوبيولين فى البلازما
بروثرومبوكينيز
ثرومبوكينيز
ثرومبوبلاستين
بروكونفرتين
كونفرتين
(مخلق فى الكبد بمساعدة فيتامين ك)
بروثرومبين
طليعة بروتين خاص فى الكبد بمساعدة فيتامين ك
ثرومبين (بروتينيز)
فبرينوجين
فبرين + ٢ ببتيد
(حوالى ٣ر٠ جم / ملليلتر من الدم)
مركب فبرين
برانس أميديز
كالسيوم كا++
جلطة فبرين

مقدار الفيتامينات فى الأطعمة :

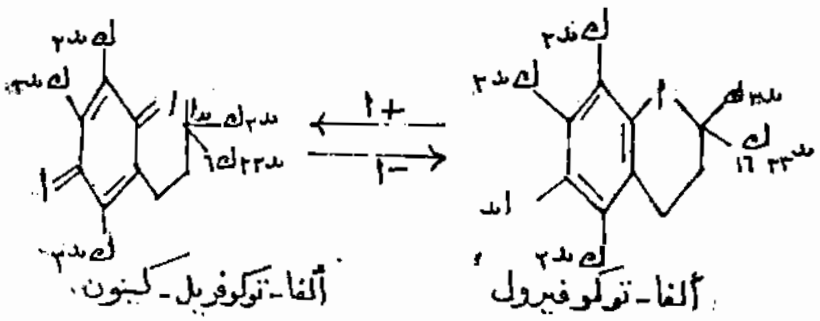
تتباين الأطعمة المختلفة فى نسب محتوياتها من كل من الفيتامينات ، فعلى سبيل المثال يوجد فيتامين ا A بالنسب التالية مقدرة كوحدات دولية فى كل مائة جرام من الجزء الصالح للأكل : الجـــزر ٦٠٠٠ ـ ١٥٠٠٠ ، الطماطم ١٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ ، موز ١٠٠ ـ ٣٠٠ ، بطاطا ٣٨٠٠ ـ ٧٧٠٠ ، عصير برتقال ١٩٠ ـ ٢٥٠ ، كبدبقرى ٤٠٠٠ ـ ٤٥٠٠ ، لحمحيوانى ٠ ـ ٥٠ زبـــد ٢٤٠٠ ـ ٤٠٠٠ ، بيض ١٠٠٠ ـ ١١٠٠ ، لبـــن خليـــب ٧٠ ـ ٢٣٠ ، جبن ١٢٠٠ ـ ١٧٠٠ ٠ ويوجد فيتامين د D بالنسب التالية محسوبة فى صورة وحدات دولية فى كل مائة جرام من الجزء الصالح للأكل edible part زيت كبد الحوت ٨٠٠٠ ـ ٣٠٠٠٠ ، الأسماك الغنية بالزيت والدهن ٢٠٠ ـ ١٨٠٠ ، صفار البيض ١٥٠ ـ ٤٠٠ ، زبد ١٠ ـ ١٠٠ ، بيض كامل ٥٠ ـ ٦٠ ، جبن ١٢ ـ ١٥ ، لبن حليب ١ ـ ٤ ٠ ويوجد فيتامين هـ E فى جنين القمح والخس وجميع الزيوت النباتية لكنه يفقد اثناء مراحل تصـــنيع زيوت الطعام وخاصة اثناء عملية قصر اللون bleaching وما يتبقى بعد انجاز هذه العملية يتعرض للفقد أيضا بتأثير تفاعلات الأكسدة والتزنخ ٠ وعموما يعرف عن التوكوفيرولات انها منتشـــرة بوفرة فى معظم الأطعمة النباتية والحيوانية وان أغنى المصادر بفيتامينات هـ E هذه هى زيوت جنين القمح وبذرة القطن والسمسم والفول السودانى وفول الصويا وكذلك بعض الخضروات الورقية كالخس والسبانخ ٠ وتوجد فيتامينات ك K فى السبانخ والكرنب والطماطم بنسبة ٣٣٤ و ٢٥٠ ، ٢٤ وحدة دولية فى المائة جرام على التوالى ، كما توجد فى دهن الكبد وزيت فول الصويا ، ومن الممكن ان يتخلق الفيتامين ك م Km فى القناة الهضمية بفعل البكتريا ٠ وفيتـامين ج C يوجد فى الأطعمة بالنسب التالية محسوبة بالملليجرامات فى كل مـــائة جرام من الجزء الصالح للأكل : الجوافة ١٠ ـ ٤٠٠ ، الخضروات الورقية ٥٠ ـ ٢٢٠ ، الوالح ٢٥ ـ ٦٠ الشليك ٢٥ ـ ٦٠ ، المانجو ١٠ ـ ٥٠ . البطيخ ١ ـ ٤٥ ، البطاطا ٢٠ ـ ٣٠ ، الموز ١٠ ـ ٣٠ ، البطاطس ١٠ ـ ٣٠

الطماطم ٢٠ ـ ٢٥ ، اللبن الحليب ١ ، اما البيض واللحم الحيوانى فيفتقران لهذا الفيتامين . وفيتامين الثيامين ب$_1$ B_1 يوجد فى الأطعمة بالنسب التالية محسوبة كملليجرامات فى كل مائة جرام من الجزء الصالح للأكل : الخميرة ٦ ـ ٢٤ ، حبوب القمح ٤ر٠ ، حبوب الأرز ١١ر٠ ، اللبن الحليب ٤ر٠ ، اللحم البقرى ٠٧ر٠ ـ ٣ر٠ ، الأسماك ٠١ر٠ ـ ١ر٠ ، الفاكهة والخضروات ٠٢ر٠ ـ ٢ر٠ . وفيتامين الريبوفلافين ب$_2$ B_2 يوجد فى الأطعمة بالنسب التالية محسوبة بالملليجرامات فى كل مائة جرام : الخميرة ٣ر١ ـ ٤ر٠ ، الكبد والكلى ٧ر٠ ـ ٣ر٣ ، البيض ٣ر٠ ـ ٥ر٠ ، اللجبن ٥ر٠ ، الخضروات الورقية ٠٥ر٠ ـ ٥ر٠ والاسماك ٢ر٠ ـ ٤٠ر٠ ، اللحوم ١ر٠ ـ ٣ر٠ اللبن الحليب ١٥ر٠ ، الذره ١ر٠ ، الفواكه المجففة ١ر٠ ، الأرز ٠٥ر٠ ـ ١ر٠ وحمض البانتوثنك يوجد فى الأطعمة بالنسب التالية محسوبة بالميكروجرامات فى كل جرام من الطعام : الخميرة ٢٠٠ ، الكبد ٧٦ ، صفار البيض ٦٣ ، الكلى ٣٥ ، جنين القمح ٣٠ ، السبانخ ٢٦ ، الفول السودانى ٢٥ ، الخبز ٥٠ وحمض الفوليك يوجد بالنسب التالية محسوبة بالميكروجرامات فى كل ١٠٠ جرام : السبانخ ٨٠ ، الكرنب ٢٠ ، الخس ٢٠ ، الخبز ٢٠ ، اللحم البقرى ١٠ ، البيض ٨ ، الفاكهة ٥ الاسماك ٥ اللبن ٣ر٠ .

تأثير التجهيز والتصنيع على فيتاميذات الأطعمة :

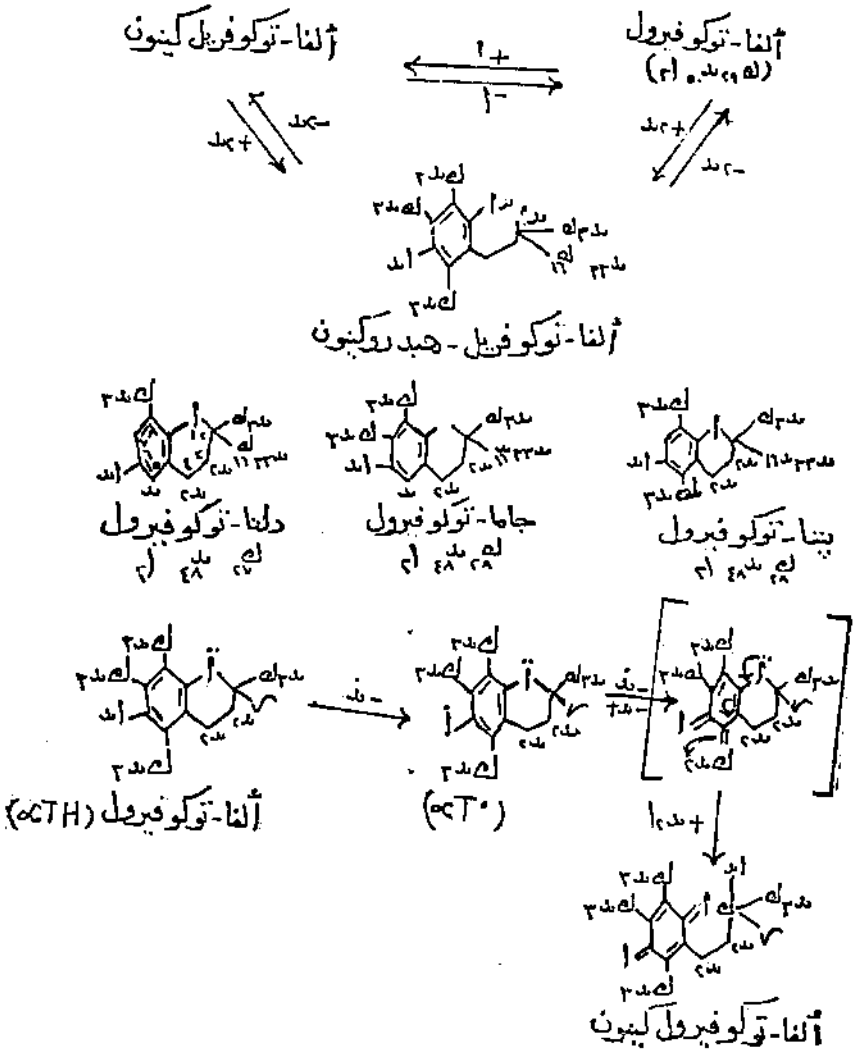
يختلف تأثير عمليات تجهيز وتصنيع الأطعمة فى نسبة المحتوى الفيتامينى تبعا لطبيعة وخواص كل فيتامين على حدة . فالكاروتين الذى يتحول الى فيتامين ا A لايفقد أثناء الطهى طالما أن درجة الحرارة لم تتجاوز ١٠٠° م لأن هذه الدرجة تسبب فقد جزء من الفيتامين ، كما انه لا يفقد بالغسيل وأثناء التعليب لكنه يفقد أثناء عمليات الحفظ بالتجفيف بسبب تأكسده فى وجود الأوكسيجين وبمساعدة الضوء . وفيتامين د D يفقد منه كمية قد تصل الى ٤٠٪ اثناء عمليات الطهى كما أنه يتكسر تماما اذا ما تجاوزت درجة حرارة الطهى ١٠٠° م وينهدم بتأثير الضوء ويفقد تأثيره

الحيوى اذا ما تأكسد بفعل الأوكسيجين ويقل فى ثباته بازدياد الحموضة اى بانخفاض الأس الايدروجينى عن سبعة ويتلف اذا ما تأكسدت الزيوت والدهون المحتوية عليه لكنه لا يضار بالغسيل او بعمليات التعليب والتجميد والتجفيف • وفيتامين هـ E يفقد بالأكسدة وبمساعدة الأوكسيجين والقلويات والأشعة فوق البنفسجية كما يفقد منه كمية قد تصل الى ٥٥٪ بتأثير الطهى ويتلف نتيجة لأكسدة وتزنخ الزيوت والدهون لكنه لا يتأثر بالضوء ويقاوم تاثير الحرارة مالم تكن مصحوبة بالأوكسيجين وبالأحماض القوية •



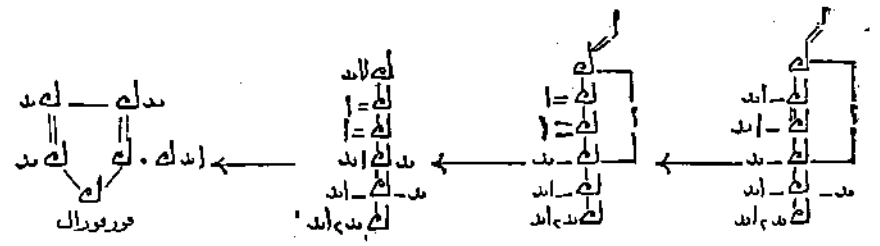
ألفا - توكوفيرول

ألفا - توكوفريل - كينون


ألفا-توكوفيرول
ألفا-توكوفريل كينون
ألفا-توكوفريل-هيدروكينون
دلتا-توكوفيرول
جاما-توكوفيرول
بيتا-توكوفيرول
ألفا-توكوفيرول (ΔTH)
(ΔT)
ألفا-توكوفيرول كينون

وفيتامين ك K تتلفه المواد المؤكسدة والأحماض القوية والقواعد القوية ويفقد ثباته بتأثير الضوء لكنه لا يتأكسد بتأثير الأوكسيجين ولا يتلف بالحرارة العالية اذ لايتجاوز الفقد أثناء الطهى أو الحفظ بالحرارة المرتفعة حوالى ٥ ٪ ولا يتأثر بالعوامل المختزلة • وفيتامين جـ C يفقد سريعا بالأكسدة اذ يتحول الى حمض دهيدرواسكوربيك عديم النشاط الحيوى وهذا سبب انخفاض نسبته فى الأطعمة بتأثير الذبول أو الطهى أو التجفيف أو الفرم أو الهرس أو التخزين اذ أن تجريح أو اصابة الأنسجة يصحبه تخليق انزيمات اكسدة وهذه تسرع عملية تأكسد فيتامين جـ C وهذه الانزيمات ، مثل اكسيديز حامض الأسكوربيك ، يمكن ايقاف نشاطها باستخدام الحرارة العالية لكنه وجد أن هذه الحرارة العالية ذاتها تسرع من أكسدة فيتامين جـ C حتى فى حالة غياب انزيم الأوكسيديز وخصوصا اذا كان الوسط قلويا أو به أيونات نحاس ، كما أن الفيتامين يفقد منه الكثير اثناء عمليات الغسيل والسلق لأنه قابل للذوبان فى الماء ، ولهذا فلا مفر من فقد جزء من فيتامين جـ C بتأثير التصنيع ومن هنا ساد الاعتقاد بأن الأطعمه الطازجة دائما تكون أفضل من الأطعمة المحفوظة من وجهة احتوائها على فيتامين جـ C • ولتقليل الفقد فى حمض الأسكوربيك ينصح باستخدام البخار فى اجراء عملية السلق لقتل الانزيمات وبازالة الهواء من العلب قبل قفلها باحكام فى طريقة الحفظ بالتعليب وباضافة مانعات الأكسدة antioxidants للأطعمة كأن يضاف أيزو أسكوربيك D-iso ascorbic acid الذى يتأكسد بدرجة أسرع من حمض الأسكوربيك العادى وبذلك يظل هذا الأخير محميا من الأكسدة وبتحاشى ملامسة الاطعمه للمعادن والتخلص من أيوناتها وخاصة النحاس وبمعاملة عصير الفاكهة بمادة مختزلة مثل ثانى اكسيد الكبريت قبل تخزينة فى غرف التبريد وباتباع طريقة الحفظ بالتجميد لأن الفيتامين لايفقد منه الا القليل جدا على درجات التجميد • واكسدة حمض الأسكوربيك تمر بعدة مراحل : فى الأولى يتحول الى صورة دهيدرو دون فقد فى النشاط الحيوى ويكون التحول عكسيا ، وفى الثانية تتكسر حلقة اللاكتون ويفقد الفيتامين نشاطه الحيوى ، وفى

الثالثة يفقد المركب مجموعة الكربوكسيل ويفقد ماء متحولا الى فورفورال furfural يمكن ان يدخل فى تفاعلات تجمع polymerization لتكوين مواد ملونة تكسب المادة الغذائية لونا بنيا :



حمض اسكوربيك — حمض دهيدرو أسكوربيك — حمض ٢ ، ٣ كيتوهكسيورونيك

وفيتامين الثيامين ب$_1$ B_1 يفقد اثناء عمليات الغسيل نظرا لقابليته للذوبان فى الماء كما يفقد جزء كبير منه اثناء عملية التعقيم وجزء قليل اثناء مراحل التعليب والتجفيف والتخمير والتحمير ، لكنه يتاثر بالأشعة فوق البنفسجية وبالحرارة العالية اذا كانت مقرونة بارتفاع رقم الحموضة pH عن ٣ر٥ · وفيتامين الريبوفلافين ب$_2$ B_2 يفقد اثناء الغسيل والطهى العادى والتعرض للضوء وفى المحاليل القلوية لكنه يكون ثابتا فى الوسط الحمضى فلا تتلفه الحرارة الجافة · وفيتامين النياسين ثابت ضد الأحماض والقلويات والأوكسيجين الجوى ولا يتلف بحرارة الطهى أو التعقيم · وفيتامين البريدوكسين يتاثر بالضوء وخاصة بالأشعة فوق البنفسجية فى الوسط المتعادل أو القلوى · وفيتامين البيوتين تؤكسده المؤكسدات القوية عن طريق أكسدة ذرة الكبريت كما تتلفه الأحماض والقلويات القوية ولكنه لا يتلف بالحرارة والضوء وتستطيع بعض البكتريا تخليقه فى امعاء الانسان · وحمض البانتوثنك لايتاثر بعوامل الأكسدة والاختزال أو بدرجة حرارة الطهى مامم

ترتفع عن ١٠٠° م لكنه يفقد فى السائل drip المتسرب من اللحوم أثناء صهرها وفى وجود القلويات والأحماض الساخنة • وحمض الفوليك يتأثـــر بضوء الشمس وبالحرارة فى الوسط الحمضى وبحرارة الطهى وبمدة التخزين لكنه يكون أكثر ثباتا فى الوسط المتعادل • وفيتامين ب١٢ يتاثر ثبـاته بالحرارة فى المحاليل الحمضية أو القاعدية وبالأشعة للضوئية لكنه يكون أكثر ثباتا ضد الحرارة فى المحاليل المتعادلة •

(٨) ملونـات الأطعمـة

لما كان اللون أحد مقومات عوامل الجودة فى الأطعمة الخام والمنتجات المصنعة أصبح لزاما على المشتغلين فى مجال التصنيع الغذائى وتداول الأطعمة أن يأخذوا الحذر من حدوث تغيرات فى اللون ، بل وأن يكونوا على عـلم ودراية بمسببات التلوين وتركيب المـواد الملونة وتأثير عمليات التداول والتصنيع وظروف التخزين فى لون الطعام • والمعروف أن اللون مرجعه الى الموجات الضوئية فى نطاق الضوء المرئى ، أى عند موجـات ضـوئية تنحصر بين ٣٨٠ ، ٧٥٠ ملليميكرون • ويتوقف ظهور لون معين على مقدار انعكـاس الأشعة الضوئية عند موجات ضوئية ذات طول معين • فقد يكون الانعكاس كبيرا مقارنا بالامتصاص ، عند الموجات القصيرة من الضوء المرئى أو يكون أكبر فى المجال المتوسط منه فى كلى الجانبين أو يكون الأكبر عند الموجـات ذات الطول ٦٠٠ ملليميكرون فأكثر • ومن هنا تظهر الألوان المختلفة التى اعتاد على تمييزها ذهن الانسان • والمفهوم أيضا أن المواد السائلة تمتص الوان الطيف جميعها فيما عدا اللون المميز لها الذى يمر خلالها ، أى أن السوائل الحمراء تنفذ اللون الأحمر أو تعكسه بينما تمتص بقية الألوان الأخرى • فالمواد الملونة تحتوى على مجموعات فعالة ذات قدرة على امتصاص اشعة معينة تاركة الأشعة ذات طول موجة معين وهذه الأخيرة هى التى تكسب المادة لونها المميز • وقد يقتصر الامتصاص على الأشعة الخارجة عن نطاق الضوء المرئى وفى هذه الحالة تبدو المادة بيضاء أو عديمة اللون • وعندما تمتص المـادة جميع اشـعة الضـوء المرئى بدون استثناء تظهر بلون أسود • وإذا اقتصر الامتصاص على لون معين ، كالأحمر مثلا ، ونفذت جميع اشعة الضوء المرئى الأخرى اكتسبت المادة اللون المكمل ، أى المتمـام ، لهذا اللون الممتص ، كاللون الأزرق المخضـر مثـلا باعتباره اللون المكمـل للأحمر • وهذه الألوان المتتامة هى :

الموجة بالمليميكرون	اللـــون	الموجة بالمليميكرون	اللـــون
٤٠٠ ـ ٤٢٠	بنفسجى	٥٣٠ ـ ٥٤٥	أخضر مصفر
٤٢٠ ـ ٤٤٥	أزرق انديجو	٥٤٥ ـ ٥٨٠	أصفر
٤٤٥ ـ ٤٩٠	أزرق	٥٨٠ ـ ٦٣٠	برتقالى
٤٩٠ ـ ٥١٠	أزرق مخضر	٦٣٠ ـ ٧٣٠	أحمر
٥١٠ ـ ٥٣٠	لخضر	٧٢٠ ـ ٧٥٠	أزرق ارجوانى

والمادة الملونة تتكون كيميائيا من ثلاثة مجموعات هى : الكروموجـــن chromogen الذى قد يكون عديم اللون أو قد يكون ملونا لاتصال المجموعات الحاملة للون به ، والكرومو فورات chromophores وهى عبارة عن مجموعات فعالة تعرف أحيانا باسم المجموعات الحاملة للون ، مثل مجموعة النترو الحاملة للون الأصفر ، وهى عادة تكون قادرة على اكتساب الكترونات ، والأوكزوكرومات auxochromes التى تتولى تثبيت اللون وزيادة درجته وتعرف أحيانا باسم المجموعات المساعدة للون وهى غالبا ماتكون معطية للالكترونات ومكونة من مجموعات فعالة تعرف أحيانا باسم المجموعات الحاملة للون ، مثل مجموعة النترو الحاملة للون . ما تتركز داخل البلاستيدات الموجودة فى بروتوبلازم الخلية ، وقد توجد على حالة بللورية موزعة فى البروتوبلازم كما هو الحال فى كاروتينات الجزر وليكوبين الطماطم ، وقد تتواجد فى العصير الخلوى داخل الفجوات vacuoles المنتشرة فى الخلايا مثل المواد الملونة القابلة للذوبان فى الماء وتقسم المواد الملونة عادة كما يلى :

(أ) مواد ملونة موجودة فى البلاستيدات وهى عديمة الذوبان فى المـاء لكنها تذوب فى الدهون ومذيبات الدهون ، وهى قسمان :

١ ـ الكلوروفيل :

(١) كلوروفيل أ A الأخضر القاتم

(٢) كلوروفيل ب B الأخضر الفاتح

٢ ـ الكاروتينويدات :

(١) الكاروتين ذو اللون الأصفر البرتقالى ٠

(٢) الليكوبين ذو اللون الأحمر ٠

(٣) الزانثوفيل ذو اللون الأصفر ٠

(ب) مواد ملونة موجودة فى العصير الخلوى تذوب فى الماء ولكنها عديمة الذوبان فى الدهون ومذيبات الدهون ، وهى قسمان :

١ ـ أنثوزانثينات : (الفلافونويدات) :

(١) فى صورة جليكوزيد أبيض اللون

(٢) فى حالة حرة وبلون أصفر

٢ ـ انثوسيانينات :

(١) حمراء فى الوسط الحمضى ٠

(٢) زرقاء فى الوسط القاعدى

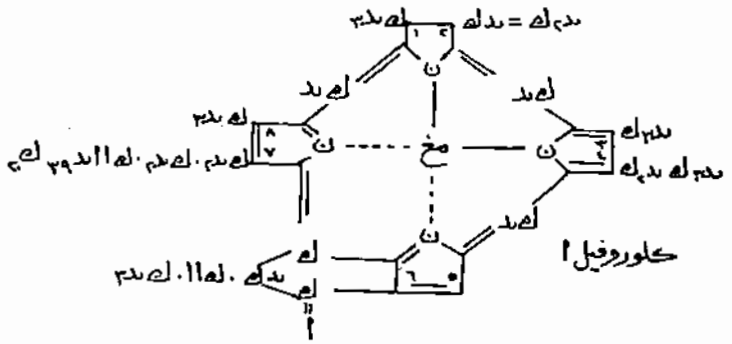
(٣) بنفسجية فى الوسط المتعادل ٠

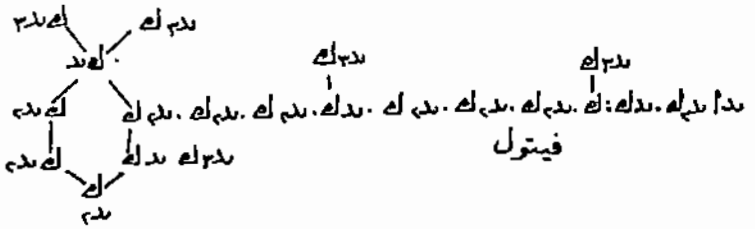
الكلوروفيل :

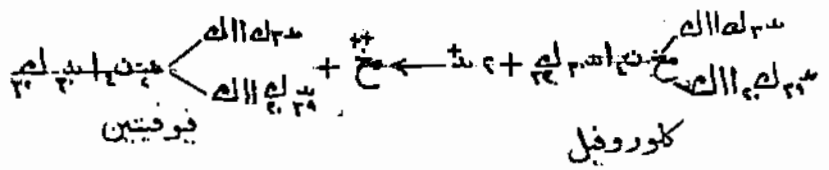
يوجد الكلوروفيل chlorophyl منتشرا بكثرة فى المملكة النباتية ، ويرجع اليه الفضل فى امتصاص الطاقة الشمسية اللازمة لتفاعلات التمثيل الضوئى التى تنتهى بتثبيت الماء وثانى اكسيد الكربون الجوى فى صورة كربوهيدرات ٠ ويختلف الكلوروفيل ا A عن الكلوروفيل ب B فى وجود مجموعة فورمايل الدهيدية على ذرة الكربون رقم ٣ فى الكلوروفيل ب بدلا من مجموعة الميثايل الموجودة فى نفس المكان فى جزىء الكلوروفيل ا A٠ ويمكن استخلاص الكلورفيل ا A بايثير البترول على البارد ، أما كلوروفيل ب B فيستخلص بكحول ميثايل تركيزه ٩٠٪ ٠

وينتمى الكلوروفيل الى مجموعة المواد الملونة المعروفة باسم البورفرينات

Porphyrines التى ينتمى اليها الهيموجلوبين ايضا • والجزىء به اربعة مجموعات بيرول Pyrrole يربطها ببعضها مجموعات ميثين ـ ك يد = وفى مركز الجزىء توجد ذرة المغنسيوم مرتبطة بذرتى نتروجين فى حلقتى بيـــرول بواسطة روابط تعاونية covalent bond ومرتبطة بذرتى النتروجين فى حلقتى البيرول الثالثة والرابعة برابطتين اسهاميتين coordinate covalent bond حيث تساهم ذرتا النتروجين بزوج من الالكترونات • ويوجد فى الجزىء ايضا مجموعتان كربوكسيل ، احداهما على ذرة الكربون رقم سبعة مكونة استرا مع كحول الفيتول phytol والأخرى على ذرة الكربون رقم ســـتة مكونة استرا ايضا ولكن مع كحول الميثيل • والفيتول ك٢٠ يد٣٩ اى منتشر فى المملكة النباتية وتركيبة يشبه الكاروتينات • ويفسر عـدم ثبـــات الكلوروفيل بالنسبة للمعاملة الحرارية بتاثير الحرارة فى الجزء البروتينى الذى يوجد الكلوروفيل مرتبطا به عـــادة اذ تحدث نزطبة denaturation وينفصل الكلوروفيل عن البروتين ، كما أن الحرارة تزيد نفاذية جدران الكلوروبلاست • اما تاثير حموضة الوسط فى لون الكلوروفيل فيفســـر باستبدال ذرة المغنسيوم فى الجزىء بذرة ايدروجين متحولا الى فيوفيتين pheophytin ويصبح اللون اخضر زيتونيا ثم بنيا فى الوسط الحمضى ، بينما لا يحدث هذا التغير فى الوسط القلوى • وقد لوحظ ازدياد كميـــة الفيوفيتين المتكونة واستمرار تغير اللون من الأخضر الى الأخضر البنى الى الأخضر المصفر الى الأصفر بطول مدة الطهى على درجة غليان الماء ، اذ تصل نسبة التحول الى فيوفيتين الى ١٠٠٪ بعد حوالى ساعة • ومن المستطاع فصل كحول الفيتول عن الكلوروفيل بالتحليل المائى أو باستخدام انـزيم كلوروفيللين المستخرج من أوراق النباتات • وهذا الفيتول يمثل حـــوالى ثلث جزىء الكلوروفيل وهو المسبب للقدرة الاختزالية فى الكلوروفيل نظرا لأنه شديد التآلف للأوكسيجين •

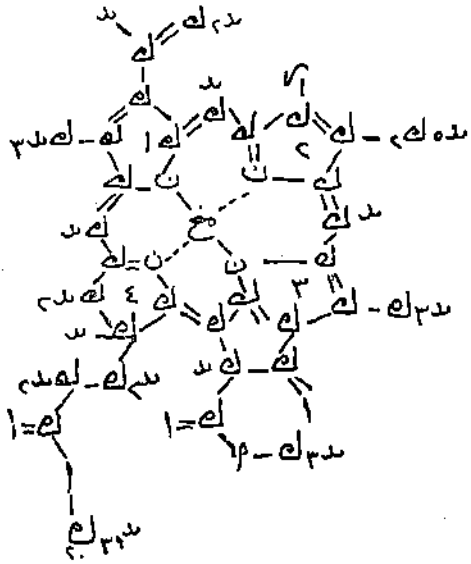




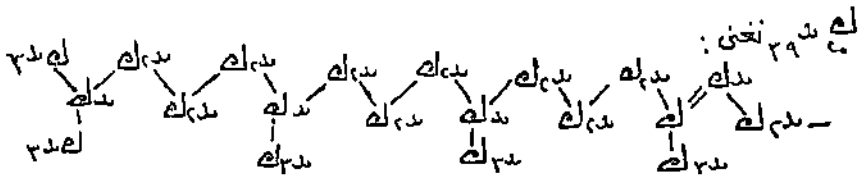


الكاروتينويدات :

هذه الكاروتينويدات carotenoids تتميز باللون الأصفر أو البرتقالى أو الأحمر المائل للبرتقالى ، وبعدم قابليتها للذوبان فى الماء بينما تذوب فى مذيبات الدهون • وهى توجد فى الزيوت مصاحبة للكلوروفيل كما توجد فى الأوراق النباتية الخضراء أيضا ولكنها لا تظهر بسبب تغلب اللون الأخضر الذى يضفيه القدر الكبير من الكلوروفيل الذى الا فى حالة الأوراق الحديثة الظهور فقد يبدو بعضها بلون أصفر مائل للاخضرار بسبب صغر كمية الكلوروفيل ، وأيضا توجد فى بعض الجذور ، مثل الجزر carrots



كلوروفيل أ ـ = ك ند٣
كلوروفيل ب ـ = ك د١



البطاطا ، وفى بعض الثمار ، كلقرع العسلى والخوخ والطماطم والموز ، وفى بعض الزهور الحمراء ، وفى بعض المصادر الحيوانية ، مثل صفار البيض واللبن والدهن الحيوانى ٠

وجزىء الكاروتينويدات به وحدات متعددة من الأيزوبرين ذى الروابط المزدوجة وفى أحد طرفيه ، أو فى كلى طرفيه ، حلقة أيونون ionone ، وقد يحترى على مجموعات ايدروكسيل ، وقد يوجد متحدا مع حمض عضوى فى صورة استر ٠

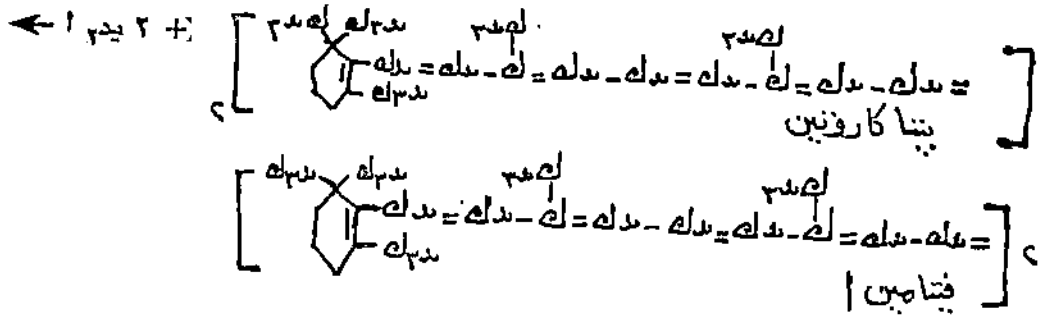
ك يد٢ = يد ك ـ ك = ك يد٢
ا
ك يد٢

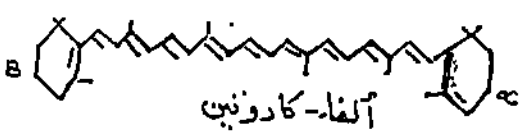
ايزوبرين

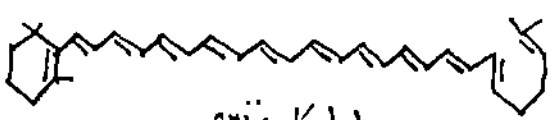
والكاروتينات carotenes ، المنتمية الى الكاروتينويدات ، خالية من الأوكسيجين وبذلك تنتمى للايدروكربونات ، وجزيؤها يحتوى على ثمانية وحدات أيزوبرين • وتختلف الكاروتينات المعروفة باسم الألفا والبيتا والجاما كاروتين فى تركيبها الحلقى فقط • فالألفا كاروتين فى أحد طرفى جزيئه حلقة ألفا أيونون وفى الطرف الثانى حلقة بيتا أيونون ، بينما البيتا كاروتين فى كل من طرفيه حلقة بيتا أيونون ، وأما الجاما كاروتين بأحد طرفيه مجموعة بيتا أيونون ولاتوجد حلقة فى الطرف الثانى • ولهذا فجزىء البيتا كاروتين يعطى جزيئين من فيتامين أ A بعكس الألفا والجاما كاروتين فكل منهما يعطى جزيئا واحدا من الفيتامين • وتتفوق نسبة الجاما كاروتين فى ثمار الفاكهة وبعض الأزهار بينما تتفوق صورة البيتا ك.٤ يد٥٦ فى أوراق النباتات الخضراء • ويحتوى الجزر على الكاروتين بصوره الثلاث ومعه زانثوفيل • والمشمش به بيتا وجاما كاروتين ومعهما ليكوبين وفول الصويا به ألفا وبيتا كاروتين والبرتقال به بيتا كاروتين وليكوبين وزانثوفيل وكربتو ـ زانثين والخوخ به بيتا كاروتين وزانثوفيل وكربتو ـ زانثين • وجنين القمح به كاروتين وزانثوفيل • والليكوبين lycopene المنتمى للكاروتينويدات ، يضفى لونا أحمرا على بعض المواد النباتية كالطماطم ورمزه ك.٤ يد٥٦ أيضا لكنه خال تماما من حلقات البيتا أيونون ولذلك فهو لايتحول الى فيتامين أ • وهو يوجد فى ثمار الليمون الهندى •

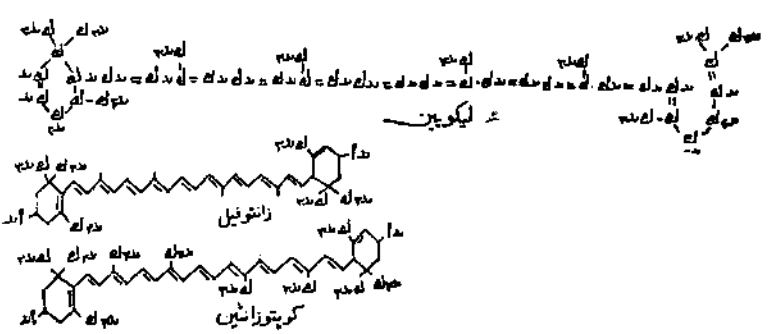
والزانثوفيلات xanthopyll المثلة للقسم من الكاروتينويدات المحتوية على أوكسيجين توجد مصاحبة للكاروتين فى معظم الأحوال ويكون أوكسيجينها عادة فى صورة مجموعات ايدروكسيل ، فهى تختلف عن بعض الكروتينويدات الأخرى التى يوجد أوكسيجينها فى صورة كيتون أو أحماض كربوكسيلية أو أحماض هيدروكسى كربوكسيلية • وقد تتواجد الزانثوفيلات أى الكربتوزانثين cryptoxanthin ك.٤ يد٥٨ أ٢ والزانثوفيل Lutein or xanthophyll فى صورة حرة أو فى صورة استرنتيجة لارتباطها مع حمض دهنى

وهى متفوقة على الصبغات الأخرى فى حبوب الذرة الصفراء yellow corn وفى ثمار الباباظ واليوسفى .









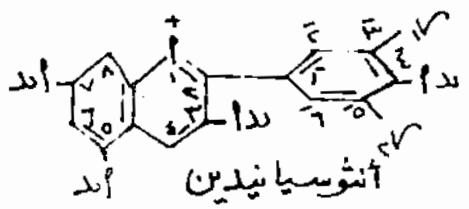
ويفسر ظهور الوان الكاروتينويدات بتقدم نضج الثمار بان الكلوروفيل الذى كان طاغيا يتغير لونه تدريجيا بسبب فقد ايدروجين من مجموعة الفيتول • ويعتقد ان الكاروتين له تاثير واق على الكلوروفيل ، لأنه يقلل من حدوث أكسدة الكلوروفيل ، وبذلك يكون للكاروتين دور فعال فى عملية التمثيل الكلوروفيللى • وهذه الكاروتينويدات تتاثر بعمليات التصنيع للغذائى ، فهى وان كانت لاتفقد فى ماء الغسيل والسلق لعدم ذوبانها فى الماء الا أنها تتلف بالأكسدة اثناء التجفيف وينهدم جزء كبير منها بتاثير حرارة السلق • اما التغير فى الحموضة الفعلية pH فلا يسىء للكاروتينويدات •

الأنثوسيانينات :

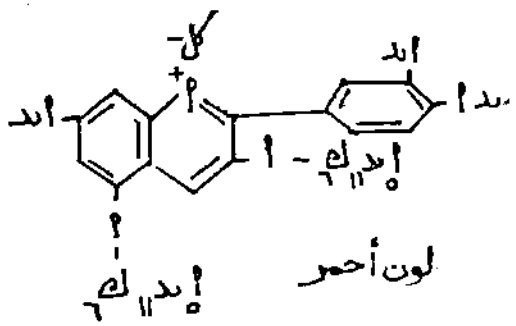
توجد الأنثوسيانينات anthocyanins فى عصارة عدد كبير من النباتات، وتكسبها لونا احمرا او ازرقا او بنفسجيا ، وهى قابلة للذوبان فى الماء ، وتوجد فى صور متعددة من بينها البيونيدين peonidin الموجود فى ثمار بعض اصناف الشليك وبعض العنبيات البرية والسيانيدين cyanidin والبلارجونيدين pelargonidin الموجود فى ثمار الشليك وجميعها ذات ذرة ايدروجين فى الوضع ٣ لكنها تتباين فى وجود الشق ٥ ، اذ يكون اك يدم او ايد او يد فى المركبات الثلاثة بنفس الترتيب ، ومن بينها ايضا الدلفينيدين delphinidine الموجود فى ثمار الرمان وبه ٣ ، ٥ ، ٧ عبارة عن مجموعتين ايدروكسيل ، والمالفيدين malvidin الموجود فى العنب وبه ٣ ، ٥ ، ٧ عبارة عن مجموعتين اك يدم • والوان هذه المركبات متباينة ، بل ومتدرجة ، فاللون الأزرق يبدو باهتا مع البلارجونيدين وتزداد كثافته مع السيانيدين ثم مع الدلفينيدين •

وهذه المركبات توجد عادة فى صورة جليكوزيدات ناتجة عن اتحاد الأنثوسيانيدين anthocyanidin بجزىء واحد او جزيئين من سكر سداسى كالجلوكوز او الجالاكتوز او الرامنوز او سكر خماسى • ولهذا فالأحماض

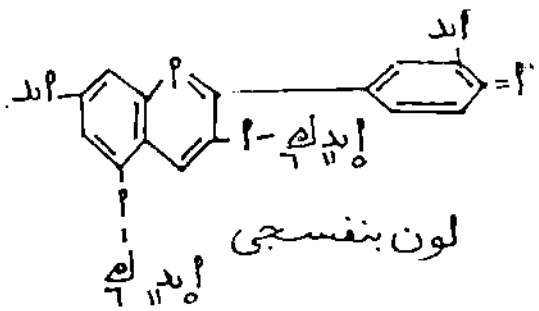
المعدنية تحلل الأنثوسيانينات الى شقيها • أما معاملات التجهيز وطهى الأطعمة فلا تسبب هذا التحلل • وهذا الأنثوسيانيدين عبارة عن حلقة بيران pyrar متكثفة مع حلقة بنزين ومرتبط بها مجموعة فينايل فى الوضع ٢ وأوكسيجينها رباعى التكافؤ ، أى أنها مركبات أوكزونيوم oxonium ، فيكون التركيب المشترك فى جميع الأنثوسيانيدينات هو ٢-فينايل-٣ ، ٥ ، ٧-ثلاثى هيدروكسى بنزوبيريليوم هيدروكسيد 2-phenyl-3,5,7 trihydroxybenzo pyrylium hydroxide • ومجموعة الفينايل توجد بتركيبات مختلفة ، ومن هنا كان تعدد صور مركبات الأنثوسيانيدين •



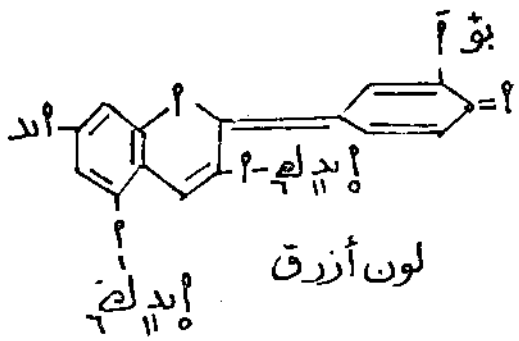
وكثافة اللون فى مركبات الأنثوسيانين تتاثر بكثير من العوامل التى من بينها الحموضة الفعلية pH وكمية المادة الملونة ونسب المركبات فى مخاليطها ووجود مواد ملونة أخرى والتفاعل مع التانينات • فاللون الأحمر يظهر عند الأس الايدروجينى المنخفض (أقل من ٣) ، وبازدياد رقم الأس الايدروجينى pH تدريجيا يبدأ ظهور اللون البنفسجى (٥ر٨) ثم الأزرق (١١) ثم الأخضر ثم الأصفر • لهذا يمارس بعض المنتجين اضافة قدر من الحامض للمحافظة على اللون الأحمر فى بعض الأطعمة مثل البنجر • وهذا التغير فى اللون سببه تغير التركيب :



لون أحمر



لون بنفسجى



لون أزرق

وقد يعطى نفس المركب الوانا مختلفة بسبب اختلاف تركيزاته ، كان يظهر اللون الأحمر للدلفينيدين اذا وجد بتركيز مرتفع ولكن لونه يصبح أزرقا فى حالة وجوده بتركيز منخفض أو بنفسجيا اذا كان تركيزه وسطا بين السابقين .

ويفقد الكثير من الأنثوسيانينات أثناء غسيل الأطعمة وسلقها وطهيها ولهذا يفضل الأطعمة الغنية بالأنثوسيانينات بطرق التبريد والتجميد ، كما يفضل عدم تقشيرها قبل حفظها • كذلك ينصح بالتحكم فى درجة حموضة المياه المستخدمة فى السلق لمنع تغير اللون ، وباستخدام علب مطلاة بالورنيش lacquer عند التعليب لمنع تفاعل الأنثوسيانينات مع معدن العلبة فيختفى اللون ، وتحاشى استخدام أوانى مصنوعة من الحديد أو من الألومنيوم فى عمليات الطبخ ، وتجنب الحرارة البالغة الارتفاع ومدد الطهى الطويلة ، وخفض درجة حرارة غرف التخزين الى أقل حد ممكن ، ويتحاشى وجود عوامل الأكسدة والاختزال •

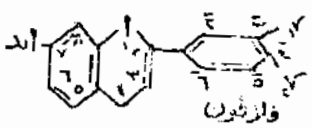
الأنثوزانثينات :

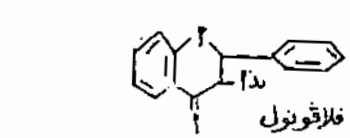
هذه المواد الصفراء اللون القابلة للذوبان فى الماء توجد فى العصير الخلوى بكثير من النباتات ، وهى توجد فى صور عديدة من بينها ٢٧ مركب تتبع الفلافونولات flavonols و ١٨ مركب تتبع الفلافونات flavones و ١٤ مركب تتبع الأيزوفلافونات iso flavones و ٥ مركبات تتبع الفلافانونولات flavanonols • وقد تكتشف مركبات أخرى تنتمى الى هذه المجموعات • وأشهر مركبات الفلافونولات والفلافونات هى الكورستين quercetin الذى يحتوى على ثلاث مجموعات ايدروكسيل فى الأوضاع ٣، ٥، ٧، ٣، ٤، والكرايزين chrysin المحتوى على ثلاث ذرات ايدروجين فى هذه الأوضاع الثلاثة ، والليوتيولين luteolin المحتوى على مجموعتين ايدروكسيل وذرة ايدروجين فى الأوضاع الثلاثة ، الأبيجنين apigenin المحتوى على ذرة ايدروجين ومجموعة ايدروكسيل وذرة ايدروجين أخرى فى الأوضاع الثلاثة ٥، ٧، ٤ وأولى هذه المواد الملونة توجد فى الورود الحمراء وقشور البصل وأوراق الشاى كما توجد فى ثمار التفاح متحدة مع الجلوكوز فى صورة جليكوزيد • والأبيجنين ذات اللون الأصفر فى زهور الداليا وأوراق البقدونس • وأشهر مركبات الفلافونونات هسو

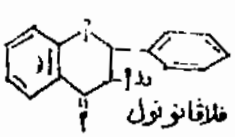
الهسبريتين hesperitin المحتوى على مجموعة ايدروكسيل ومجموعة الكيد ومجموعة ايدروكسيل اخرى فى الأوضاع ٣ ، ٢ ، ٣ ، ومركب النارنجنين naringenin المحتوى على ذرة ايدروجين ومجموعتين ايدروكسيل فى الأوضاع الثلاثة ٠

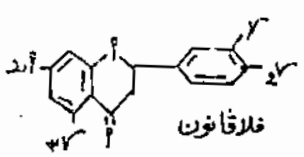
ويوجد الهسبريتين فى ثمار الموالح فى صورة جليكوزيد ، كما أن النارنجنين يوجد فى قشور الموالح متحدا مع سكر الرامنوز فى صورة جليكوزيد ٠

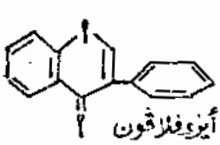
وتتكون الانثوزانثينات anthoxanthins ، أى الفلافونويدات flavonoids ، عموما من بنزوبيرون benzopyrone أى كرومون chromone نشأ من تكثف حلقة بيرون pyrone مع حلقة بنزين ، واستبدال ذرة الايدروجين الموجودة على ذرة الكربون رقم ٢ بحلقة فينايل لتكوين الفينايل كرومون ، أى الفلافون أو الأنثوزانثين ٠

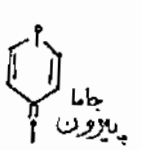


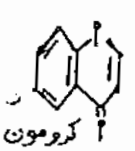










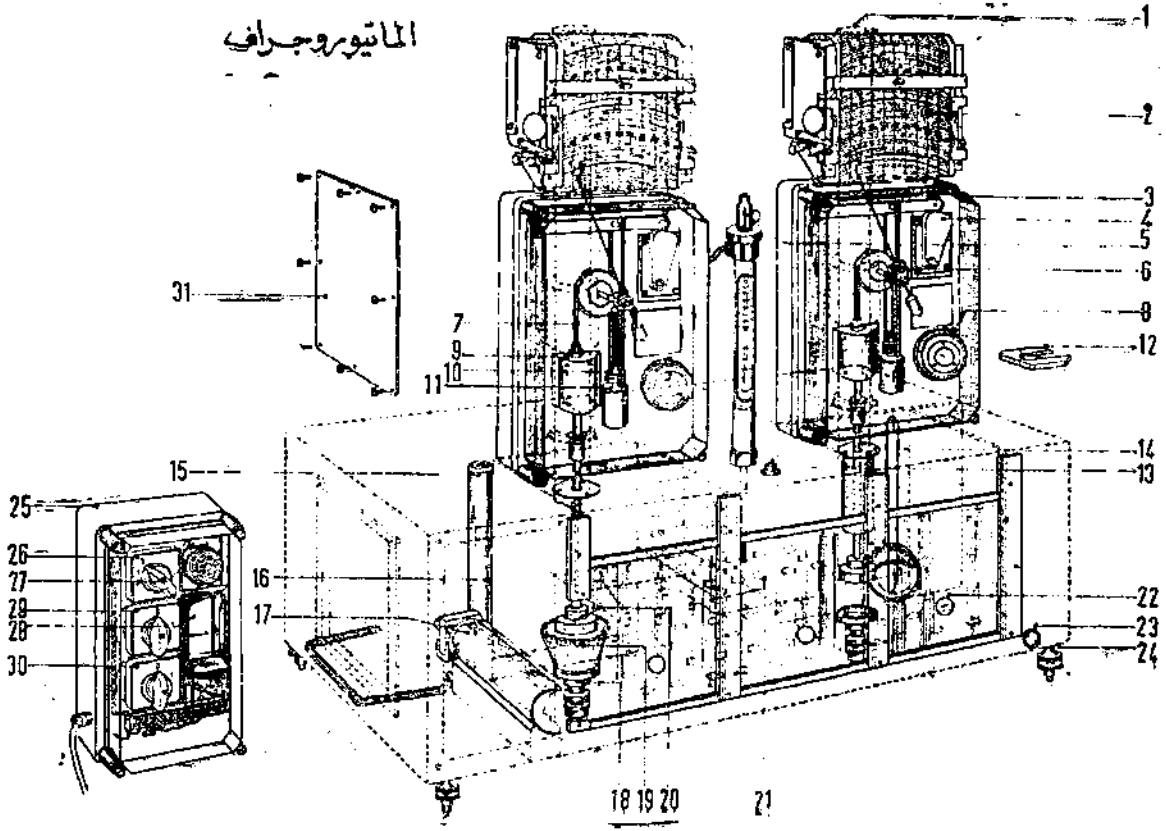


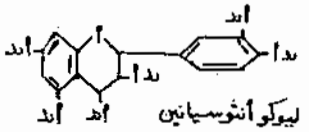
والأنثوزانثينات هى المسئولة عن ظهور اللون الأصفر فى الارز المسلوق فى ماء عسر قلوى التأثير ، وكذلك البطاطس • ومن المحتمل أن يكون لهذه المواد الملونة تأثير فى مدى نفاذية الأوعية الدموية •

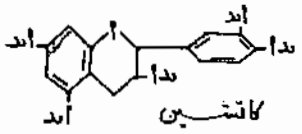
التانينات :

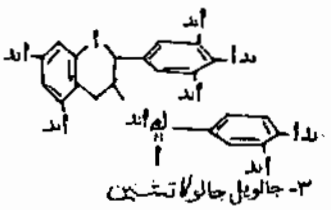
هذه المواد وان كانت ذات طعم قابض الا انها تفيد احيانا فى تحضير بعض المنتجات الغذائية مثل عصير التفاح cider الذى يكون افضل طعما وقواما عند استخراجه من ثمار غنية فى التانينات • وكذلك الطعم المميز للبيرة يعزى الى حشيشة الدينار hops وما بها من تانينات • وهى تؤثر فى طعم مشروب الشاى ما لم تطول مدة الغليان وتزداد قوة الطعم القابض المر بسبب استخلاص كمية زائدة من مركبات الكاتيكول وهى جالات الكاتيكول catechol gallate والهيدروكسى كاتيكول 5-hydroxy catechol والأبيكاتيكول epicatechol • كذلك وجود التانينات فى بذور وقشور ثمار العنب يترك أثره المرغوب فى بعض المشروبات المصنعة • وفى بعض النباتات يظهر لون داكن جلدى tan نتيجة لاتحاد بعض مركبات التانين ، كالكاتشين catechin ، مع البروتينات فى قشرة ثمار الفاكهة • وهذا الكاتشين منتشر فى العديد من الثمار مثل التفاح والعنب واللوز والكمثرى والخوخ ، ومعه أيضا مركب ليكوانثوسيانين leucoanthocyanin الذى يمثل قسما آخر من التانينات • وهذان المركبان يرتبطان بحمض الجاليك gallic acid فى أوراق الشاى وفى بذور الكاكاو ، برابطة استيرية عند ذرة الكربون رقم ٢ الحاملة لمجموعة الايدروكسيل ، حيث يتكون جالويل ابيكاتشين galloyl epicatechin وجالويل جالوكاتشين galloyl gallocatechin ومركبات الكاتشين والليوكوانثوسيانين لا تتأثر بالتحليل المائى الحمضى او الانزيمى ، لكنها تعطى راسبا احمرا يعرف باسم احمر التانين tanin red اذا سخنت مع الأحماض المخففة • والقسم الثالث من التانينات عبارة عن أحماض ايدروكسيلية ، مثل حمض الكافييك caffeic acid وحمض الكلوروجنيك chlorogenic acid وكافيات الفينيل phenyl caffeate

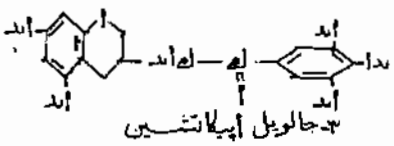
الماتيوروجراف

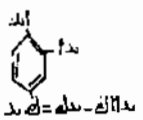


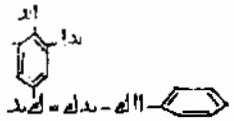

ليوكو أنثوسيانين

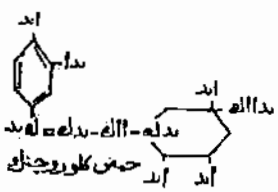

كاتشين


٣- جالويل جالوكاتشين


٣- جالويل أبيكاتشين


حمض كافييك


كافيات فنيل


حمض كلوروجنك

٩ ــ تحليل الأطعمة :

من الموضوعات الهامة فى مجال كيمياء الأطعمة موضوع التحليل . فمن الضرورى اجراء بعض الاختبارات المعملية على الأطعمة بقصد التعرف على قيمتها الغذائية أو خلوها من الغش أو مطابقتها لمواصفات محددة أو التعرف على نسبة أحد أو بعض مكوناتها . وقد يكون التحليل كاملا ليعبر عن نسب جميع مكونات الطعام من عناصر و مجموعات ، أو يكون متقاربا Proximate analysis تقدر فيه مجموعة من المكونات ذات الاتصال الوثيق ببعضها ، كأن يقدر البروتين والدهن فى مادة ما . والشائع هو أن يتضمن هذا التحليل المتقارب تقدير كميات الرطوبة والبروتين الخام والدهن الخام ، أى مستخلص الايثير ، والرماد والالياف الخام ، ثم تجمع نسب هذه المكونات الخمسة ويطرح المجموع من مائة للحصول على نسبة المستخلص الخالى من النتروجين Nitrogen free extract (Nifext) والطرق المستخدمة فى تقدير هذه المكونات متعددة نظرا لأنها تعتمد أساسا على الملاحظة والتجربة والخبرة فهى جميعا طرق تجريبية empirical . لهذا يجب عند اجراء التحليلات المعملية ، وخاصة فى مجال الرقابة الغذائية ، أن تذكر تفاصيل طريقة التقدير المتبعة وكذلك تشرح الظروف التى أجريت فيها التجربة المعملية . وبديهى أن تقدير هذه المجموعات الخمس يتضمن بعض الخطأ ، فكل من هذه المكونات ليس مركبا قائما بذاته بل هو مزيج من بعض المكونات ، ولهذا فاجمالى الخطأ فى تقدير المجموعات الخمسة ينصب كله فى الرقم الدال على المستخلص الخالى من النتروجين والذى يطلق عليه أحيانا لفظ الكربوهيدرات .

وبالاضافة الى الاختبارات الكيميائية تجرى على الأطعمة اختبارات طبيعية متعددة ، مثل اختبارات القوام واللزوجة والمطاطية وغيرها . وتتباين طرق الأداء وفقا لطبيعة الأطعمة .

وفى هذا المجال لا يسعنا الا أن نوجز فى عرض بعض الطرق الكيميائية والطبيعية الشـــائعة دوليا ، وأن نقتصر فى طرق هذا الباب على الأطعمة الرئيسية .

اولا : الغلال ومنتجاتها :

الاختبارات الطبيعية Physical testing التى تجرى عـــلى منتجات الحبوب الغذائية cereals بعضها غير آلى والبعض آلى instrumental تســـتخدم فيـــه أجهـــزة عملية متنوعة مثـــل الفارينوجـــراف والدوكوردر والاكستنســـوجراف والأميلوجـــراف والفســـكوجراف والزيموتاكيجـــراف والألفيوجراف والنيولابوروجراف والمكسوجراف والماتيوروجراف وســـجل الارتفاع وجهاز قياس زمن الهبوط واكستنسيمتر سيمون ومقياس امتصاص الماء وغيرها . وفيما يلى شرح لكيفية تشغيل بعض هذه الأجهزة الحديثة .

طريقة تشغيل الماتيوروجراف :

أولا ــ ملأ مستودع الماء :

يرفع الغطاء الزجاجى (٢٢) لأعلى ، ويصب الماء فى المستودع من خلال أحد الثقوب الموجودة بالقاع مع مراعاة أن يتجاوز سطح الماء نصف ارتفاع زجاجة الرؤيا (٢٣) ، ثم يعاد قفل الغطاء الزجاجى . ويفضل اســـتخدام ماء مقطر بدلا من ماء الصنبور ، كما يفضل الملأ بالماء قبيل العمل اليومى .

ثانيا ــ ضبط درجة الحرارة :

يضـــبط ترمومتر التلامس contact thermometer (٥) عند درجة الحرارة المطلوبة .

ثالثا ــ يسخن الجهاز استعدادا للتشغيل ، نظرا لان الماتيوروجراف يحتاج الى ثلاثين دقيقة ليصل الى درجة الحرارة المطلوبة والى ستين دقيقة أخرى للوصـــول الى درجة رطوبة نســـبية ثابتة فى أجزاء الجهاز الداخلية .

رابعا ــ ضبط الرطوبة النسبية :

تضبط الرطوبة النسبية لتحاشى جفاف أو ترطيب سطح العجينة . وعادة تكون الرطوبة النسبية موافقة عندما يقرأ مؤشر المرطاب (الهيجرومتر) hygrometer (١٦) الرقم ٨٠ ــ ٨٥٪ . وينحصر ضبط الرطوبة النسبية فى فتح أو غلق الثقوب الموجودة فى المقدمة مغطاة بلوح معدنى على شكل رقم ثمانية 8 ، ففتح الثقوب يقلل من الرطوبة داخل الجهاز بينما غلقها يزيد الرطوبة فى الكابينة . ويتأكد من بلوغ الدرجة المناسبة بعد ستين دقيقة .

خامسا ــ يثبت القلم recording pen على ذراعه (٦) ويوضع الحبر فى أنبوبة capillary ، ويختبر موضع القلم للتأكد من بلوغه خط الصفر ويضحح الوضع باستخدام المسمار الملولب المفرز (المخرش) knurled screw اذا لزم ذلك . ويتأكد من وجود القرصين cam disks فى نقطة البدء .

ويجب فى نهاية العمل اليومى التأكد من توقف الجهاز تماما ، وينزع القلم من ذراعه ويترك فى كأس مغمورا تحت الماء للتخلص من الحبر ثم ينقل الى كأس به ماء نظيف حتى يحين استخدامه مرة أخرى . وعند اعادة استعماله يجفف بالقماش ويملأ بالحبر ويختبر بالكتابة على ورق خارجى خال من الألياف . وينصح بتحاشى استخدام الحبر الاسود .

سادسا ــ وضع العجينة فى الماتيوروجراف واجراء الاختبار:

فى الاختبار العادى باستعمال عمق impression depth قدره ٢٠٠ وحدة Mu توزن قطعتان من العجينة المحضرة ، احداهما زنة ١٥٥ جرام تعد لاختبار الماتيوروجراف والثانية زنة ٥٣ جرام تعد لاختبار مسجل الارتفاع Oven Rise Recorder وتوضع القطعتان على لوح زجاجى أو زجاجة ساعة وتتركان فى كابينة التخمر الكائنة بالجزء الوسطى السفلى من جهاز الماتيوروجراف .

وعند اكتمال الترتيبات لبدء تجربة جهاز تسجيل الارتفاع تسحب

قطعة العجين الصغيرة ويؤخذ منها خمسون جراما بالضبط وتوضع فى السلة المعدنية الخاصة بجهاز تسجيل الارتفاع وتترك السلة داخل الكابينة الوسطية فى جهاز الماتيوروجراف لاستكمال التخمر final proving

اما قطعة العجين المعدة لاختبار الماتيوروجراف فيؤخذ منها ١٥٠ جرام بالضبط وتجهز بالطريقة التى سبق شرحها وتوضع فى وعاء الماتيوروجراف (١٩) وتترك فى الكابينة اليمنى أو اليسرى فى الجهاز .

يرفع الحاجب الزجاج ويسحب ذراع القلم للخارج لابعاده عن ورق الرسم البيانى ، ويرفع الضاغط (الطابع الضغطى) pressure stamp لأعلى يدويا ويوضع حامل العجينة dough container فى مكانه على حامله المغناطيسى magnetic mounting block (١٨) الذى يصبح سطحه ملامسا القرص المعدنى الموجود فى قاع حامل العجينة . وعندئذ يترك الضاغط يسقط على العجينة الموجودة بداخل حاملها ، مع مراعاة عدم ثنى شريط القياس الفولاذى steel band الموجود ضمن الميزان balance system .

يقفل الحاجب الزجاج ، ويثبت القلم فى وضعه على ورق الرسم البيانى ، ويدار الجهاز بادارة المفتاح الكهربائى switch (٢٩أو٣٠) الى الوضع رقم واحد، ويترك القرص cam disk يدور الى ان يصبح السهم المحفور على سطحه يقع مباشرة تحت النقطة التى يشير اليها السهم الآخر المحفور على الحاجز العرضى transverse bar المتحرك فى الميزان . عندئذ يوقف الجهاز ويبعد القلم قليلا عن ورق الرسم البيانى ، وتدار بكرة ورق الرسم البيانى يدويا لما بعد خط الصفر التالى ثم تعاد ثانية الى خط الصفر لأن هذا يجعل القلم يلمس خط الصفر بدقة . ويلى ذلك تشغيل الجهاز ثانية لبدء الاختبار . واجراءات الضبط هذه تساعد على احكام تسجيل كل دورة قدرها دقيقتين على الخط المشير الى الدقيقتين .

وعندما ينتهى الاختبار يترك قرص الكامات camdisk يدور الى أن يصل الى ادنى نقطة له لينفصل عن الميزان تماما . وتنقل العجينة خارج الجهاز وينظف حامل العجينة بقطعة قماش مبللة .

ويلاحظ انه فى حالة استخدام دقيق ضعيف weak flour أو دقيق ماكينات machine flours او دقيق مستخرج من قمح مصاب damaged يلزم ضبط العمق impression depth للضاغط عند ١٠٠ وحدة بدلا من ٢٠٠ لأن عجينة الدقيق الضعيف تحتاج الى وقت قصير فى التسوية النهائية final proving time فاذا تركت حتى وقت الوصول الى خط ٢٠٠ وحدة سوف يتجاوز هذا الوقت المدة المناسبة للاستواء أى أن العجينة ستتجاوز مرحلة النضج النهائى المناسبة فيعطى الجهاز نتائج خاطئة . ولاعداد الجهاز للاستخدام عند المائة وحدة MU يبعد ذراع القلم والغطاء البلاستك المغطى للميزان ، ويؤخذ أحد الضابطين للمسافة (١٢) spacers الخاص بالمائة وحدة ، سواء المؤشر عليه بالحرف L الجزء الأيسر من الجهاز او المؤشر عليه بالحرف R جزء الأيمن من الجهاز ، ويدفع هذا الضابط ، وهو على شكل حرف U ؛ لينزلق على القرص المتساطح recessed disk الموجود فوق ثقل الموازنة (١١) counterweight بحيث يدخل طرفاه المدببان stud فى ثقوب القرص . ويتأكد من العمق ويعاد ضبط ذراع القلم .

سابعا ــ تقييم المنحنى الناتج :

يقيم سلوك العجينة اثناء النضج الأولى preliminary proving والنضج الأخير final proving بتحديد ابعاد المنحنى curve المعروف باسم الماتيوروجرام Maturogram الاربعة التالية :

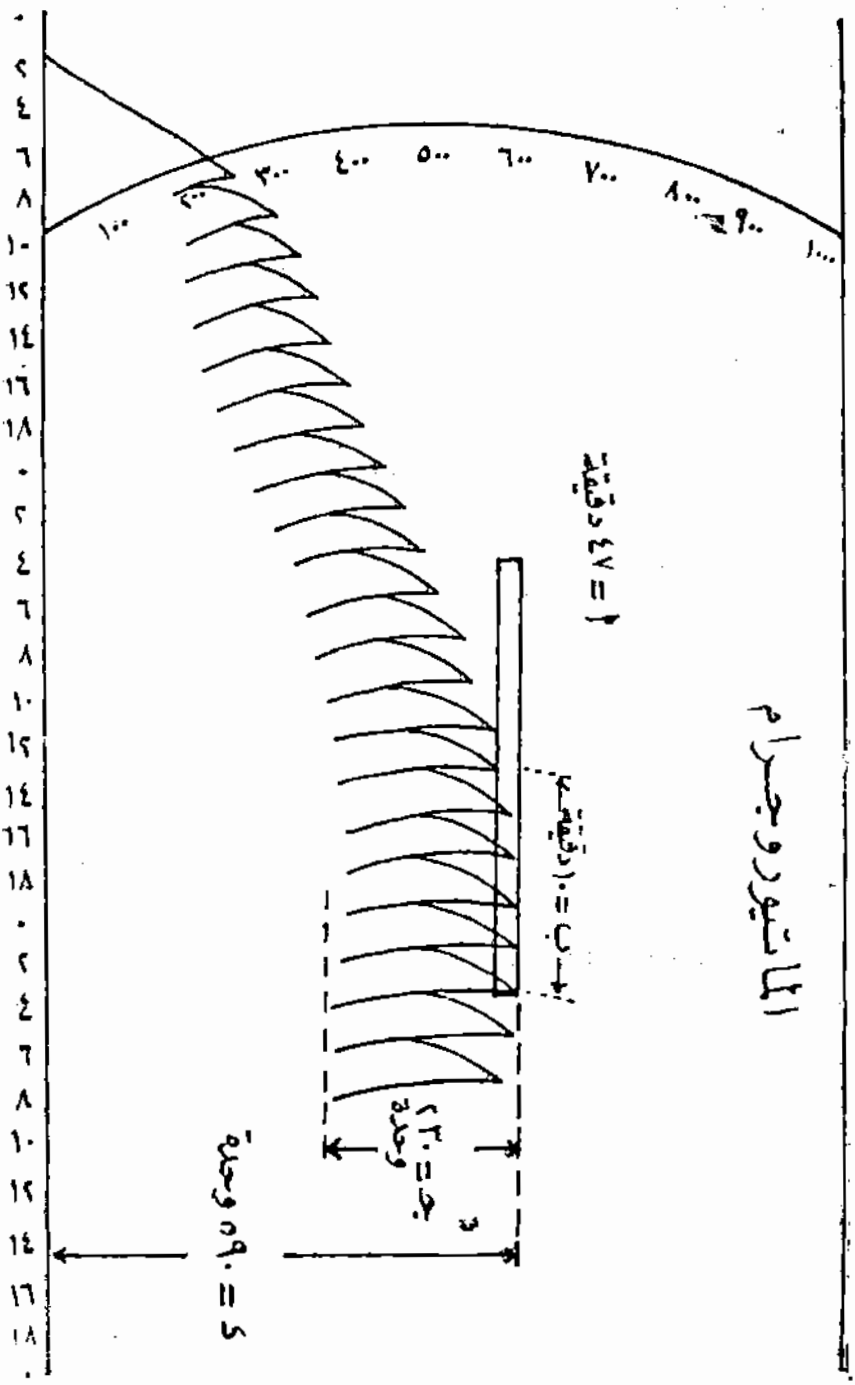
(أ) مدة النضج الاخير بالدقائق final proving time

(ب) ثبات التخمر Fermentation stability بالدقائق

(جـ) مستوى العجينة Dough level فى الماتيوروجراف بالوحدات .

(د) المطاطية Elasticity فى الماتيوروجراف بالوحدات .

فمدة النضج النهائى هى الوقت المحسوب من بدء رسم الماتيوروجرام الى بدء هبوط fall-off قمة maximum المنحنى ، ويدون بالدقائق . ويلاحظ ان عجينة الدقيق القوى او الدقيق المحسن improved عند اختبارها بدون


الباتيوجرام
أ = ٤٧ دقيقة
ب = ١٠ دقيقة
جـ = ٢٣٠ وحدة
د
ك = ٩٥٠ وحدة
١٠٠
٢٠٠
٣٠٠
٤٠٠
٥٠٠
٦٠٠
٧٠٠
٨٠٠
٩٠٠
١٠٠٠

استخدام ضغط قد تتجاوز القمة خط الالف وحدة مما يجعل قياس مدة النضج النهائى مستحيلة . وفى هذه الحالة تعرف القمة بأنها اول هبوط fall-off للمنحنى المسجل تحت ضغط . فعلى سبيل المثال عندما يجرى بدون ضغط ويلاحظ قطع القمة عند ٧٠ دقيقة بينما الجزء السفلى من هذه القمة (المسجلة تحت ضغط) يشير الى ٩٢٠ وحدة ، وعند ٧٢ دقيقة ٩٠٥ وحدة ، فتعتبر قمة مدة التسوية النهائية عند ٧٢ دقيقة .

وثبات التخمر يحسب باستخدام guage يوضع على قمم الماتيوروجرام بحيث يصبح أول هبوط واقعا على الحافة اليمنى لنافذة المقياس guage window بينما القمم تلامس الحافة العلوية للمنظار . وهنا تقرأ المدة التى تبدو خلالها القمم مرئية داخل اطار منظار المقياس ، وهذه المدة تعبر عن ثبات التخمر ، أى ثبات العجينة اثناء مرحلة النضج الأخير ، أى ان هذه الفترة التى يمكن خلالها وضع العجينة فى الفرن والحصول على رغيف بنفس الحجم . وهذا يعنى أن وضع العجينة فى الفرن قبيل هذا الوقت سوف يعطى رغيفا صغير الحجم . وقياس ثبات التخمر يصبح مفيدا فقط فى حالة العجائن التى تتجاوز منحنياتها تحت ضغط خط المائة أو المائتين وحدة بأكثر من عشرين وحدة .

ومستوى العجينة يعرف بقياس المسافة بين خط الصفر وقمة المنحنى المرسوم بدون ضغط ، محسوبة بوحدات ماتيوروجراف Maturograph-Units ولا يتساوى مستوى العجينة فى الماتيوروجراف مع حجم العجينة فى جهاز تسجيل الارتفاع .

والمطاطية تحسب بقياس المسافة بين الجزء من المنحنى المسجل تحت ضغط والجزء المسجل بدون ضغط ، أى انه عرض band width المنحنى .

تحضير العجينة لاختبارى الماتيوروجراف وتسجيل الارتفاع :

توجد طريقتان لاستخدام جهازى الماتيوروجراف وتسجيل الارتفاع تعرفان باسم الطريقة ا العادية والطريقة ب السريعة . وينصح بتحضير

العجينة فى خلاط جهاز الفارينوجراف سعة ٣٠٠ جرام مع مراعاة استعمال الخلاط المصنوع من الصلب غير القابل للصدأ وتحاشى استعمال الخلاط المصنوع من البرونز لأن النحاس يؤثر فى ثبات العجينة . وتحضر العجينة فى الطريقة أ ، المقترحة للوصول الى أقصى حجم للرغيف ، بإضافة ٣٪ خميرة مع ٢٪ ملح طعام ، بينما الطريقة ب السريعة ، التى تتمشى مع الظروف العادية للخبيز ، ففيها يضاف ٥٪ خميرة مع ٢٪ ملح طعام . وتخفض كمية الخميرة الى الثلثين فى حالة استعمال خميرة مجففة على أن تعلق هذه الخميرة الجافة فى أربعة أو خمسة أجزاء من الماء على درجة ٣٠°م مع اضافة ١٪ سكر ويترك هذا المعلق لمدة ١٥ دقيقة قبل بدء استعماله فى الاختبار . وقرب انتهاء عملية خلط العجينة فى خلاط الفارينوجراف يلاحظ أن العجينة ذات ثبات consistency قدره ٥٠٠ وحدة فارينو Farino-Units مع تفاوت tolerance قدره ± ٢٠ وحده . وفى حالة عينات الدقيق المجهولة التى يصعب تحديد درجة امتصاصها للماء بدقة يمكن اضافة قدر من الماء فيما بعد بشرط ألا يضاف ماء خلال الدقيقة الأخيرة من مدة الخلط . ويستمر خلط العجينة لمدة تتراوح بين اربعة دقائق وخمسة عشر دقيقة تبعا لقوة الدقيق لأن الدقيق الأقوى يستنفذ مدة أطول من الدقيق الأضعف . وتبدأ عملية تحضير العجينة بتجهيز خلاط الفارينوجراف على درجة ٣٠°م ووضع ٣٠٠ جرام دقيق فى الخلاط واضافة المكونات الأخرى الجافة ، كالملح والسكر والخميرة وحمض الأسكوربيك ، ويضبط ورق الرسم البيانى بحيث يمس القلم على خط التسع دقائق ، ويدار الفارينوجراف لمدة دقيقة واحدة لمزج المكونات الجافة داخل الخلاط المغطى وعندما يصل القلم الى خط الصفر تضاف كمية الماء اللازمة للحصول على عجينة ذات درجة ثبات مناسبة . ويلى ذلك ترك العجينة للاستواء proving .

ففى الطريقة العادية للماتيوروجراف تجرى التسوية المبدئية preliminary على مراحل ثلاث هى :

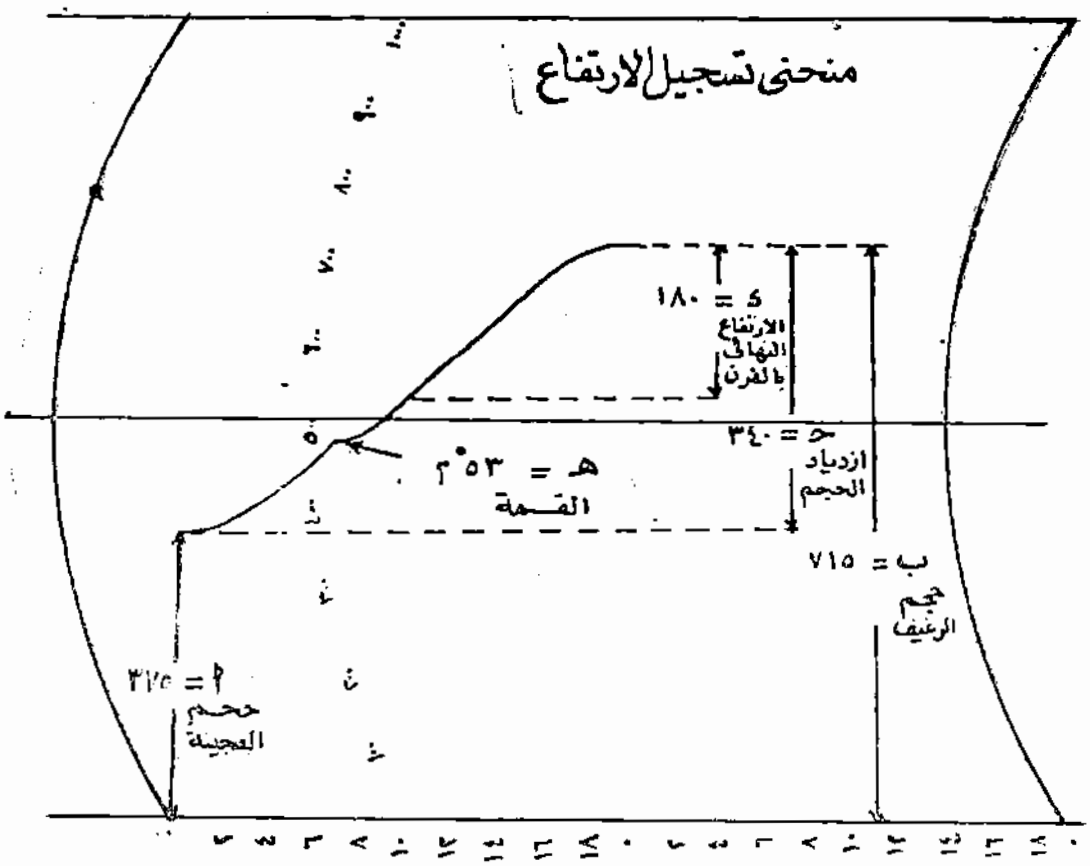
٣٥ ــ ١٥ ــ ٢٠ دقيقة لعجينة الدقيق القوى التى استغرق خلطها فى الفارينوجراف ستة دقائق أو أكثر .

٢٥ ــ ١٠ ــ ٢٠ دقيقة لعجينة الدقيق الضعيف والمتوسط القوة أما الطريقة السريعة ب ففيها تجرى التسوية مرة واحدة لمدة عشرين دقيقة . وبين مراحل التسوية المبدئية يلزم اخراج العجينة من كابينة التسوية الواقعة فى وسط جهاز الماتيوروجراف وضرب العجينة punching فى وحدة تكوير العجينة dough rounder . فعقب خلط العجينة فى الفارينوجراف توزن هذه العجينة على ميزان precision scale (Farinograph scale) ويقطع بالمقص قطعة زنتها ١٥٥ جرام تخصص لاختبار الماتيوروجراف وقطعة زنة ٥٣ جرام تخصص لاختبار مسجل الارتفاع . وتوضع قطعتا العجين على زجاجتى ساعة وتدخلان فى كابينة التسوية الوسطية فى الماتيوروجراف . وتضرب العجينة بين مدة التسوية الأولى والثانية وبين الثانية والثالثة فى وحدة تكوير العجينة لمدة ١٥ دورة فى حالة القطعة الكبيرة زنة ١٥٥ جرام أو ٣٠ دورة فى حالة العجينة الصغيرة . ويستعان بساعة ضبط الوقت timer المثبتة على وحدة التكوير فيضبط مؤشر الساعة الأحمر عند الرقم ٩ وتكدت العجينة من زجاجة الساعة التى تحملها وتوضع فى فتحة وحدة التكوير المربعة ويوضع فوقها الغطاء الثقيل ويدار المفتاح الاسود black knob المتصل بالساعة بحيث تشير علامته الحمراء الى رقم ٩ أيضا وبعدها يضغط على المفتاح فتدور وحدة التكوير خمسة عشر دورة بعدها تنقل العجينة الى زجاجة الساعة . وفى حالة العجينة الصغيرة تضبط الساعة ليتجه مؤشرها الى رقم ١٨ فتدور وحدة التكوير ثلاثين دورة . ويمكن ضرب هذه العجينة الصغيرة فى وحدة تكوير العجينة الملحقة بجهاز الاكستنسوجراف ان وجد .

وفى نهاية مدة التسوية تؤخذ قطعتا العجين من كابينة التسوية ويوزن من القطعة الكبيرة ١٥٠ جرام بالضبط وتضرب هذه القطعة فى وحدة التكوير ١٥ دورة بعدها توضع فى الوعاء البلاستك أى وعاء حمل العجينة فى جهاز الماتيوروجراف ويعفر سطح العجينة بنشا أرز او ذره أو بطاطس ، وتكبس

العجينة بوحدة الكبس pressing device ، ويغطى حامل العجينة بالغطاء البلاستك plastic foil الذى يمنع التصاق الضاغط بسطح العجينة ، ثم يدفع الضاغط فى العجينة لتوحيد مستوى العجينة فى كافة الاختبارات مع مراعاة توحيد قوة دفع الضاغط لجميع عينات العجين المختبره ، وأخيرا توضع العجينة على حاملها magnetic mounting block الماتيوروجراف ويشغل الضاغط لتسجيل مدة التسوية الأخيرة .

وفى خلال عملية التسجيل فى الماتيوروجراف تجهز قطعة العجين الصغيرة المحجوزة للاستعمال فى جهاز تسجيل الارتفاع وتوضع فى القسم العلوى من كابينة التخمر الوسطية . وعندما يصل الماتيوروجرام الى القمة peak توضع قطعة العجين الصغيرة فى السلة المعدنية الخاصة بجهاز تسجيل الارتفاع .



طريقة تشغيل مسجل الارتفاع :

اولا : تضبط درجة حرارة الجهاز عند ٣٠°م باستخدام الترمومتر contact themometer

ثانيا : يضبط القلم عند نقطة الصفر ويضبط الميزان أيضا — وذلك بتثبيت القلم فى ذراعة وملئه بالحبر وتعليق الثقل checking weight المطلى بالكروم ووزنه ٢٠٥ر٣ جرام ويضبط القلم عند خط الصفر باستخدام صامولة مخرشة Knurled nut فى الجزء الايسر من ذراع القلم . ويراعى عدم تحريك الثقلين الموازنين counter weights الموجودين فى الطرف وفى الجانب الذين استعملا لموازنة ذراع القلم pen arm خلال المعايرة calibration . واخيرا يوضع القلم ملامسا خط الصفر من الدقائق على ورق الرسم البيانى ، وتدار اسطوانة الورق يدويا الى أن يبتعد القلم عن خط الصفر بحوالى سنتيمتر واحد ، مع مراعاة بقاء الثقل checking weight معلقا على شريط الصلب فى الميزان ، ويعاد القلم ثانية لوضعه ملامسا لخط الصفر بالضبط . ويلى ذلك استبعاد الثقل .

ثالثا : يفتح صمام ماء التبريد المتصل مدخله ، (١٨) بصنبور الماء العادى والمتصل مخرجه (١٧) ببالوعة الصرف ، ويتاكد من وجود الزيت عند المستوى المناسب ، مع مراعاة الملأ بالزيت عند بداية العمل اليومى باستمرار ، ويملأ مستودعا الزيت (٢٥) حتى يصل سطح الزيت الى العلامة على قضيب الاختبار (١٤) test bar ويغطى التلك بغطائه (٩) .

رابعا : يضبط الوضع الأفقى للجهاز بواسطة ميزان التسوية الكحولى (١٥) spirit level ، ثم يجرى التعليق على حد سكينى (١ ، ٢) knife edge suspensions فى الميزان .

خامسا : يشغل الجهاز بادارة المفتاح ذو التحويلتين (٢٣) double throw switch الى الوضع رقم ٢ مع ترك المفتاح القلاب tumbler switches الذى يعلوه بدون فتح off . ويترك الجهاز حوالى عشرين

دقيقة حتى تصل درجة حرارة الزيت الى ٣٠°م ، ويضبط وضع القلم عند الصفر .

سادسا : لوضع السلة المعدنية المحتوية على العجينة داخل الزيت برفع الغطاء (٩) ويفتح تانك الزيت ، وتثبت السلة فى خطاف العامود (٦) وتغمس السلة باحتراس أثناء القبض على العامود باليد ، ويثبت العامود فى خطاف الشريط الصلب steel band .

سابعا : يدار المفتاح القلاب tumbler switch لوضع التشغيل on ويضبط منبه الوقت عند ٢٢ دقيقة ليستمر رفع درجة حرارة الزيت الى ١٠٠° مئوية ، ويستمر ازدياد حجم العجينة ، وفى نهاية هذا الوقت يبعد القلم من ورق الرسم البيانى ويغير وضع المفتاح (٢٣) الى الوضع « ا » للتبريد cooling down وعندها يظهر ضوء المصباح الكهربائى الأصفر .

ثامنا : يفتح غطاء تانك الزيت وترفع السلة المعدنية لأعلى وتترك كذلك بعض الوقت ليتساقط الزيت من السلة الى التانك ، وتخرج السلة المعدنية من الجهاز وتنزع من العامود rod وتترك فوق منخل سلك للتصفية . ويضبط منبه الوقت عند ٢٢ دقيقة للتبريد . ويغطى تانك الزيت .

تاسعا : تؤخذ العجينة من السلة المعدنية وتفحص لبابتها .

عاشرا : يوقف سريان الماء ويعاد مفتاح التشغيل (٢٣) الى وضع الراحة «O» وينزع القلم من ذراعه ويغسل بماء نقى ويترك مغمورا فى الماء لليوم التالى .

احد عشر : تسجل البيانات التالية من المنحنى المرسوم على ورقة الرسم البيانى موضحا الازدياد التدريجى فى حجم العجينة اثناء تسخينها من درجة ٣٠°م الى درجة ١٠٠°م ، اذ انه يتيسر حساب حجم كرة العجين عند كل درجة من درجات الحرارة نظرا لأن وزن العجينة معروف وهو خمسون جراما وأن الارتفاع يقاس بصفة مستمرة وأن الوزن النوعى للزيت عند درجات حرارة مختلفة معروف ، وهذا يعنى أن الاختيار يحدد الحجم النهائى للرغيف بعد الخبيز لأن طريقة التسخين المتبعة تماثل طريقة الخبيز :

(أ) عوامل الحساب :

(أ) معايرة Calibration الميزان : يعاير نظام الوزن بحيث يعطى الميزان القراءات ، أى القيم ، التالية عندما يوضـــع بالميزان الاثقال التالية :

الثقل بالجرام	الوحدات	الثقل بالجرام	الوحدات
٣ر١٥	١٠٠٠	٣ر٥٤	٩٠٠
٣ر٥٣	٨٠٠	٣ر٧٢	٧٠٠
٣ر٩١	٦٠٠	٣ر١١٠	٥٠٠
٣ر١٢٩	٤٠٠	٣ر١٤٨	٣٠٠
٣ر١٦٧	٢٠٠	٣ر١٨٦	١٠٠
٣ر٢٠٥	صفر		

(أ م) حساب القوة التصاعدية ascending force للعجينة زنة ٥٠ جرام عند درجة حرارة ٣٠°م :

وزن السلة المعدنية بالعامود rod = ٢٢٥ جرام .

وزن السلة المعدنية بالعامود والعجينة = ٢٧٥ جرام .

مقدار الاحلال displacement of oil بتأثير السلة والعامود والعجينة = ٢٧٥ — ٣ر٢٠٥ = ٦٩ر٧ جرام نظرا لانه عند وضع الثقل ٢٧٥ جرام فى الميزان وغمس الســـلة بالعامود والعجينة تكون القراءة صفر ، بينما وضـــع الثقل ٣ر٢٠٥ جرام فى الميزان تكون القراءة أيضا صفر .

مقدار الاحلال بتأثير السلة والعامود فقط ، أى بدون عجينة ، يساوى = ٢٢٥ر٠ — ٢٠١ر٥ = ٢٣ر٥ جرام . لأن غمس السلة والعامود فقط فى الزيت يعطى قراءة قدرها عشرين وحدة . وهذه العشرين وحدة توازى ٣ر٨ جرام كما هو واضح فى الجدول الموضح أعلاه . وهذا يقابل correspond to حمل موازن balance load قدره ٣ر٢٠٥ — ٣ر٨ = ٢٠١ر٥ جرام .

وتكون قوة الصعود للعجينة زنة ٥٠ جرام تساوى الفارق بين قوة الصعود للسلة بالعامود والعجينة وقوة الصعود للسلة بالعامود فقط ، اى :

٦٩ر٧ — ٢٣ر٥ = ٤٦ر٢ جرام

(أ م) حساب حجم العجينة :

عند درجة ٣٠°م يكون الوزن النوعى للزيت ٨٨٢ر٠ ويكون حجم العينة عند درجة ٣٠° مساويا :

$$\frac{\text{قوة الصعود لعجينة زنة ٥٠ جرام}}{\text{الوزن النوعى للزيت}} = \frac{٤٦ر٢}{٨٨٢ر٠} = ٥٢ \text{ ملليلتر}$$

وبما أن قوة الصعود لقطعة العجينة زنة ٥٠ جرام فى الزيت هى ٤٦ر٢ جرام عند درجة ٣٠°م ، وان حمل load الميزان لكل مائة وحدة يساوى ١٩ جرام ، اى ١٩٠ جرام لكل الف وحدة units ، فيكون :

١٩٠ر٠ + ٤٦ر٢ = ٢٣٦ر٢ جرام .

وباخذ الوزن النوعى specific weight للزيت فى الاعتبار تصبح المعادلة :

$$\frac{٢٣٦ر٢}{٨٨٢ر٠} = ٢٦٨ \text{ ملليلتر وهو الحجم عند الف وحدة .}$$

٢٦٨ — ٥٢ = ٢١٦ ملليلتر وهو زيادة الحجم عند الف وحدة ، اى ٢١٦ر٠ ملليلتر لكل وحدة .

وبذلك يمكن حساب حجم العجينة حم (Vx) انتسابا الى صعود المنحنى م (x) من المعادلة :

حم = ٥٢ + ٢١٦ر٠ × م .

أ م : حساب معدل ازدياد الحجم volume yield للمائة جرام دقيق فى حالة تباين كميات الماء المضافة :

نسب الخلط : ١٠٠ جرام دقيق
٢ر٥ جرام خميرة
٢ر٠ جرام ملح طعام
٥٥ر٠ جرام ماء (٥٥٪ امتصاص) .
١٥٩ر٥ جرام عجينة تحتوى على ١٠٠ جرام دقيق .

فالعجينة زنة ٥٠ جرام يكون بها ٣١ر٣٥ جرام دقيق — ويكون الحجم السابق حسابه مبنى على أساس كمية دقيق قدرها ٣١ر٣٥ جرام . وعندما يضاف الماء بنسبة ٥٥٪ ، يحسب معدل ازدياد الحجم للمائة جرام دقيق .

يضرب المعادلة السابقة فى ٣ر١٩ (أى $\frac{١٠٠}{٣١ر٣٥}$ = ٣ر١٩) .

ولتسهيل الحساب يمكن ايجاد عامل تصحيح correction factor يستخدم فى حالة تباين نسب الامتصاص وتراوحها بين ٥٠ ، ٦٥٪ ، لكنه يلاحظ أن تغيير نسب مكونات العجينة سوف يستلزم حساب عوامل تصحيح أخرى . ويحسب معدل ازدياد الحجم لكل مائة جرام دقيق ، عند درجات امتصاص متباينة ، من المعادلة :

ح١٠٠ = (٥٢ + ٠ر٢١٦ × م) × ع

$V_{100} = (52 + 0.216.x)\ Km$

باعتبار ح١٠٠ = الحجم لكل مائة جرام دقيق بالملليلتر
م = صعود المنحنى .
ع (Km) = عامل التصحيح تبعا لنسبة امتصاص الماء .

فالخلطة سالفة الذكر تعطى النتيجة التالية :

ح١٠٠ = (٥٢ + ٠ر٢١٦ × ٥٦٠) × ٣ر١٩ .
= ٧ر٥٥١ ملليلتر وهو حجم الرغيف الناتج من مائة جرام دقيق

(ب) تقييم المنحنى :

البيانات التى يعطيها منحنى جهاز تسجيل الارتفاع هى :

١ ــ حجم العجينة : ويقاس عند بداية المنحنى بالوحدات
Oven Rise Units

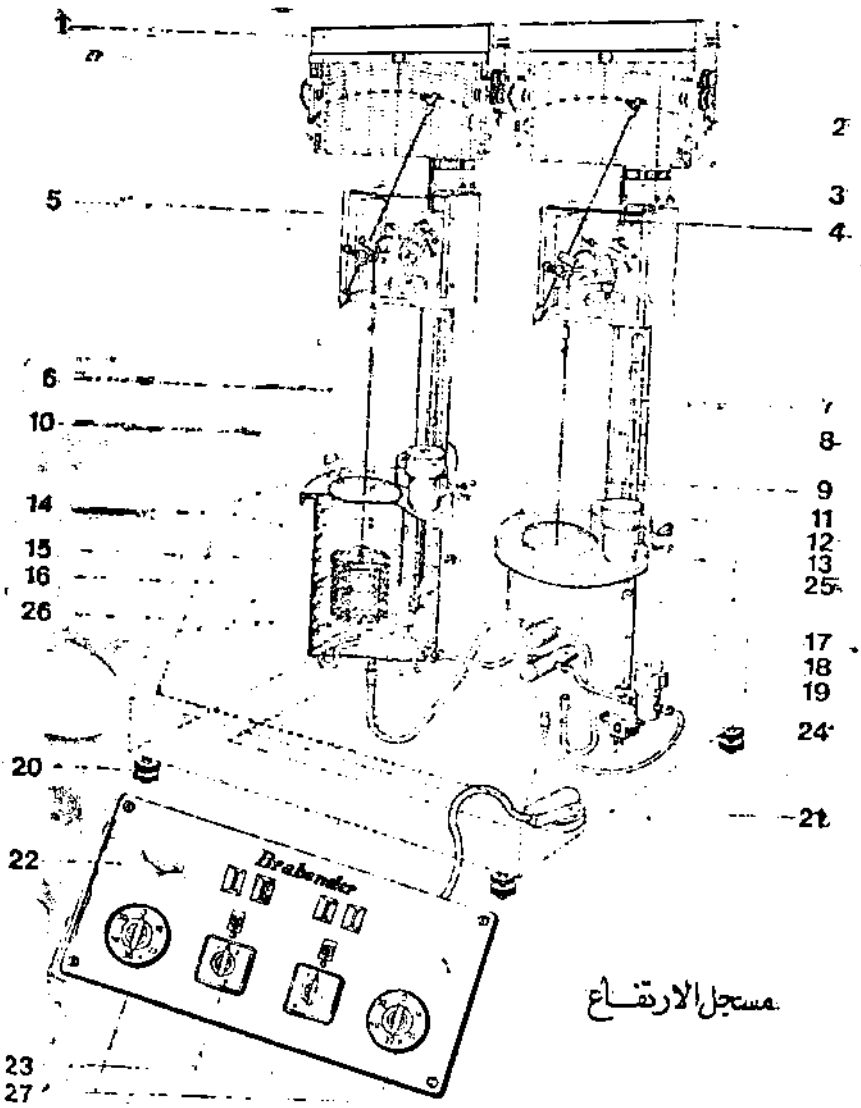
٢ ــ حجم الرغيف عقب الخبيز : ويتضح ذلك عند نهاية المنحنى بعد مضى ٢٢ دقيقة ، أى بعد التسخين الى درجة ١٠٠°م ، ويقدر بالوحدات units . وعادة يكون الحجم بعد الخبيز اقل من الحد الاقصى للحجم اثناء الخبيز ، وفى بعض الحالات يبقى مساويا للحجم الأولى nitial volume

٣ ــ الزيادة فى الفرن Oven rise : وهذا يدل على ازدياد الحجم لثناء عملية الخبيز .

٤ ــ الزيادة النهائية فى الفرن Final oven rise : يقاس هذا الارتفاع فى الجزء الثانى من المنحنى بعد بلوغ درجة الحرارة ٦٥°م ، وهى تقاس بالوحدات وتكون بالموجب أو بالسالب ، وهى ذات دلالة هامة فى مجال الصفات النوعية quality للعجينة .

٥ ــ القمم Peaks : وهى تعبر عن خروج الغاز gas discharges اثناء ارتفاع العجينة ، فشكلها وتكرار وجودها فى مراحل المنحنى يعبر عن انخفاض النوعية للعجينة . ووجود قمم وهبوط مفاجىء sudden fall-off فى بداية المنحنى يعبر عن تجاوز مرحلة التخمر المناسبة over-fermentation ، بينما ظهور هذا فى الجزء الوسطى من المنحنى يعبر عن نقص كمية البروتين أو حدوث تلف بتأثير الحرارة ، وعندما يظهر فى الجزء الأخير من المنحنى يعبر عن سوء تكييف conditioning الدقيق .

ويمكن حساب الحجم لكل مائة جرام دقيق من المعادلة السابق ذكرها .



مسجل الارتفاع

طريقة تشغيل الدوكوردر :

روعى فى تصميم جهاز الدوكوردر Do-Corder والخلاط developer مناسبة الجهاز لاعطاء بيانات مفيدة عن صفات الدقيق والعجين خاصة فى حالة استخدام الخلاطات ذات الكفاءة العالية كما هو الحال فى المصانع الحديثة . وتتلخص مراحل الاختبار فيما يلى :

اولا : تجهيز الخلاط Developer لتحضير عجينة كبيرة تستخدم فى اختبار الدوكوردر ويتبقى منها قدر كاف يمكن استخدامه فى اجراء اختبار على الماتيوروجراف وآخر على مسجل الارتفاع وثالث لصفات الخبيزbaking trial

ثانيا : حساب نسبة امتصاص الماء باستخدام الفارينوجراف ، وهى كمية الماء التى تضاف لبلوغ خط الخمسمائة وحدة فارينو .F.U مضاف اليها ٣٪ لأنه يلزم زيادة الماء فى حالة الخلاطات السريعة high speed mixing .

ثالثا : تحدد نسب مكونات العجينة الموافقة لطبيعة الاختبار . ففى حالة اختبار الدقيق يستعمل مائة فى المائة دقيق مع ٢٪ ملح طعام مع كمية الماء المحسوبة . وفى حالة استعمال خميرة تضاف هذه بنسبة ٣ — ٥٪ .

وفى طريقة الوزن الثابت constant weight of dough تستخدم عجينة زنتها ١١٠٠ جرام . وفى حالة استعمال دقيق نسبة امتصاصه ٥٥٪ مضاف اليها ٣٪ ، أى ٥٨٪ امتصاص ، تكون نسب مكونات العجينة كما يلى :

دقيق	١٠٠٪	ماء ٥٨٪	خميرة ٣٪
ملح	٢٪	سكر ١٪	المجموع ١٤٦٪

وهذا يعنى أن أوزان المكونات تكون : ٦٧٠٫٧ جرام دقيق ، ٣٨٩٫٠ جرام ماء ، ٢٠٫٢ جرام خميرة ، ١٣٫٤ جرام ملح طعام ، ٦٫٧ جرام سكر ، بمجموع قدره ١١٠٠ جرام .

رابعا : تحديد مجال حساسية الدوكوردر ، وهى ١ : ٥ : ٥ ، فيوضع buckle connector فى الوضع ١ : ٥ ويضبط scale head عند «OX» فيكون المجال متراوحا بين صفر وخمسة آلاف ملليجرام .

ففى جهاز الدوكوردر يستخدم خمسة مجالات مختلفة الحساسية sensitivity ranges كما أنه باستخدام التحميل المتقدم (zero suppression) preload يمكن ايجاد ستين مجالا . والمجالات التالية متفاوتة فى الحساسية :

buckle connector	scale head	مجال القياس metergrams
١ : ١	x ١	٢٠٠ — ٠
١ : ٥ر٢	x ١	٥٠٠ — ٠
١ : ٥	x ١	١٠٠٠ — ٠
١ : ١	x ٥	١٠٠٠ — ٠
١ : ٥ر٢	x ٥	٢٥٠٠ — ٠
١ : ٥	x ٥	٥٠٠٠ — ٠

ويمكن تعديل مجال القياس ، باستخدام الرافعة adjusting lever فى الأوضاع صفر — ٥ ، وتتغير نقطة الصفر zero point بمقدار القيم values كما يلى :

وضع الرافعة : buckle connector

١ : ١	١ : ٢ر٥	١ : ٥
٠	٠	٠
١٠٠	٢٠٠	٥٠٠
٢٠٠	٥٠٠	١٠٠٠
٣٠٠	٧٥٠	١٥٠٠
٤٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠
٥٠٠	١٢٥٠	٢٥٠٠
٦٠٠	١٥٠٠	٣٠٠٠
٧٠٠	١٧٥٠	٣٥٠٠
٨٠٠	٢٠٠٠	٤٠٠٠
٩٠٠	٢٢٥٠	٤٥٠٠
١٠٠٠	٢٥٠٠	٥٠٠٠

خامسا : ضبط درجة الحرارة ، ويلزم جعل ماء الترموستات على درجة ٣٠°م يدور حول الخلاط لمدة ساعة على الأقل قبل بدء الاختبار .

سادسا : تنظيف الخلاط mixer بوضع ١٥٠ ملليلتر ماء فى الخلاط وادارة ريش blades الخلاط لمدة خمس دقائق تقريبا وذلك لالتقاط بقايا العجينة التى قد تكون لاصقة خلف الريش . ويلى ذلك تجفيف الخلاط بقطعة من القماش .

سابعا : تضبط نقطة الصفر وذلك باستخدام الثقل الموازن counter balance weight اذا لزم ذلك . وخطوات ضبط المؤشر عند نقطة الصفر تتلخص فيما يلى :

(أ) يوضع الثقل المتحرك sliding Weight فى الوضع «O»
(ب) يضبط scale head عند «XI»
(جـ) يشغل الديناموتر dynamometer drive
(د) يدار مفتاح الضبط adjusting knob ، الموجود فى الجهة اليسرى من ذراع الرافعة العلوى ، يمينا أو يسارا حتى يتحقق الضبط .

ويراعى أن يجرى الضبط الأخير لنقطة الصفر دائما عندما يكون الخلاط مثبت فى الجهاز والديناموتر مستمر فى عمله .

ثامنا : ملأ القلم بالحبر الخاص .

تاسعا : ضبط المخمد (المضائل) damper بحيث يتحرك المؤشر pointer من قراءة الألف الى قراءة المائة خلال مدة لا تتجاوز ١ ــ ٥ ثوان ، الى قراءة المائة خلال مدة لا تتجاوز ١ ــ ٥ ثوان ، ويجرى الضبط باستخدام مسمار الضبط adjusting screw عند الخزان damper فيحرك فى اتجاه عقارب الساعة ليزداد الوقت أو عكس اتجاه عقارب الساعة ليقل الوقت . وينصح بتثبيت هذا الوقت عند ثلاث ثوان ليتسنى مقارنة نتائج الاختبارات لمدة طويلة . وتبدأ عملية الضبط برفع الجزء العلوى من ذراع الرافعة الى أن يصل المؤشر الى رقم ألف ثم يترك الذراع ويحسب وقت رجوع المؤشر الى الرقم المائة .

عاشرا : ضبط سرعة أسطوانة ورق الرسم البيانى لتصبح خمسة سنتيمترات فى الدقيقة الواحدة .

أما سرعة الخلاط فتكون ٥٠ دورة فى الدقيقة أثناء مرحلة الخلط الأولى premixing وبعدها تعود السرعة الى طبيعتها ، أى الى ١٢٥ دورة فى الدقيقة ــ تقريبا .

أحد عشر : توزن المكونات ، وتذاب الخميرة فى قدر من الماء . وينصح باستخدام ماء بارد فى حالة اجراء الاختبار على سرعة مرتفعة جدا وذلك لتحاشى ارتفاع درجة الحرارة أثناء فترة الخلط القصيرة .

اثنا عشر : توضع المكونات فى الخلاط اثناء دورانه بسرعة خمسين دورة فى الدقيقة ، مع مراعاة وضع المكونات السائلة أولا قبل المواد الصلبة كالملح والسكر والمواد المضافة الأخرى ، وأخيرا يضاف الدقيق خلال القمع . اما المواد الدهنية grease فتضاف دائما بعد الدقيق . ويجب ألا تتجاوز مدة اضافة الدقيق ٣٥ ثانية ، كما يجب الا تكون الاضافة سريعة لأن هذا يسبب حبس الهواء فى الخلاط مما يسبب صعوبات . وعقب ملأ الخلاط مباشرة يوضع الذراع pressure arm ويغلق boyonet catch فيتم غلق الخلاط . ويمكن اجراء الاختبار تحت ضغط مرتفع أو تحت تفريغ . وفى حالة اجراء الاختبار تحت التفريغ يلزم بدء التفريغ بعد ادخال الذراع بمدة عشر ثوان .

ثلاثة عشر : يستمر الخلط المبدئى لمدة ثلاثين ثانية بسرعة خمسين دورة فى الدقيقة ، ثم تضبط السرعة عند الحد المطلوب للاختبار . وهذا التغيير المفاجىء فى السرعة يصحبه صعود مفاجىء فى المنحنى ، لكنه ما يلبث أن يعود للهبوط .

وفى حالة عدم كفاية مجال القياس فى الدوكوردر بسبب جمود stiffness العجينة يمكن زيادة المجال بتحريك الثقل preloading weight بواسطة رافعة الضبط adjusting lever .

والمنحنى الكافى هو الذى ينتهى عند نقطة الانخفاض بعد بلوغ القمة ، لكنه من الممكن استمرار الخلط لدراسة تأثير تجاوز الخلط overmixing . ومع ذلك يصبح من الضرورى ايقاف عمل الجهاز بمجرد بلوغ القمة maximum فى حالة اتجاه النية نحو اختبار العجينة فى جهاز المانيوروجراف وجهاز قياس الارتفاع أو خبزها baking ، وهذا يعنى تحاشى تجاوز الخلط المناسب وتجاوز التخمر والتسوية .

اربعة عشر : يوقف الدوكوردر ، ويفتح صمام الضغط والخلاط ، وتزال العجينة ، وينظف الخلاط بقطعة قماش مبللة ويجفف .

خمسة عشر ــ تقييم المنحنيات :

E : زمن وضع الدقيق فى الخلاط لا يتجاوز ٣٥ ثانية .

tv : زمن الخلط الأولى الثابت لا يتجاوز ثلاثين ثانية بسرعة ٥٠ دورة فى الدقيقة .

Dv : عزم اللى (عزم الدوران) torque عند الخلط المبدئى للعجينة بعد ثلاثين ثانية ــ بالمليجرامات .

tE : زمن الملا feeding time ، t : زمن العجن kneading time

DA : عزم اللى الأولى initial torque بعد بلوغ السرعة المطلوبة ــ بالمليجرامات .

Dm : أعلى حد لعزم اللى للعجينة maximum torque of the dough بالمليجرامات .

n : عدد الدورات فى الدقيقة ، nv سرعة الخلط المبدئى .

ويحول الثقل الى وات watt بالمعادلة :

$$E = \frac{D.n}{0.97} \quad \text{(Watt)}$$

وتحسب كمية الطاقة energy input من المعادلة :

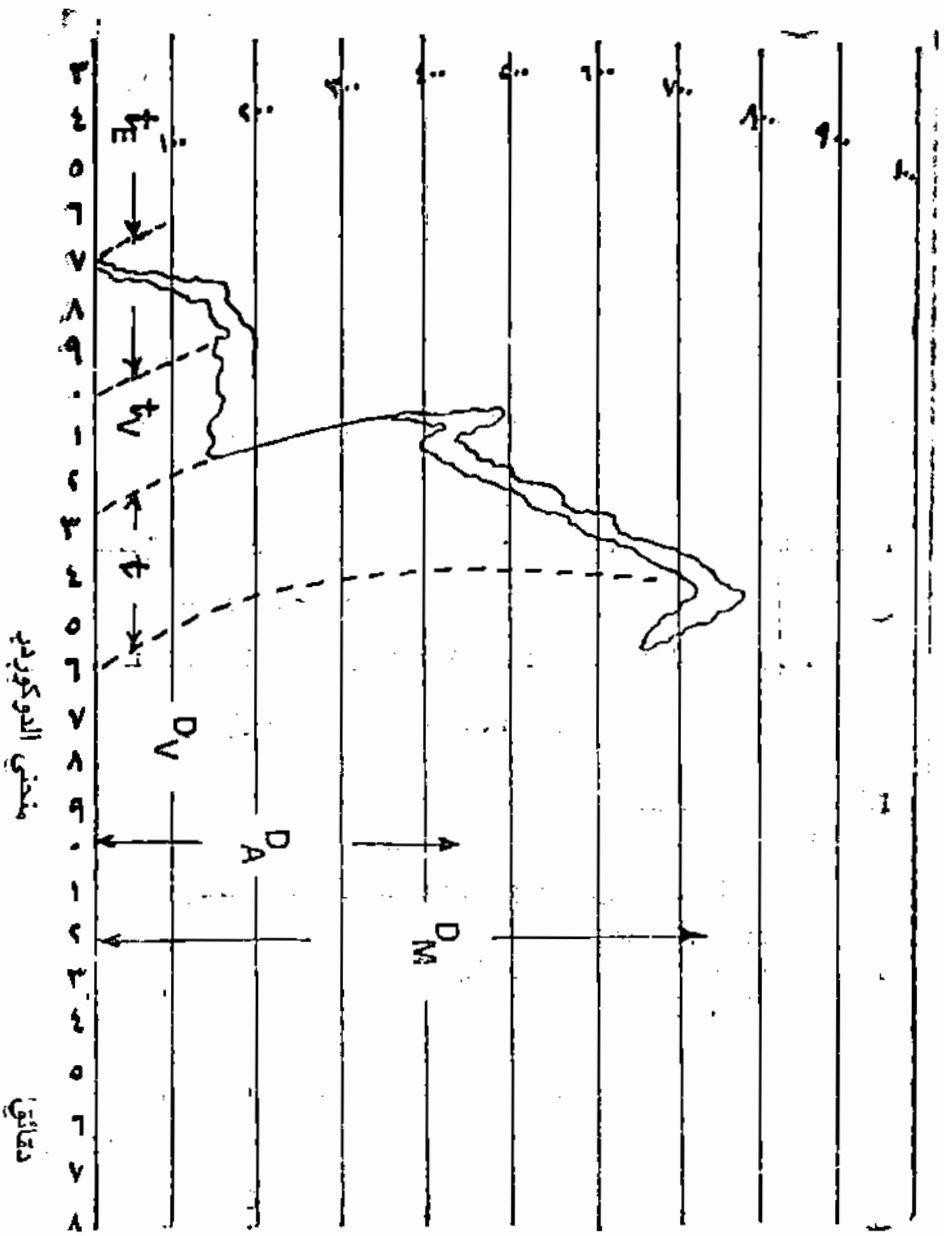
$$E = \frac{D\ (min) \cdot n \cdot t}{0.97 \cdot 3600} \quad \text{(Watth)}$$

ويجرى حساب الطاقة الكلية total energy requirement للعجينة على مرحلتين :

١ ــ الطاقة اللازمة للخلط الأولى للعجينة ، ولا يلتفت الى زمن الملا .

٢ ــ الطاقة اللازمة لخلط العجينة حتى بلوغ القمة .

وتضاف القيمتان لبعضهما .


منحنى الدوكوريم
دقائق
D_V
D_A
D_M

جهاز قياس زمن السقوط :

يستخدم جهاز فولنج نمبر Falling number apparatus لتقدير نشاط انزيم الاميليز فى الغلال وفى الدقيق وفى المنتجات النشوية الأخرى خاصة القمح والشعير والجوادر والمولت باتباع طريقة برتن وهاجبرج Perten Hagberg — . ويمكن بهذه الطريقة حساب النسب فى مخاليط الدقيق flour mixtures بتحويل القيم Falling numbers الى اعداد perten Liquifaction Numbers . فانزيم الالفا أميليز هو الذى ينفرد بالقدرة على اسالة liquefy جل النشا .

وفى هذه الطريقة يقدر نشاط انزيم الالفا اميليز باستعمال النشا كمادة متفاعلة . وهى مبنية على أساس سرعة تجلتن gelatinization النشا أو الدقيق أو مطحون الغلال meal داخل حمام مائى يغلى ثم قياس سيولة liquifaction النشا التى تحتويها العينة بتأثير الالفا أميليز .
وتتلخص خطوات الاختبار فيما يلى :

أولا — تحضير العينة : تنظف عينة الحبوب وتزال الشوائب والغبار . ويجب الا يقل وزن العينة عن ٢٠٠ جرام تحاشيا للحصول على نتائج لا يعتمد عليها . والشائع هو استخدام عينة زنتها ٣٠٠ جرام .

ثانيا — طحن الحبوب : يلزم أن تكون العينة المطحونة ذات حبيبات متجانسة الحجم لأن نتيجة الاختبار تتأثر بحجم الحبيبات ، ولهذا يجب التأكد من مرور العينة المطحونة خلال المناخل التالية :

١٠٠٪ خلال منخل سعة فتحاته aperture size ٧١٠ ميكرون .
٩٥ — ١٠٠٪ خلال منخل سعة فتحاته ٥١٠ ميكرون .
٨٠٪ أو أقل خلال منخل سعة فتحاته ٢٠٠ — ٢١٠ ميكرون .

ومن المفيد استخدام طاحونة فولنج نمبر بالذات ، فهى مجهزة بمنخل سعة فتحاته ٨ر٠ ملليمتر ، مع مراعاة تحاشى ارتفاع درجة الحرارة وتفادى

كبر حجم العينة over loading واستمرار الطاحونة فى عملها لمدة ٣٠ — ٤٠ ثانية بعد انتهاء دخول العينة فى الطاحونة . ويمكن اهمال الزدة المتخلفة على المنخل فى حدود ١٪ . ويراعى خلط العينة المطحونة جيدا .

ويمكن فى هذا الاختبار استخدام أحد الطواحين التالية :

(أ) طاحونة وبر Weber Pulverizer (بمنخل ٠٫٠٢٤ بوصة) .

(ب) طاحونة يودى Udy Cyclone (بمنخل ٠٫٠٢٤ بوصة)

(جـ) طاحونة كاماس Kamas-Slago (السويدية) .

(د) طاحونة تاج أوستراند Tag or Strand mill ، مع نخل المطحون meal بمنخل سلك أمريكى رقم ٨٠ أو ما يماثله .

(هـ) أى طاحونة أخرى تعطى مسحوقا حبيباته متفاوتة فى الحجم فى الحدود التالية : أكبر من ٥٠٠ ميكرون μ صفر — ١٠٪ ، أكبر من ٢١٠ ميكرون ولكن اقل من ٥٠٠ ميكرون ٢٥ — ٤٠٪ ، أقل من ٢١٠ ميكرون ٧٥ — ٥٠٪ .

ويجب أن تكون رطوبة الدقيق أو المطحون فى حدود ٨ — ١٤٪ وذا تجفف عينة الحبوب زائدة الرطوبة أو ترطب الحبوب الجافة قبل طحنها . وينصح بطحن ٢٥٠ جرام .

ثالثا — تحضير عينة الدقيق : ينخل الدقيق بمنخل سعة ثقوبه ٠٫٨ ملليمتر 0.8mm mesh للتخلص من الكتل lumps ويجدر الاشارة هنا الى أن نتيجة الاختبار باستعمال الدقيق قد لا تتطابق مع نتيجة الاختبار المستخدم فيه نفس الحبوب التى استخرج منها نفس الدقيق وطحنت فى طاحونة نولنج تمبر .

رابعا — تقدير الرطوبة فى العينة المطحونة . ولا يلتفت للرطوبة فى الحبوب ذاتها قبل طحنها . ويجب أن تكون رطوبة العينة ١٥٪ ، فاذا لم يتحقق ذلك فيغير وزن العينة بالرجوع للجدول التالى :

الرطوبة ٪	الوزن	الرطوبة ٪	الوزن
٩	٦٫٤٠	٩٫٢	٦٫٤٥
٩٫٤	٦٫٤٥	٩٫٦	٦٫٤٥
٩٫٨	٦٫٥٠	١٠٫٠	٦٫٥٠
١٠٫٢	٦٫٥٥	١٠٫٤	٦٫٥٥
١٠٫٦	٦٫٥٥	١٠٫٨	٦٫٦٠
١٢٫٠	٦٫٧٠	١٢٫٢	٦٫٧٠
١٢٫٤٠	٦٫٧٥	١٢٫٦	٦٫٧٥
١٢٫٨٠	٦٫٨٠	١٣٫٠	٦٫٨٠
١٣٫٢	٦٫٨٠	١٣٫٤	٦٫٨٥
١٣٫٦	٦٫٨٥	١٣٫٨	٦٫٩٠
١٤٫٠٠	٦٫٩٠	١٤٫٢	٦٫٩٠
١٤٫٤	٦٫٩٥	١٤٫٦	٦٫٩٥
١٤٫٨٠	٧٫٠٠	١٥٫٠٠	٧٫٠٠
١٥٫٢	٧٫٠٠	١٥٫٤	٧٫٠٥
١٥٫٦٠	٧٫٠٥	١٥٫٨	٧٫١٠
١٦٫٠٠	٧٫١٠	١٦٫٢	٧٫١٥
١٦٫٤	٧٫١٥	١٦٫٦	٧٫١٥
١٦٫٨٠	٧٫٢٠	١٧٫٠	٧٫٢٠
١٧٫٢	٧٫٢٥	١٧٫٤	٧٫٢٥
١٧٫٦	٧٫٣٠	١٧٫٨	٧٫٣٠
١٨٫٠٠	٧٫٣٥		

خامسا : ضبط درجة حرارة الماء والتأكد من كفاءة نظام التبريد cooling system ويلزم أن يظل الماء فى حمام الماء يغلى طول مدة أجراء الاختبار . ويستخدم ترمومتر دقته فى حدود ± ٣°م ومقسم الى عشر الدرجة .

سادسا : يوضع ٢٥ ملليلتر ماء مقطر على درجة ٢٢°م ± ٢°م فى انبوبة الفسكومتر viscometer . وفى طريقة أخرى توضع العينة أولا فى الأنبوبة ثم يضاف اليها الماء .

سابعا : يوزن ٧٫٠٠ ± ٠٫٠٥ جرام دقيق أو مسحوق حبوب مطحونة محتويا على ١٥٪ رطوبة ، أو توزن الكمية المقابلة لذلك فى حالة اختلاف نسبة الرطوبة عن ١٥٪ فى المسحوق أو فى الدقيق ، وتوضع الكمية فى انبوبة الفسكومتر .

ثامنا : تغطى فوهة أنبوبة الفسكومتر بسدادة من المطاط ، وترج الأنبوبة بشدة ٢٠ — ٣٠ مرة أى عشرة مرات كل منها لأعلى ولأسفل او أكثر من ذلك حتى يصبح المعلق متجانسا . ويمكن استبدال الرج اليدوى بالرج الآلى باستخدام الخلاط Whirlmixer 1050 .

تاسعا : تزال السدادة ويوضع مقلب الفسكومتر Viscometer-Stirrer فى الأنبوبة مع مراعاة سحب بقايا الدقيق الموجودة على الجدران الى داخل المعلق .

عاشرا : تدخل الأنبوبة وبها المقلب فى حمام الماء الذى يغلى من خلال الثقب الموجود فى الغطاء ، على أن يتم ذلك خلال خمس ثوان على الاكثر .

أحد عشر : يبدأ فى نفس اللحظة بتشغيل الساعة timer وذلك بالضغط على مفتاح التشغيل الأخضر ، فبذلك يبدأ العداد الالكترونى electronic counter فى عد الثوانى .

اثنا عشر : بعد خمس ثوان ، عندما تظهر اشـــارة الضوء الأحمر ، يبدأ فى تقليب المعلق بالمقلب بسرعة لفتين (كل منهما لأعلى ولأسفل) فى الثانية .

ثلاثة عشر : يستمر فى التقليب حتى يشير العداد counter الى الرقم ٦٠ ، أى لمدة ٥٥ ثانية ، وخلال هذه المدة يكون التقليب قد حقق ١١٠ ∓ ١ دورة (لأعلى ولأســـفل) . ويسترشد فى هذه العملية بالضـــوء الأحمر beeper and red light فيشاهد الضوء فى كل مرة يحمل فيها المقلب الى وضعه فى القاع . ومن المهم جدا أن يحافظ القائم بالتقليب على تجانس الاجراء ، خاصة فى المرحلة بين ٣٠ و ٦٠ ثانية أى المرحلة التى يحدث فيها تجلتن النشا .

أربعة عشر : عندما تتوقف اشارة الضوء الأحمر ، أى بعد ستين ثانية ، يرفع مقلب الفسكومتر لوضعه العلوى ثم يترك ليسقط بتأثير وزنه فقط خلال المعلق .

خمسة عشر: يشغل ضابط الوقت timing part مع جعل البرج الأسود الطويل المحتوى على المفتاح reed switch مجاورا لمقلب الفسكومتر ويثبته فى المسمار فى غطاء التبريد .

ستة عشر : عندما يقطع مقلب الفسكومتر مسافة الهبوط المحددة ، أى عندما تصل الحافة السفلية للمغناطيس الى المستوى level المبين على البرج يتوقف التوقيت timing وتظهر اشارة ضوئية .

سبعة عشر: توقف الاشارة الضوئية بالضغط على مفتاح التشـــغيل start switch الأخضر . وتؤخذ قراءة العداد counter فهى قيمة رقـــم الهبوط Falling number value

ثمانية عشر : يعاد swing back ضـــابط الوقت ، وتؤخذ انبوبة الفسكومتر بمقلبها وتوضع فى الماء البارد . وتنظف الانبوبة والمقلب ويجففان قبل اعادة استعمالهما .

ولا داعى لاعادة العداد الالكترونى الى نقطة البداية لأنه يعود تلقائيا عند بدء الاختبار التالى .

ويعرف رقم الهبوط The Falling Number بأنه الزمن الكلى ، بالثوانى ، الذى ينقضى من وقت غمس أنبوبة الفسكومتر فى الحمام المائى وحتى لحظة سقوط مقلب الفسكومتر فى المعلق المتجلتن . أى أن زمن التقليب يدخل فى حساب القيمة النهائية . والتعريف الذى وضعته جمعية كيماويى الحبوب الأمريكية لعدد الهبوط FN هو الزمن بالثوانى اللازم لتقليب وترك المقلب يهبط مسافة محددة خلال جل دقيق مائى ساخن آخذ فى السيولة liquefaction ويجب أن تتطابق النتائج عند اعادة الاختبار على نفس العينة فى حدود ± ٥٪ من المتوسط average Falling Number Value . والنتائج الشائع الحصول عليها فى المختبرات باستعمال سبعة جرامات قمح ، هى :

أقل من ١٥٠ للقمح المنبت ذى النشاط المرتفع لانزيم الأميليز . وهذا القمح يعطى لبابة خبز لزجة sticky .

٢٠٠ — ٣٠٠ للقمح غير المنبت ذى النشاط الانزيمى العادى .

أكثر من ٣٠٠ للقمح غير المنبت المنخفض النشاط الانزيمى . وهـذا القمح يعطى لبابة خبز جافة كما ان الرغيف يكون صغير الحجم .

أما الجودار ، باستعمال سبعة جرامات أو تسعة جرامات ، فيعطى النتائج التالية عادة :

أقل من ١٠٠ للحبوب المنبتة ذات النشاط الانزيمى المرتفع .

أكثر من ١٢٠ للحبوب ذات النوعية الجيدة .

وهاتان القيمتان تصبحان ١٢٠ و ١٩٠ على التوالى فى حالة استعمال تسعة جرامات جودار .

ويمكن التكهن بنشاط انزيم الالفا أميليز فى مخاليط الدقيق وفى الدقيق المضاف اليه مولت بعد معرفة رقم الهبوط ومن معادلة برتن .

Perten liquefaction number (PLN) وهى :

$$\text{عدد برتن} = \frac{٦٠٠٠}{\text{عدد الهبوط} - ٥٠}$$

واعداد الجهاز للعمل يتلخص فى الخطوات التالية :

١ — يملأ حمام الماء بماء مقطر لمسافة ٢ — ٣ سنتيتر أسفل الحافة العلوية للوعاء أو الغطاء ، ويوصل التيار الكهربائى .

٢ — يثبت المفتاح الصغير microswitch part على قمة الغطاء بالزنبرك spring ، ويوصل بصندوق ضابط الوقت timer control box المتصل بمصدر الكهرباء .

٣ — يوضع غطاء التبريد على حمام الماء ويوصل المكثف بصنبور المياه . وماء التبريد هذا يجب أن ينساب طول الوقت أثناء تشغيل الجهاز .

٤ — تشغيل وحدة التسخين heater ، وهنا تظهر اشارة اللون الأصفر ، ويستمر فى التسخين حتى غليان الماء ، وهذا يستغرق حوالى ثلاثين دقيقة . ويجب أن يستمر الماء فى الغليان بشدة طول فترة الاختبار . لكنه يلاحظ أن درجة غليان الماء تتباين بتأثير الارتفاع altitude ، ولذلك يجب ضبط درجة حرارة حمام الماء عند ١٠٠°م باضافة جليسرول أو ايثيلين جليكول حسب البيانات الواردة فى الجدول التالى :

مقدار الزيادة المطلوبة في درجة الحرارة °م	النسبة المئوية للقدر المضاف :	
	ايثيلين جليكول	جليسرول
٠ر٢	١ر٩	٢ر٥
٠ر٤	٣ر٩	٤ر٩
٠ر٦	٥ر٨	٧ر٤
٠ر٨	٧ر٨	٩ر٨
١ر٠	٩ر٧	١٢ر٣
١ر٢	١١ر٣	١٤ر٢
١ر٤	١٢ر٩	١٦ر١
١ر٦	١٤ر٤	١٨ر١
١ر٨	١٦ر٠	٢٠ر٠
٢ر٠	١٧ر٦	٢١ر٩

كما انه يلاحظ ان ارتفاع درجة الغليان بأكثر من درجتين مئويتين فقط قد يؤدى الى غليان محتويات انبوبة الفسكومتر . لهذا ينصح بالابقاء على درجة حرارة الحمام فى حدود ٩٨ — ١٠٠°م بدلا من رفعها الى ١٠٠°م .

ويلاحظ انه فى حالة انخفاض درجة حرارة حمام الماء عن ٩٨°م يتعذر تقدير عدد الهبوط على ١٠٠°م بطريقة ضبط درجة الحرارة لأنه فى هـذه الحالة تظهر خطورة غليان محتويات الأنبوبة . وفى هذه الحالة يفضل ادخال التعديل التالى: يقدر زمن الهبوط FN عند درجة الغليان الواقعية observed b.p. ولتكن ٩٦°م مثلا ، ثم تضبط درجة الحرارة عند ٩٧ر٥°م باضافة ١٣ر٦٪ ايثيلين جليكول وبعدها يعاد تقدير زمن الهبوط مرة اخرى . ويلى ذلك وضع القيمتين على ورق رسم بيانى يحدد العلاقة بينهما وبين درجة الحرارة ، ثم يمد الانحدار slope of curve الى ١٠٠°م ويقرأ زمن الهبوط عند هذه النقطة . أما اذا كانت درجة حرارة الحمام تزيد عن ١٠٠°م فيضـاف

كحول أيزوبروبايل الى الماء بمقدار ار٠٪ لكل ار٠ درجة مئوية من مقدار درجات الحرارة الزائدة فهذا يخفض درجة حرارة الحمام الى ١٠٠°م . ولا تمارس هذه الاضافة عادة اذا كان ارتفاع درجة الحرارة فى حدود ٢ر١٠٠°م ، ويلزم مراقبة نقطة انغمار الترمومتر فقد يستلزم ذلك اجراء التصحيح الساقى stem correction بتطبيق المعادلة التالية :

رقم التصحيح = ث ع (ع١ — ع٢) .

باعتبار ث رقم ثابت ، وهو يساوى ٠ر٠٠٠١٦ للزئبق ، ع عدد درجات عامود الزئبق فوق حمام الماء stoppered water bath ، ع١ درجة حرارة حمام الماء ، ع٢ درجة حرارة الزئبق فوق السدادة (أى درجة حرارة الغرفة).

٥ — تشغيل الجهاز بادارة المفتاح الأزرق على صندوق الساعة ، مع التأكد من اضاءة اللونين الأزرق والأخضر .

والشائع هو حساب رقم الهبوط منسوبا الى الدقيق المحتوى على ١٤٪ رطوبة ، وذلك باستخدام المعادلة :

$$\text{رقم الهبوط (١٤٪ رطوبة)} = \text{رقم الهبوط الظاهرى} \times \frac{١٠٠ - ١٤}{١٠٠ - \text{النسبة المئوية للرطوبة فى العينة}}$$

وبدلا من ذلك يمكن وزن القدر من العينة المقابل لوزنه بها ١٤٪ رطوبة- وذلك بالاسترشاد بالجدول التالى :

النسبة المئوية للرطوبة	وزن العينة ١٤٪ رطوبة	النسبة المئوية للرطوبة	وزن العينة ١٤٪ رطوبة
٨	٦ر٥٤	١٢ر٠	٦ر٨٤
٨ر٢	٦ر٥٦	١٢ر٢	٦ر٨٦
٨ر٤	٦ر٥٧	١٢ر٤	٦ر٨٧
٨ر٦	٦ر٥٩	١٢ر٦	٦ر٨٩
٨ر٨	٦ر٦٠	١٢ر٨	٦ر٩٠
٩ر٠	٦ر٦٢	١٣ر٠	٦ر٩٢
٩ر٢	٦ر٦٣	١٣ر٢	٦ر٩٤
٩ر٤	٦ر٦٤	١٣ر٤	٦ر٩٥
٩ر٦	٦ر٦٦	١٣ر٦	٦ر٩٧
٩ر٨	٦ر٦٧	١٣ر٨	٦ر٩٨
١٠ر٠	٦ر٦٩	١٤ر٠	٧ر٠٠
١٠ر٢	٦ر٧٠	١٤ر٢	٧ر٠٢
١٠ر٤	٦ر٧٢	١٤ر٤	٧ر٠٣
١٠ر٦	٦ر٧٣	١٤ر٦	٧ر٠٤
١٠ر٨	٦ر٧٥	١٤ر٨	٧ر٠٧
١١ر٠	٦ر٧٦	١٥ر٠	٧ر٠٨
١١ر٢	٦ر٧٨	١٥ر٢	٧ر١٠
١١ر٤	٦ر٨٠	١٥ر٤	٧ر١٢
١١ر٦	٦ر٨١	١٥ر٦	٧ر١٣
١١ر٨	٦ر٨٣	١٥ر٨	٧ر١٥
		١٦ر٠	٧ر١٧
		١٦ر٢	٧ر١٨

ويلاحظ أن أبعاد الأنبوبة تؤثر فى نتيجة الاختبار ، فيلاحظ ان تتماثل أنابيب الاختبار فى حدود ∓ ٢ر٠ ملليمتر للقطر الداخلى و ∓ ٣ر٠ ملليمتر للقطر الخارجى و ∓ ٣ر٠ ملليمتر للطول . كذلك يختبر وزن الأنابيب .

كما يلاحظ أنه لا مبرر لاستمرار الاختبارات على حبوب القمح فى حالة تجاوز رقم الهبوط القيمة ٤٠٠ لأن هذا معناه ضآلة كمية الألفا أميليز فى القمح .

تختبر منتجات الغلال من وجهة مطابقتها للمواصفات القياسية Standards of identity . وهذه المواصفات تتباين من دولة لأخرى ، الا أن مجال التفاوت فى القيم ليس بعيدا . وعادة يصدر بالمواصفات قرار رسمى فى حالة كثير من الأطعمة المتداولة مثل الدقيق والقمح الكامل والقمح المدشوش cracked wheat والفارق بين هذين الأخيرين ينحصر فى حجم الحبيبات granulation فقط ، فكلاهما يطحن بحيث يحتفظ الناتج المطحون بنفس النسبة بين المكونات الطبيعية دون أن تتغير ، وبحيث لا تتجاوز نسبة الرطوبة ١٥٪ . وبالنسبة للقمح المدشوش يجب أن لا تقل نسبة القدر الذى يمر خلال منخل رقم ثمانية قياسى أمريكى ٤٠٪ بينما لا يصل القدر الذى يمر خلال منخل رقم ٢٠ قياسى أمريكى No. 20 sieve الى ٥٠٪ . أما القمح المسحوق Crushed wheat فيمر منه ٩٠٪ أو أكثر خلال المنخل رقم ثمانية ولا يصل القدر الذى يمر خلال منخل رقم عشرين الى ٢٠٪ . كذلك وضعت فى الخمسة عشر عاما الأخيرة مواصفات للدقيق المعامل Instantized Flours أو Instant blending flours أو Quiik-mixing flours ، مواصفات قياسية فشملت الدقيق والدقيق المدعم enriched flour والدقيق المضاف اليه بروميات enriched bromated flour والدقيق المضاف اليه مواد الرفع self-rising flour والدقيق المدعم المضاف اليه مواد الرفع enriched self-rising flour والدقيق الفوسفاتى phosphate flour والدقيق العنقودى agglomerated flour . ففى جميع أنواع الدقيق هذه يجب أن تمر العينة بأكملها خلال منخل قياسى رقم عشرين وألا يتجاوز القدر الذى يمر منها خلال منخل رقم ٢٠٠ قياسى ٢٠٪ . وهذه المواصفات المنفذة فى

الولايات المتحدة الأمريكية لا تختلف كثيرا من نظيرتها فى كندا ، ويضاف اليها ضرورة نخل bolting الدقيق الأبيض white flour بمنخل حرير يكافىء سلك رقم ١٠٠ No. 100 woven wire screen (١٤٩ ميكرون) ، وعدم تجاوز نسبة الرماد ١٫٢٠ ٪ منسوبة للمادة الجافة ، وعدم تجاوز نسبة الرطوبة ١٥٪ . وتسمح التشريعات الأمريكية والكندية باستخدام مواد تبييض bleaching ومواد تحسين aging agents معينة ومحددة ، فقط يسمح فى كندا باضافة قدر اكبر من بروميات البوتاسيوم قد يصل الى ٥٠ جزء فى المليون وباضافة بيكبريتات الأمونيوم بنسبة تصل الى ٢٥٠ جزء فى المليون وباضافة كلوريد الأمونيوم بنسبة تصل الى ٢٠٠ جزء فى المليون وباستعمال فوق اكسيد البنزويل benzoyl peroxide فى حدود ١٥٠ جزء فى المليون . والفيتامينات المضافة فى الدقيق تحددت نسبها فى المواصفات القياسية والتشريعات أيضا ، وقد خلت المواصفات الكندية من فيتامين دال D كما انها استحدثت تمييزا بين الاصطلاحين دقيق أبيض بفيتامين باء Vitamin B white Flour ودقيق أبيض مدعم بفيتامين باء Enriched Vitamin B white Flour ومواصفات دقيق القمح الكامل فى كندا تتضمن عدم انخفاض نسبة الرماد عن ١٫٢٥ ٪ وعدم تجاوزها ٢٫٢٥ ٪ . كما أن المواصفات الكندية تفرق بين دقيق القمح الكامل whole wheat Flour ودقيق جراهام Graham flour بناء على طريقة الطحن ، فالأول تزال كمية من ردته أثناء الطحن بينما الثانى تضاف اليه كمية من الردة bran ، لكن نسبة الرماد فى الاثنين تكون منحصرة بين ١٫٥ ٪ و ٢٫٥ ٪ منسوبة للمادة الجافة . وقد استحدثت المواصفات الكندية نوعا آخر من الدقيق يعرف باسم دقيق جلوتينى gluten flour وهو دقيق أبيض انتزع منه قدر من النشا والمتبقى به رطوبة لا تتجاوز ١٠ ٪ ونشا لا تزيد على ٤٤ ٪ منسوبة للمادة الجافة .

ونظرا لطبيعة الدقيق المعقدة ، ولتعدد الأغراض التى يستخدم فيها الدقيق ، أصبح متعذرا تحديد اختبار كيميائى أو طبيعى بسيط يوضح النوعية أو درجة الجودة بصفة عامة . ومن هنا تعددت طرق تحليل واختبار الدقيق ، وكان أفضلها اختبار الخبيز الذى بنى على أساس مقارنة الخبز

او الكيك او غيره من المنتجات المصنوعة من عينة يراد التعرف على درجة جودتها بناتج مماثل من عينة معلومة النوعية ، مع توحيد ظروف العمل فى تحضير الناتج من العينتين المقارنتين . وتأتى الاختبارات الكيميائية والطبيعية فى المرتبة بعد اختبار الخبيز القياسى standard baking test للخبز او للكيك او للبسكويت او للقرص cookies . والاختبارات الكيميائية تتضمن تقديرات الرطوبة والرماد والبروتين والدهن والالياف والنشا والسكريات المختزلة والنشاط الانزيمى للأميليز . فالرماد فى الدقيق تؤخذ نسبته كمؤشر غير مباشر النوعية بروتين الدقيق ، لأن الاندوسبرم النقى الذى يعطى الدقيق الفاخر patent flours به نسبة رماد أكثر انخفاضا من تلك التى توجد فى الدقيق العادى straight flour او فى الدقيق الأسمر clear flours الذى يعزل من الدقيق العادى ليتبقى الدقيق الفاخر ، برغم استخراج هذه الانواع من نفس عينة حبوب القمح ، وسبب ذلك انه بارتفاع نسبة الاستخلاص تزداد كمية الأغلفة الخارجية ، اى الردة bran ، والطبقات التى تليها مباشرة والتى تعطى السن shorts ، فى الدقيق الناتج مما ينجم عنه ازدياد نسبة كل من الرماد والبروتين ، الا أن كمية البروتين التى أضيفت بدخول الأغلفة ليست من النوع الجلوتينى nonghuten protein فهى ليست جيدة النوعية .

وبديهى ان ارتفاع نسبة الرماد فى الدقيق يصحبه اسمرار لون الدقيق وبالتالى لون المنتجات المصنوعة من هذا الدقيق ، وهذا أيضا له اثره السيء على درجة النوعية . أما تقدير الرطوبة فيقصد به التعرف على نسبة مادة مخففة diluent غير فعالة inactive substance بالاضافة الى التكهن بمدة التخزين او الحفظ لأن ازدياد نسبة الرطوبة فى الدقيق عن ١٤٫٥٪ يتبعه عدم الصلاحية للتخزين مدة طويلة . وأما نسبة البروتين فى الدقيق فتقدر للتعرف على الأغراض التى يصلح لها هذا الدقيق ، فصناعة الخبز الاوروبى تستلزم نسبة بروتين مرتفعة فى الدقيق ، ١١٪ او أكثر ، بينما الكيك والفطائر والبسكويت تحتاج الى دقيق منخفض المحتوى البروتينى ، ٨ — ١١٪ .

والطرق الطبيعية physical tests المستخدمة فى تقدير درجة جودة

الدقيق جميعها اجتهادية (تجريبية empirical) وبعضها بنى على أساس قياس مدى مقاومة العجينة اثناء عملية الخلط mixing ، مثل أجهزة الفارينوجراف والمكسوجراف والدوكوردر ، بينما البعض الآخر بنى على أساس مدى مقاومة العجينة للمط stretching أو التمزيق tearing ، مثل الاكستنسوجراف واكستنسيمتر سيمون . ويبدو أنه من الصعوبة بمكان ايجاد علاقة بين النتائج المتحصل عليها باستخدام هذه الأجهزة العلمية وبين صفات الخبيز baking quality للدقيق . وبالنسبة للون الدقيق فهو عامل هام فى تحديد درجة الجودة للدقيق ولذا يقدر عادة يدويا باجراء اختبار بيكار Pekar test المبنى على أساس مقارنة السطح الناعم المبتل لعينتين من الدقيق احداهما معلومة control والأخرى مجهولة، او باجراء اختبار الكترونى electronically باستخدام جهاز تقدير الالوان reflectance colorimeter مثل جهاز كنت جونز . ولأهمية حجم حبيبات الدقيق particle size فى التصنيع يجرى التقدير باستعمال المناخل او بطريقة القياس بالميكروسكوب المجهدة أو بطريقة قياس سرعة الترسيب sedimentation rates. ومن الممكن أيضا الحصول على نتائج مفيدة عن صفات تجلتن gelatinization النشا بتسخين المعلق المائى تدريجيا وقياس التغير فى اللزوجة ، فهذه النتائج تمهد للتكهن بسلوك العجينة عند تصنيع بعض المنتجات المخبوزة ، خاصة وأنه أمكن حاليا تحديد الحد الأدنى والحد الأقصى للزوجة الموافقين لانتاج الكيك والفطائر والجاتوه . كذلك يمكن بنفس الأسلوب واحتساب الزمن التعرف على سرعة تأثير انزيمات الأميليز على النشا ، وهذا عامل مهم له اثره فى تخمر عجينة الخبز .

وعموما فجميع الاختبارات المنوه عنها آنفا يمكن اجراؤها بالطرق المشروحة فى الجزء الأول من موسوعة الصناعات الغذائية . كذلك يسترشد بالمواصفات العالمية الواردة بالجزء الأول مضافا اليها ما يلى :

مواصفات دقيق القمح :

١ ــ دقيق القمح ، وهذا يطلق عليه العديد من الأسماء الدارجة فى الدول الصناعية مثل White flour و wheat flour و flour و plain flour ومصدره حبوب القمح فيما عدا القمح الذكر durum wheat والقمح الذكر الأحمر ، ويشترط فيه ألا يقل ما يمر منه خلال منخل قياسى NBS رقم ٧٠ عن ٩٨٪ ، وألا تزيد رطوبته عن ١٥٪ مقدرة فى فرن التجفيف تحت تفريغ على درجة ٩٠°ــ١٠٠°، وألا يزيد رماده عن ١/٠٢ من النسبة المئوية للبروتين المحسوبة بضرب النتروجين فى العامل ٥٧ر٥ ومنسوبة للمادة الجافة moisture-free basis + ٣٥ر٠ . ويسمح فى هذا النوع من الدقيق اضافة بعض المكونات التالية اختياريا : أوكسيدات نتروجين ، كلوريد نتروزيل ، كلور ، ثانى أوكسيد كلور ، كربونات كالسيوم ، كبريتات كالسيوم ، فوسفات ثنائى أو ثلاثى الكالسيوم مع نشا ، فوق أوكسيد أسيتون ، آزو داى كربون أميد بنسبة لا تتجاوز ٤٥ جزء فى المليون ، جنين قمح منزوع دهنه defatted بنسبة لا تزيد على ٥٪ ، كربونات مغنسيوم ، كبريتات الصوديوم والألومنيوم . ويجب فى هذه الحالة تصحيح نسبة الرماد لتؤخذ فى الاعتبار كمية الرماد التى دخلت ضمن هذه الاضافات المعدنية .

٢ ــ دقيق مدعم Enriched flour : ينطبق عليه نفس شروط دقيق القمح سالفة الذكر فيما عدا الفيتامينات والمعادن المنصوص على اضافتها .

٣ ــ دقيق معامل بالبروم Bromated flour : بنفس مواصفات دقيق القمح مع اضافة برومات بوتاسيوم بنسبة لا تتجاوز ٥٠ جزء فى المليون .

٤ ــ دقيق معامل بالبروم ومدعم : مواصفاته كسابقه مع تحديد التدعيم .

٥ ــ دقيق ديورم ، مصدره قمح دكر Durum wheat، ويجب أن يمر ٩٨٪ منه على الأقل خلال منخل رقم ٧٠ ، وألا تزيد رطوبته عن ١٥٪ ورماده عن ٥ر١ ٪ .

٦ ــ دقيق مرفوع ذاتيا ، وله أسماء متعددة هى Self-rising wheat flour أو self-rising white flour أو self-rising flour ، وهو عبارة عن دقيق مضاف اليه بيكربونات صوديوم ومواد حمضية . وفى هذا النوع من الدقيق يسمح باضافة المواد التالية اختياريا : مخلوط دقيق ، بيكربونات صوديوم ومعها مادة متفاعلة حمضية مثل فوسفات أحادى الكالسيوم او بيروفوسفات الصوديوم الحامضية أو كبريتات الصوديوم والألومنيوم بمعدل ٤ر٥ جزء على الأكثر لكل مائة جزء من الدقيق ، مع مراعاة ألا تقل نسبة ثانى أكسيد الكربون المنطلق عن ٥ر٠٪ .

٧ ــ دقيق مدعم مرفوع ذاتيا ، مواصفاته تماثل نظيرتها للدقيق المرفوع ذاتيا مع اجراء التدعيم .

٨ ــ دقيق قمح كامل Whole wheat flour أى Entire wheat flour او Graham flour ، مصدره اقماح بخلاف الدكر وبدون اى تغيير فى نسب المكونات الطبيعية لبعضها ، ويجب ألا يقل القدر منه الذى يمر خلال منخل رقم ثمانية عن ٩٠٪ والا يقل ما يمر منه خلال منخل رقم سبعين عن ٥٠٪ ، وألا تزيد رطوبته عن ١٥٪ مقدرة فى فرن تفريغ على درجة ٩٠° ــ ١٠٠°م ، ويسمح باضافة المواد التالية اختياريا اليه : مولت قمح أو مولت شعير لتعويض النقص فى النشاط الانزيمى على ألا يتجاوز القدر المضاف نسبة ٧٥ر٠٪ ، كلور أو ثانى أكسيد كلور ، آزو كربون أميد Azocarbonamide بحد أقصى ٧٥ جزء فى المليون .

٩ ــ دقيق قمح دكر كامل Whole durum wheat flour مصدره قمح دكر فقط وتحبيبه granulation يماثل دقيق القمح الكامل .

١٠ ــ دقيق قمح كامل معامل بالبروم ، مواصفاته تماثل سابقه مع السماح باضافة برومات بوتاسيوم اليه بما لا يزيد عن ٧٥ جزء فى المليون .

١١ ــ فارينا Farina ، مصدرها قمح بخلاف الديورم ، وتمر بأكملها

خلال منخل رقم عشرين بينما ما يمر خلال منخل رقم مائة لا يتجاوز ٣٪ ، والرطوبة مقدرة على درجة ٩٠° — ١٠٠°م فى فرن التفريغ لا تتجاوز ١٥٪ ، والرماد لا يتجاوز ٦ر٠٪ مقدرا على درجة ٥٥٠°م ومنسوبا للمادة الجافة .

١٢ — فارينا مدعمة ، وهى تماثل سابقتها مع اضافة مواد التدعيم .

١٣ — سميذ Semolina ، مصدره قمح الدكر ، وهو يمر بأكمله خلال منخل رقم عشرين بينما لا يزيد ما يمر منه خلال منخل رقم ١٠٠ عن ٣٪ .

١٤ — دقيق فوسفاتى Phosphated flour ، مواصفاته تماثل نظيرتها لدقيق القمح مع السماح باضافة فوسفات ، والمواد الممكن اضافتها اختياريا هى فوسفات أحادى الكالسيوم بنسبة لا تتجاوز ٧٥ر٠٪ ولا تقل عن ٢٥ر٠٪ .

مواصفات المكرونة :

متطلبات المكرونة بأنواعها المختلفة هى :

	رطوبة ٪	رماد٪ منسوبا للمادة الجافة	بروتين ٪	فوسفور أ٥٢ ٪ حد أدنى	جوامد بيض ٪
مكرونة شريطية عادية أو مدعمة	١٢ر٠		١٣ر١	٠ر١٣٦	٥ر٥
مكرونة شريطية من قمح وصويا	١٢ر٠		١٧ر٣	٠ر١٣٦	٥ر٥
مكرونة شريطية بالخضروات	١٢ر٠		١٣ر١	٠ر١٣٦	٥ر٥
مكرونة عادية	١٢	٠ر٨٠	١٢ر٢		
مكرونة قمح أو صويا	١٢	١ر٧٠	١٥ر٢		
مكرونة بالخضروات	١٢	١ر٥٠	١٢ر١		
مكرونة باللبن	١٢	٠ر٩٨	١٢ر٧		
مكرونة قمح كامل	١٢	٢ر٥	١٣ر٢		

ومنتجات المكرونة بصفة عامة تخضع للمواصفات التالية ، وجميعها تحتوى على ٨٧٪ على الأقل موادا صلبة :

١ ــ منتجات مكرونة : تصنع من سميذ أو دقيق ديورم أو فارينا أو دقيق أو خليط منها مع الماء . ويسمح باضافة بياض بيض بنسبة لا تقل عن ٥ر٠٪ ولا تزيد عن ٠ر٢٪ من المنتج النهائى ، وفوسفات ثنائى الصوديوم بنسبة ٥ر٠٪ على الأقل وبنسبة ٠ر١٪ على الأكثر ، وجلوتين Gum gluten بشرط ألا تتجاوز نسبة البروتين فى المكرونة النهائية ١٣٪ ، وملح طعام وبصل وثوم وكرفس وبهار «الغار» bay leaf ، واحادى استيارات الجليسريل بما لايزيد عن ٢٪ .

٢ ــ مكرونة باللبن : تماثل سابقتها فى خاماتها الا أن اللبن الحليب فقط هو السائل الوحيد المضاف . ويسمح باضافة نفس المواد الاختيارية سالفة الذكر ولكن يحظر اضافة بياض البيض وفوسفات ثنائى الصوديوم .

٣ ــ مكرونة القمح الكامل : تصنع من دقيق كامل أو دقيق قمح ديورم كامل . ويسمح باضافة المواد الاختيارية سالفة الذكر فيما عدا بياض البيض والجلوتين وفوسفات ثنائى الصوديوم .

٤ ــ مكرونة قمح وصويا : تماثل منتجات المكرونة فى صفاتها على أن يضاف دقيق صويا بنسبة لا تقل عن ٥ر١٢٪ . وتضاف المواد الاختيارية فيما عدا بياض البيض وفوسفات ثنائى الصوديوم . ويسمح باضافة الجلوتين بشرط الا تتجاوز نسبة البروتين فى الناتج النهائى ١٣٪ .

٥ ــ مكرونة بالخضروات : خاماتها تماثل منتجات المكرونة ولكن تضاف خضروات بحيث تمثل جوامد الخضروات كالطماطم أو البنجر او الجزر أو الكرفس أو السبانخ أو الخرشوف ٣٪ على الأقل من المنتج النهائى .

٦ ــ مكرونة مدعمة ومكرونة بالخضروات مدعمة : خاماتها تماثل غير

المدعمة ولكن يضاف للتدعيم ٤ — ٥ ملليجرام ثيامين و ١ر٧ — ٢ر٢ ملليجرام ريبوفلافين و ٢٧ — ٣٤ ملليجرام نياسين و ١٣ — ١٦ر٥ ملليجرام حديد فى كل رطل . ويسمح باضافة ما يلى اختياريا : ٢٥٠ — ١٠٠٠ وحدة USP فيتامين دال D و ٥٠٠ — ٦٢٥ ملليجرام كالسيوم فى كل رطل . كما يسمح باضافة جنين قمح مزال جزء من دهنه بما لا يزيد عن ٥٪ من المنتج النهائى .

٧ — مكرونة شريطية Noodles أو Egg Noodles أو Egg Macaroni أو Egg Spaghetti أو Egg Vermicelli : جميعها بها بيض يمثل ٥ر٥٪ على الاقل جوامد بيض أو جوامد صفار بيض ، وخاماتها الأساسية سميذ أو فارينا أو دقيق ديورم أو خليط من هذه المواد وبيض مجفف أو سائل أو مجمد أو صفار بيض مجفف أو سائل أو ممجد . كما يسمح باضافة بصل وكرفس وثوم وملح طعام وغار bay leaf وجاوتين بشرط ألا تتجاوز نسبة البروتين الكلى فى المنتج النهائى ١٣٪ ، وأحادى استيارات الجليسريل المركزة بما لا يزيد عن ٢٪ .

٨ — مكرونة قمح وصويا شريطية : خاماتها كسابقتها الا أن الدقيق مضاف اليه ٥ر١٣٪ على الأقل دقيق صويا . والمواد الاختيارية المضافة تماثل سابقتها أيضا .

٩ — مكرونة خضروات شريطية : خاماتها كالمكرونة الشريطية فيما عدا اضافة طماطم وبنجر وجزر وبقدونس وسبانخ وخرشوف بشرط ألا تقل نسبة جوامد الخضروات فى المنتج النهائى عن ٣٪ . والمواد المسموح باضافتها اختياريا تماثل سابقتها .

١٠ — مكرونة شريطية مدعمة ومكرونة خضروات شريطية مدعمة : خاماتها الأساسية تماثل غير المدعمة فيما عدا أنها مدعمة باضافة ٤ — ٥ ملليجرام ثيامين و ١ر٧ — ٢ر٢ ملليجرام ريبوفلافين و ٢٧ — ٣٤ ملليجرام نياسين و ١٣ — ١٦ر٥ ملليجرام حديد لكل رطل . ويحظر اضافة الجزر

فى مكرونة الخضروات المدعمة الشريطية لأنه يضفى على المنتج لون صفار البيض . ويسمح باضافة المواد التالية اختياريا : ٢٥٠ — ١٠٠٠ وحدة فيتامين دال D ، ٥٠٠ — ٦٢٥ ملليجرام كالسيوم فى الرطل ، كما يسمح باضافة جنين قمح مزال جزء من دهنه وبما لا يتجاوز ٥٪ من المنتج النهائى .

مواصفات الخبز الأفرنجى :

أنواع الخبز الافرنجى متعددة وأشـــهرها تسعة منها الخبز الأبيض white bread وخبزباللبن milk bread وخبز الزبيب raisin bread وخبز القمح الكامل whole wheat (graham) bread ، والخبز الصغير rolls and buns والمواد المسموح باضـــافتها اختياريا متعددة منها ٩٤ مادة مســـموح بها قانونا . وعموما يجب ألا تقل نسبة الجوامد فى الخبز الكبير والصـــغير عن ٦٢٪ . وفى حالة خبز اللبن يجب أن يكون السائل المضاف عبارة عن لبن فقط أو مزيج من اللبن السائل واللبن المبخر او المجفف أو المكثف المحلى والمقشدة أو الزبد على ألا يقل القدر المضاف عن ٢ر٨ جزء بالوزن جوامد لبن لكل مائة جزء دقيق مستخدم فى صناعة الخبز ، كما يشترط فى هذه الحالة أيضا ألا تقل نسبة الجوامد اللبنية غير الدهنية الى دهن اللبن عن ٢ر١ ولا تزيد عن ٣ر٢ . وخبز الزبيب يشترط فيه ألا تقل نســـبة الزبيب البناتى seedless raisins أو الزبيب العـــادى seeded عن ٥٠ جزء فى المائة جزء من الدقيق . وخبز القمح الكامل يصنع من دقيق جراهام فقط فلا يسمح باضافة أى دقيق من نوع آخر . والخبز المدعم يحتوى الرطل منه على ثيامين بحد أدنى ١ر١ ملليجرام وحد أقصى ٨ر١ ملليجرام ، وريبوفلافين بحد ادنى ٧ر٠ ملليجرام وحد أقصى ٦ر١ ملليجرام ، ونياسين أو نياسين أميد بحد أدنى ١٠ ملليجرام وحد أقصى ١٥ ملليجرام ، وحديد بحد أدنى ٨ ملليجرام وحد أقصى ٥ر١٢ ملليجرام ، وقد يحتوى ايضـــا على فيتامين دال بحد أدنى ١٥٠ وحدة USP وحد أقصى ٧٥٠ وحدة ، وكالسيوم بحد أدنى ٣٠٠ ملليجرام وحد أقصى ٨٠٠ ملليجرام .

مواصفات اطعمة الافطار :

تتلخص متطلبات Requirements اطعمة الافطار المصنوعة من القمح فيما يلى :

١ ــ فارينا عادية : رطوبتها لا تزيد عن ١٢٪ ورمادها لا يتجاوز ٠ر٦٠ ٪ منسوبا للمادة الجافة ، وبروتينها لا يقل عن ٥ر٨٪ .

٢ ــ فارينا مدعمة بالردة والاجنة : رطوبتها لا تزيد عن ١٢٪ وبروتينها لا يقل عن ٥ر١٠٪ واليافها لا تقل عن ٠ر٧٪ ولا تزيد عن ٥ر١٪ .

٣ ــ فارينا مدعمة بالمولت : رطوبتها لا تتجاوز ١٢٪ ورمادها لا يتجاوز ٠ر٦٠٪ وبروتينها لا يقل عن ٠ر١٠٪ .

٤ ــ مطحون القمح الكامل whole wheat Meal: رطوبته لا تزيد عن ١٢٪ وبروتينه لا يقل عن ٠ر١١٪ واليافه لا تقل عن ٢٪ ولا تزيد عن ٣٪ .

٥ ــ شرائح قمح Rolled or Flaked Wheat رطوبتها لا تزيد عن ١٢٪ وبروتينها لا يقل عن ١١٪ واليافه لا تقل من ٢٪ ولا تزيد عن ٣٪ .

٦ ــ قمح مشقق Cracked wheat : رطوبته لا تتجاوز ١٢٪ وبروتينه لا يقل عن ١١٪ واليافه الخام لا تقل عن ٢٪ ولا تزيد عن ٣٪ .

وهذه المتطلبات تنطبق على كل من المنتج العادى regular والمنتج سريع الطهى quick cooking . وترجع سرعة الطهى الى اضافة فوسفات ثنائى الصوديوم الى الفارينا بنسبة ٥٪ ــ ٠ر١٪ . ويقصد بالاصطلاح « سريع الطهى » أنه يمكن طهى الناتج خلال خمس دقائق بوضعه فى ماء على درجة ٩٩° ــ ١٠٠°م داخل وعاء مفتوح open vessel . وهذه المدة تصبح ثلاث دقائق فقط فى حالة منتجات الجودار .

والمتطلبات الكيميائية لأطعمة الافطار Breakfast Cereals هى :

١ ــ الحد الأقصى لنسبة الرطوبة فى جميع الأنواع بعد تغليفها بمدة

٧٢ ســـاعة على الأقل هو ٦٪ فيما عدا بســـكويت القمح المنسر الكبير Large shredded wheat biscuits فرطوبته اقصـــاها ١١٪ .

٢ ــ الحد الأدنى لنسبة الرطوبة فى جميع الأنواع قبل تغليفها هو ٤٪ فيما عدا بسكويت القمح المنسر الكبير فيكون ٨ر٠٪ .

٣ ــ الحد الأدنى لنسبة البروتين (ن × ٦ر٢٥) هو ١٨ر٠٪ فى الذرة المنسرة المدعمة بالصـــويا shredded corn with soya و ٢٠ر٠٪ فى شرائح الأرز Rice flakes . ولم تذكر اى مقررات بالنسبة لبقية الأنواع متعلقة بنسبة البروتين .

٤ ــ الحد الأدنى لنسبة السكريات المختزلة محسوبة فى صـــورة ملتوز به جزىء ماء واحد فى شرائح القمح المنبت Malted wheat flakes هو ١٢ر٠٪ وليست هناك اشتراطات مماثلة فى بقية الأنواع .

٥ ــ الحد الأدنى لنسبة الألياف الخام crude fiber هو ١ر٨٪ فى بســـكويت القمح المنسر الكبير أو الصـــغير والقمح المنسر الســـائب Loose shredded wheat وبسكويت القمح الكامل المكبوس Pressed-Flaked whole biscuits ، أو ١ر٥٪ فى شـــرائح القمـــح wheat flakes وشرائح القمح المنبت ، أو ٣ر٥٪ فى شرائح الردة 25 to 40% Bran flakes وفى شرائح الـــردة والزبيب Bran flakes (25-40%) and raisins بشرط احتســـــابها فى الـــردة فقط ، أو ٧ر٥٪ فى شرائح ردة القمح المجهـــزة wheat bran (prepared) وليست هناك متطلبات لبقية الأنواع من وجهة الحد الأدنى والأقصى لنسبة الألياف الخام . أما الحد الاقصى فهو ٣ر٠٪ للأنواع الستة الاولى سالفة الذكر و ٤ر٧ ٪ للنوعين السابع والثامن . وبقية الأنواع التى لم يأت ذكرها آنفا هى : القمح المنتفخ puffed wheat (Gun-puffed) والقمح المنتفخ المغطى coated ، وحبات الحبوب المنبتة Malted cereal granules ، وشرائح الذرة corn flakes ، وشرائح الذرة

المغطاة ، وحبوب الذرة المنتفخة Corn cereal (gum-puffed) وحبوب الذرة المنتفخة المغطاة ، والذرة المنسرة المضاف اليها صويا shredded corn with soya وبسكويت الذرة المنسرة الصغير Shredded corn, small biscuits (oven-puffed) ، والأرز المنتفخ Puffed rice (gun-puffed) وحبوب الارز Rice cereal (oven-puffed) ، وشرائح الارز Rice flakes ، وبسكويت الأرز المنسر الصغير shredded rice, small biscuits (oven-puffed) وحبوب الزمير المنتفخة Oat cereal (oven-or gun-puffed) . ويلاحظ أن جميع المتطلبات الكيميائية سالفة الذكر منسوبة للوزن الجاف moisture free basis

ومواصفات بعض منتجات طحن الذرة تتلخص فيما يلى :

١ ــ مطحون الذرة البيضاء أو الصفراء White or Yellow corn meal نسبة الألياف لا تقل عن ١٢ ٪ منسوبة للمادة الجافة ، ونسبة الدهن لا تختلف بأكثر أو أقل من ٠ر٣٠ ٪ عن دهن حبوب الذرة الأصلية النظيفة ، وما يمر خلال منخل رقم ١٢ قياسى أمريكى لا يقل عن ٩٥ ٪ وخلال منخل رقم ٢٥ لا يقل عن ٤٥ ٪ وخلال منخل رقم ٧٢ لا يزيد عن ٣٥ ٪ .

٢ ــ مطحون الذرة البيضاء أو الصفراء المنخول Bolted : نسبة الألياف الخام تقل عن ٢ر١ ٪ ونسبة الدهن لا تقل عن ٢ر٢٥ ٪ ، وما يمر خلال منخل رقم ٢٠ لا يقل عن ٩٥ ٪ ومنخل رقم ٤٥ لا يقل عن ٤٥ ٪ ومنخل ومنفل رقم ٧٢ لا يقل عن ٢٥ ٪ .

٣ ــ دقيق ذرة بيضاء أو صفراء : يمر منه ٩٨ ٪ على الأقل خلال منخل قياسى أمريكى رقم ٥٠ ، ولا تتجاوز نسبتا الألياف والدهن ما هو موجود أصلا فى حبوب الذرة النظيفة .

٤ ــ حبات الذرة Grits (corn grits, hominy grits) and yellow Grits يمرمنها ٩٥ ٪ على الأقل خلال منخل رقم ١٠ و ٢٠ ٪ على الأكثر خلال

منخل رقم ٢٥ ، ونسبة الألياف لا تتجاوز ٢ر١ ٪ ونسبة الدهن لا تتجاوز ٢٥ر٢ ٪ .

٥ ــ الحبات السريعة Quick Grits : مواصفاتها تماثل سابقتها ولكن عند تحضيرها تعامل بالبخار قليلا وتكبس قليلا .

الاختبارات الخاصة والعامة للحبوب ومنتجاتها :

كل قسم من أقسام الحبوب الغذائية ومنتجاتها له مواصفات خاصة محددة الا ان الاقسام جميعها تشترك معا فى بعض المواصفات specifications . فالاختبارات العامة هى تقديرات الرطوبة والرماد والبروتين والألياف واللون وحجم الحبيبات . والاختبارات الخاصة بمنتجات القمح هى درجة جودة البروتين ودرجة جودة النشا ودرجة تركيز أيون الايدروجين واختبار الخبيز ، بالاضافة الى الاختبارات العامة سالفة الذكر . والاختبارات الخاصة بمنتجات الذرة هى الحموضة ومستخلص المولت malt extract بالاضافة الى الرطوبة والدهن وحجم الحبيبات والمظهر visual appearance . ومن اسباب أهمية تقدير الرماد فى الدقيق هى استخدام نسبة الرماد للاستدلال على درجة الدقيق أو نسبة الاستخلاص ، اذ أن نسبة الرماد فى الدقيق تزداد كلما زادت كمية الردة فى الدقيق . وتقدير حجم الحبيبات particle size له اهميته نظرا لأنه وارد فى مواصفات بعض منتجات الحبوب . وهذا التقدير يجرى بوسائل متعددة منها طريقة المناخل Sieve analysis ، وطريقة القياس بالميكروسكوب Microscopic measurements وطريقة الترسيب sedimentation techniques وطريقة نفاذية الهواء air permeation techniques. فطريقة المناخل تعتمد على امرار الناتج المطحون خلال مجموعة مناخل قياسية متدرجة فى حجم ثقوبها تحت ظروف محددة وحساب نسبة ما يتبقى على كل منخل . ومن أشهر المكاينات المستخدمة فى هذا الاختبار تلك المعروفة باسم Ro-tap . وطريقة القياس بالميكروسكوب تناسب المنتجات ذات الحبيبات صغيرة الحجم وفيها توضع العينة فى مجال الميكروسكوب ويحصى عدد الحبيبات المتقاربة من

بعضها فى الحجم باستخدام عدسة عينية معايرة calibrated eyepiece .
وطريقة الترسيب تعتمد أساسا على قانون استوكس Stokes law الذى ينص على أن الحبيبات الأكبر حجما ذات الكثافة المتساوية تترسب فى السائل المعين أو الغاز المعين بسرعة أكبر من سرعة ترسب الحبيبات الأصغر حجما . ولهذا تحسب كمية المادة التى تترسب فى زمن معين ويستخدم القانون فى حساب أبعاد الحبيبة ، وبعدها يمكن رسم منحنى توزيع الحجوم Size distribution curve . وأما طريقة النفاذية permeation فمبنية على أساس ازدياد مقاومة كمية معينة من الحبيبات الصغيرة الحجم لنفاذ السائل أو الغاز عنها فى حالة الحبيبات الكبيرة ، بسبب صغر المسافات الخلالية interstitial space بين الحبيبات الصغيرة عنها فى حالة الحبيبات الكبيرة . لهذا يقاس الزمن اللازم لمرور حجم معين من الغاز عند ضغط ثابت خلال كمية معينة من الحبيبات ، أو قد يقاس الضغط اللازم لامرار حجم معين من الغاز خلال الحبيبات فى زمن محدد .

وتقدير الحموضة الفعلية pH فى الدقيق له دلالات مفيدة ، منها الاستدلال من رقم الأس الايدروجينى فى التعرف على مدى معاملة الدقيق بالكلور . والمعروف أن دقيق القمح اللين ، وخاصة دقيق الكيك ، يعامل بغاز الكلور لاضعاف الجلوتين .

وتقدير درجة جودة الجلوتين gluten quality له أهمية بالغة فى مجال تكنولوجيا الحبوب . ويجب أن يضع منتجوا الدقيق فى حسبانهم نوعية البروتين بالاضافة الى كمية البروتين ، وهذه النوعية يعبر عنها بالاصطلاح قوة الدقيق flour strength التى تعبر عن الحقيقة المعروفة وهى أن الجلوتين القوى فى العجينة يقاوم المط extension وأن خيوط الجلوتين gluten dough strands تتقطع قبل أن تصل المطاطية الى حد كبير . وهذا هو النوع من الجلوتين المناسب لصناعة الخبز الافرنجى . أما الجلوتين الضعيف فيسهل مطه كما أنه يمط الى مسافة طويلة ولذا يطلق عليه الاصطلاح plasto-elastic للدن — مرن مطاط . وهذا الجلوتين الضعيف هو المناسب لصناعة الكيك

والفطائر والقرص cookies . وعادة تقدر كمية ونوعية الجلوتين معـــا ، فيستخرج الجلوتين الرطب يدويا أو ميكانيكيا ويوزن ويقسم الوزن عـــلى ثلاثة للحصول على نسبة البروتين على وجه التقريب ،ثم توضع قطع الجلوتين فى محلول حامض لكتيك وترج وبعد مدة محددة يقدر مدى تعكر cloudiness السائل حيث أن الجلوتين الأضعف ينفصل منه كمية أكبر فى صورة معلق غروى يجعل المحلول عكرا . وقد تقدر قوة الجلوتين آليا حيث تقاس المقاومة للخلط resistance to mixing اذ أن المقاومة تزداد بسرعة فى البداية حتى يبلغ المنحنى قمته ثم تنخفض ببطء أثناء استمرار عملية الخلط . وكلما ازدادت قوة الدقيق كلما طالت مدة حدوث هذين التغيرين . وفى طريقة أخرى لتقدير قوة الجلوتين تستخدم أجهزة الاستطالة extensometers وهى المفضلة فى اختبار تأثير المواد المضافة المقوية dough strengthening agents ، مثل عوامل الأكسدة كالبرومات واليودات ، وتأثير المواد المضعفة للقوة weaking agents ، مثل الكبريتيت والسلفدريل والانزيمات البروتيوليتية . ومن الطرق المعترف بها فى هذا المجال أيضا اختبار ماك ميشيل Mac Michael Test وفيه توضع قطع الجلوتين فى محلول حامض لكتيك وتترك لتنتفخ وبعدها تقاس قدرة الجلوتين المنتفش على مقاومة التنسر shear فى جهـــاز اللزوجة Viscometer محسوبة بوحدات ماك ميشـــيل . فالجلوتين القوى يقاوم التنسر بدرجة أكبر .

ودرجة جودة النشا خصوصا ما يتعلق بمدى تهتك حبيبات النشا ، لها أهمية خاصة نظرا لأنها تكون أكثر من ٨٠٪ من وزن الدقيق . فخلو النشا من أى تهتك نهائيا يجعل الانزيمات عاجزة عن تحويل جزء من النشا الى سكريات تستطيع الخميرة استخدامها فى تمثيلها الغذائى أثناء عملية التخمر . فالقليل من التهتك مرغوب فى صناعة الخبز ، الا أن ازدياد مداه كثيرا يسىء الى عملية الخبيز . لهذا تختبر صفات نشا الدقيق عادة ، كأن يقدر رقم الملتوز بحفظ الدقيق المنظم buffered لمدة ساعة على درجة ٨٦° ف وتقدر كمية السكريات المختزلة الناتجة بواسطة محلول ثيوكبريتات وتحسب النتيجة بالملليجرامات من الملتوز فى كل عشرة جرامات من الدقيق . وهذه

النتيجة قد تتباين من مائة الى خمسمائة . وفى طريقة أخرى يترك الدقيق ليتخمر بفعل الخميرة تحت ظروف محددة ثم تقاس كمية الغاز الناتج لأن الملتوز هو العامل المحدد فى هذه الحالة . ويسمى هذا اختبار القدرة على انتاج الغاز Gassing power . وفى طريقة ثالثة يستخدم اختبار انزيمى ابتكره sandstedt and Mattern ويعتمد على هدم النشا بواسطة انزيم الاميليز تحت ظروف محددة ، وتقدر درجة تجريح النشا بتقدير كمية السكر التى نتجت من تحلل النشا . وفى طريقة رابعة آلية يستخدم جهاز الأميلوجراف وفيه تسخن عجينة نشـــا وماء تحت ظروف محددة بمعدل درجة واحدة فرنهيتية ترتفع فى كل دقيقة ، مع قياس وتسجيل التغير فى اللزوجة أثناء فترة التسخين . وبديهى أنه ببلوغ نقطـــة معينة تبدأ حبيبات النشـــا فى الانتفاخ مما يؤدى الى زيادة فى اللزوجـــة . وبديهى أنه بتكسر النشـــا ميكانيكيا أو انزيميا يبدأ التجلتن مبكرا على درجة حرارة قليلة الارتفاع وتكون قمة المنحنى ليست بالغة الارتفاع .

وبالنسبة لمنتجات الذرة بالذات يحظى تقدير الحموضـــة Acidity باهتمام ، خاص برغم عدم الالتفات الى الحموضة الكلية فى منتجات الحبوب الأخرى ، اذ انه فى حالة دقيق الذرة تؤخذ الحموضة كمقياس لمدى نشاط الأحياء الدقيقة غير المرغوب ، فاذا كانت الحموضة مرتفعة كان الفســـاد الميكروبيولوجى كبيرا . ويتلخص تقدير الحموضة فى غسل الأحماض الدهنية الحرة من الدقيق بواسطة بنزين أو ماء حيث يستخلص كل المواد الحمضية أثناء رج مطحون الذرة مع البنزين ثم يرشح السائل وتعادل الأحماض الدهنية فيه بمحلول ايدروكسيد بوتاسيوم فى وجود دليل الفينولفثالين ، وتحسب النتيجة فى صورة حامض لكتيك كنسبة مئوية . أما اختبار مستخلص المولت Malt Extract test فيستدل منه على كمية المواد الكربوهيدراتية القابلة للتخمر فى دقيق الذرة عن طريق قياس درجة تحول النشا الى مواد صلبة قابلة للذوبان . وتتلخص خطوات هذا الاختبار فى اضـــافة منتج الذرة الى المـــاء واحداث الجلتنة وتســـخين الكتلة gelatinized slurry واضافة مولت مطحون واستمرار التسخين على درجة ١٤٠° ف مدة تكفى

لقيام الانزيم بفعله على الكربوهيدرات بعدها يغلى المحلول لايقاف نشاط الانزيم ثم يبرد المحلول ويرشح ويقاس وزنه النوعى ويستخرج من الجداول الخاصة الموضحة للعلاقة بين الوزن النوعى والمحتوى السكرى مقدار المواد الصلبة القابلة للذوبان ومنها تحسب النسبة المئوية للتحول conversion . وهذا الاختبار مفيد فى مجال صناعة التخمير brewing لان منتجات الذرة تستخدم فى هذا المجال .

وبالنسبة لاختبارات الجودة الشائع استخدامها فى مجال مراقبة الجودة فهى اختبار النخل Sifting tests واختبار التحبب Granulation test واختبار الرماد واختبار الردة Speck test واختبار الرمل والحجارة Grit test واختبار الرطوبة وتقييم المكرونة الجافة بالنسبة للمظهر واللون والتشقق والتشوه واختبار الطهى Cooking test profile واختبار رادلى Radley Cooking test واختبار بورازيو Borazzio Cooking Test واختبار جوامد البيض واختبار اللون . وفى اختبار النخل يلزم فحص المتبقى فوق المنخل لمشاهدة الاصابة الحشرية ان وجدت . واختبار التحبب تستخدم فيه مجموعة مناخل قياسية لاعطاء النتائج التالية على عينة السميذ :

صفر ٪ على منخل رقم ٢٠ ٥ر٠٪ على منخل رقم ٢٨ (حد اقصى)

٢٤٪ على منخل رقم ٣٥ (حد أقصى) ٢٢ ± ٥٪ على منخل رقم ٤٢

٣٣ ± ٥٪ على منخل رقم ٦٠ ١٨ ± ٥٪ على منخل رقم ١٠٠

٣٪ خلال منخل رقم ١٠٠ (حد اقصى)

ونسبة الرماد فى دقيق الديورم يجب ألا تتعدى ٥ر١٪ منسوبة للمادة الجافة ، بينما فى السميذ لا تتجاوز ٩٢ر٠٪ ، لكنه يعرف أن السميذ الجيد يجب ألا تزيد نسبة الرماد به عن ٩٢ر٠٪ . وفى اختبار الردة تفرد عينة السميذ بسمك بوصة فى هيئة شبكة خطوط grid وتعد قطع الردة فى البوصة المربعة . وفى اختبار الرمل والحجارة يعوم السميذ فى سائل رابع كلوريد الكربون ويجمع الرمل والمواد الحجرية الأخرى المترسبة فى القاع على ورقة ترشيح

وتوزن . ويعتبر تقدير الرطوبة أهم الاختبارات التى تجرى فى مصـــنع المكرونة لأنه مرتبط بتشغيل المجفف حيث تجفف المكرونة الى رطوبة قدرها ١٢٪ قبل تعبئتها ، وقد تنخفض الرطوبة الى ١٠٪ ما لم تكن مواد التغليف مانعة لتسرب الرطوبة . ويجرى تقدير الرطوبة بتجفيف عينة مطحونة لمدة ساعة على درجة ٢٦٦° ف ، أو قد تستخدم طرق كهربائية أساسها قياس مقاومة resistance الناتج أو تستخدم الأشعة دون الحمراء infrared أو الطرق السريعة الأخرى . ويمكن استخدام جهاز الفارينوجراف لتقدير جودة المواد الخام المستخدمة فى صناعة المكرونة حيث تعمل عجينة من ٥٠٠ جرام سميذ أو دقيق ونسبة الرطوبة بها ٣١٪ ويلاحظ المنحنى (الفارينوجرام) الناتج فالمادة الخام الجيدة تعطى قمة المنحنى سريعا بينما الهبوط وضغط العجينة يكون بطيئا ، أما المادة الخام التى تعطى منحنى عريض wide غير متناسق uneven trace يكون ناتجها خشنا rough ، وأما المادة الخام التى يهبط منحناها سريعا بعد بلوغ القمة فتتكسر فى المكبس والبريمة وتعطى ناتجا غير متجـــانس . وفى تقييم منتجات المكرونة الجـــافة يجمـــع عدد نقـــاط العيوب Total Demerits ويطرح المجموع من مائة للحصول على الرقم الدال على درجة جودة المنتج qualityscore .

رقم العينة . . . . . رقم الفاحص . . . . . .

الوصـــف . . . . . .

عيوب جسيمة :		مجال الخصم	الخصم
تشقق checked		صفر ــ ٢٠	( )
انفلاق (انشطار)	split	صفر ــ ١٠	( )
تشـــوه deformed		صفر ــ ١٠	( )

اللون :

رمادى أو بنى (١٠ = داكن جدا)		صفر ــ ١٠	( )
أصـــفر (٥ = ليس أصفر)		صفر ــ ٥	( )

المظهر :

فقاعات كبيرة (التجفيف المبدئى ردىء)	صفر ــ ٥	(	)
فقاعات صغيرة (التفريغ ردىء)	صفر ــ ٥	(	)
بقع بيضاء White specks	صفر ــ ٥	(	)
بقع داكنة	صفر ــ ٥	(	)
حلقات rings	صفر ــ ٥	(	)
شرائط (مخالفة فى اللون) streaks	صفر ــ ١٠	(	)
خشونة roughness	صفر ــ ١٠	(	)
مجموع الخصم	صفر ــ ١٠٠	(	)

رقم الجودة (١٠٠ ــ مجموع الخصم) = ( )

وفى اختبار الطهى يغلى خمسون جراما من المكرونة فى لتر من الماء المقطر ، مع مراعاة تقطيع المكرونة الاسباجتى بطول أربعة بوصات ، ويؤخذ جزء من العينة بعد دقيقة واحدة من اتمام الطهى وتفحص وتحدد قيم الخصم مقابل العيوب quality defects ويجمع عدد نقاط الخصم ويطرح من مائة للحصول على الرقم الدال على درجة الجودة . ويكرر الفحص بعد ست دقائق من وقت انتهاء الطهى ثم يعاد للمرة الثالثة بعد ١١ دقيقة مضافة الى مدة الطهى . ويمكن التعرف على الوقت المناسب للطهى بهرس أحد خيوط الاسباجتى بين شريحتين زجاجيتين وملاحظة الخط الوسطى فى مركز خيط الاسباجتى فهذا يجب أن يختفى عند اكتمال الطهى . وتدون النتائج فى جدول تقييم كما يلى :

رقم العينة . . . . . تاريخ الفحص . . . . . .

الوصف . . . . . .

رقم الفاحص . . . . . .

الأبعاد : القطر أو العرض . . . . . السمك . . . . . .

مدة الطهى : . . . كيفية التعرف على الطهى : بلوحتى الزجاج . . .

بالتذوق . . .

مظهر ماء الطهى بعد .. . . . دقائق طهى :

العكارة cloudiness : لا توجد ( ) ضئيلة ( ) متوسطة ( )

كثيرة ( ) .

رائحة ماء الطهى : . . . . . .

اللون الأصفر : غائب ( ) باهت ( ) متوسط ( ) غزير ( )

رقم		حدود الخصم
١	لون رمادى أو بنى (٥ = داكن جدا)	(صفر — ٥) مدة الطهى الفترة . . . .دقيقة
٢	لون أصفر (٥ = لا يوجد لون أصفر)	(صفر — ٥)
٣	عدم انتظام السطح	(صفر — ٥)
٤	تكسر breaking	(صفر — ١٠)
٥	لزوجة stickiness	(صفر — ١٠)
٦	— مادة غروية slime	(صفر — ١٠)
٧	الرائحة	(صفر — ١٠)
٨	الطعم	(صفر — ١٠)
٩	ليونة زائدة too soft	(صفر — ١٠)
١٠	تماسك شديد too firm	(صفر — ٥)
١١	تعجن بين الأسنان	(صفر — ١٠)
١٢	قلة المطاطية Doughines or lack of elasticity	(صفر — ١٠)
	مجموع الخصومات	(صفر — ١٠٠)

رقم الجودة (١٠٠ — مجموع الخصومات)

ملاحظات عامة : . . . . . .

واختبار بورازيو للطهى أساسه طهى ٢٥٠ جرام من المنتج الجاف فى لتر من الماء المحتوى على ١٪ ملح فى كل من وعائى طهى مسخنين فى حمام زيت على درجة حرارة ثابتة قدرها ٢١٨°ف تسمح بحدوث الطهى على درجة ٢٠٨° ف ، ويستمر فى الطهى لمدة ١٨ دقيقة فى احد الوعائين ولمدة ٢٨ دقيقة فى الوعاء الثانى ، وتصفى المكرونة لمدة خمس دقائق وتوزن ويحسب مقدار امتصاص الماء water absorption بطرح وزن المنتج الجاف من وزن المنتج المطهى ، كما تسجل الزيادة فى الحجم بقياس حجم المنتج الجاف والمنتج المطهى بطريقة الاحلال فى الماء ، ثم يوضع ماء الطهى فى انبوبة زجاجية مدرجة ويترك للترسيب مدة نصف ساعة بعدها يقاس حجم الجزء اللبنى milky portion المترسب فى القاع . وفى بعض الأحيان يبخر جزء من الماء حتى الجفاف لتقدير كمية الجوامد التى ذابت فى ماء الطهى ، ويعتبر المنتج جيدا اذا كانت نسبة المذاب أقل من ٦٪ بينما النسبة ٨٪ تمثل المتوسط المألوف . أما اختبار الطهى الذى ابتكره رادلى عام ١٩٥٤ فيتلخص فى وضع ثلاثة جرامات من المنتج فى سلة من السلك wire basket ذات غطاء وتوزن السلة بالعينة فى ماء بارد على درجة ٦٨° ف وبعدها تغمر فى ماء يغلى لمدة معينة ثم ترفع ويعاد وزنها فى ماء بارد ، ثم تعلق للتخلص من الرطوبة ويجفف السطح الخارجى للسلة وتوزن فى الهواء ، ويلى ذلك اعادة الغمر فى ماء يغلى ويكرر العمل الى أن تتلاشى عينة المكرونة تماما وحينئذ توزن السلة فى الماء وهى خاوية تماما . ويرسم منحنى curve يوضح تغيرات الوزن فى الهواء يعرف معدل امتصاص الماء ، كما أن منحنى الوزن فى الماء يوضح معدل تفتت disintegrating المكرونة .

وجوامد منتجات البيض تقدر بالتجفيف على درجة ٢١٢ — ٢١٧° ف لمدة ١٦ ساعة فى فرن هوائى . وعادة تكون نسبة الجوامد حوالى ٤٥٪ فى صفار البيض الداكن اللون المجمد أو ٢٦٪ فى البيض الكامل المجمد أو ٩٥٪ فى البيض الكامل المجفف والصفار المجفف والبياض المجفف ، أو ٥ر١٢٪ فى بياض البيض المجمد .

واللون المتوقع ظهوره فى منتجات المكرونة المصـــنوعة من خامة معينة يمكن التكهن به بتقدير المواد الملونة ونشاط الليبوكسيديز فى المادة الخام ، او بصناعة قرص disc من عجينة المكرونة قطره خمسين ملليمتر وســمكه ثلاثة ملليمترات وتجفيفه وتقييمه باستخدام فوتومتر reflecting photometer، او بالمقارنة البصرية مع عينات اخرى معلومة ، او بصناعة مكرونة شريطية عرضها ٥٠ ملليمتر ومقارنتها بأقراص الورق whirling paper disks ، او بصناعة مكرونة على نطاق معملى . والطريقة الأولى هى الأسرع اذ تستغرق ثلاثين دقيقة وهى مبنية على أساس تلف المواد الملونة فى السميذ بتأثير انزيم الليبوكسيديز ، ولذلك تستخلص الصبغة بكحول بوتايل عادى وتقدر فى الاسبكتروفوتومتر عند موجه ضوئية معينة .. وقد يقدر نشـــاط الليبوكسيديز بجهـــاز الواربورج Warburg techniques ، وهذه الطريقة الأولى البسيطة لا تعطى دلالة عن اللون الرمادى grayness المتوقع ظهوره فى المكرونة ، ولهذا يعتمد فى التكهن بذلك على دراسة لون الجلوتين بعد استخراجه من السميذ .

طرق صناعة الخبز الأوروبى :

ظلت صناعة الخبز تمارس بأساليب بدائية لا تتوفر معها الاحتياطات الصحية طيلة عدة قرون حتى بدأت فى منتصف القرن العشرين تتلمس منجزات العلم فى مجالات التكنولوجيا والهندسة والشئون الصحية ، كما وأن التطور الرائع فى مجال صناعة الخبز لم تعرفه الصناعة الا منذ خمسة وعشرين عاما فقط ، وكان هذا الحدث الهام ثمرة اكتشاف الحقيقة القائلة بأن العجينة يمكن تكوينها developed بوسائل اخرى بخلاف التخمر بالخميرة .

فطرق صناعة الخبز التى أساسها التخمر بالخميرة yeast fermentation تستنفذ كثيرا من الوقت والمساحة وجزء من المواد الكربوهيدراتية التى تتحول الى ناتجات متطايرة ، أساسا كحول وغاز ثانى أكسيد كربون ، لا تمثل جزءا من وزن الخبز المفيد . وبرغم وقوف الصانعين على هذه الحقيقة الا أنه لا مناص من اجراء عملية التخمر فى صناعة الخبز بالطرق المألوفة منذ القدم

لأن الغاء عملية التخمر الكلى bulk fermentation يترتب عليه صغر حجم الرغيف الناتج ورداءة قوام اللبابة crumb وسرعة تغير الصفات poor keeping quality . فعملية التخمر الكلى تؤثر فى سلوك العجينة rheological properties لأن العجينة بعد الخلط مباشرة تكون قصيرة short وغير مطاطة inelastic ولا تستجيب جيدا للرفع بتأثير الغاز ، وهذه الحالة تتغير تماما عقب انجاز مرحلة التخمر الكلى . لكنه لا يخفى أن اطالة مدة التخمر أكثر من المناسب يترتب عليه انخفاض قدرة العجينة على الاحتفاظ بالغاز . وبديهى أن بلوغ النقطة المناسبة ، أى النقطة الحرجة ، يؤدى الى الحصول على رغيف نموذجى كبير الحجم well-risen دقيق المسامية fine-textured مرن (رجوعى) resilient ، وعند هذه النقطة يقال أن العجينة ناضجة developed or mature or ripe .

وطرق صناعة الخبز الافرنجى التى تمارس حاليا هى :

الطريقة الأولى : طريقة المزج الكلى التقليدية : The Traditional Straight Dough Method وهى تتلخص فيما يلى :

١ — يمزج الدقيق والماء والخميرة وملح الطعم والمواد المضافة معا لمدة ١٥ — ٢٠ دقيقة .

٢ — تترك العجينة فى وعاء الخلاط ذاته لمدة ثلاث ساعات على درجة حرارة ٨٠° ف (٢٧° م) لتتخمر .

٣ — تقسم كتلة العجين الى قطع بالوزن المطلوب .

٤ — تكور العجينة .

٥ — تترك كور العجين لمدة ١٥ — ٢٠ دقيقة للراحة ، ويعرف ذلك بالانضاج الأول first Proof .

٦ — يعاد تشكيل كور العجين لتأخذ الشكل المألوف لرغيف الخبز ، وتوضع كل قطعة فى قالب الخبيز baking tin .

٧ — تترك قطع العجين المشكلة لتتخمر داخل كابينة التخمر المغلقة

مع ضبط درجة حرارة الكابينة عند ١٠٠ ــ ١٢٠° ف (٣٨ ــ ٤٨° م) ودرجة الرطوبة النسبية عند حد مرتفع ، ويستغرق هــذا الانضاج الأخير final proof مدة ٤٥ ــ ٦٠ دقيقة .

٨ ــ توضع القوالب فى الفرن على درجة حرارة ٤٣٠ ــ ٤٥٠° ف (٢٢٠° ــ ٢٣٠° م) ، وتستغرق عملية الخبيز ٣٠ دقيقة .

٩ ــ تنزع أرغفة الخبز من القوالب وتبرد فى الهواء داخل غرفة مكيفة الهواء الى أن تنخفض درجة حرارة مركز الرغيف الى ٨٠° ف (٢٧° م) خلال مدة ٢ر٥ ــ ٣ ساعات .

الطريقة الثانية : الطريقة الاسفنجية The Sponge and Dough Method وهى طريقة شائع استخدامها فى الولايات المتحدة الأمريكية وفيها يضاف عادة قدر زائد من المواد الدهنية والسكر وجوامد اللبن ، وتختلف عن الطريقة السابقة فى تقسيم عملية التخمر الكلى الى مرحلتين ، فى الأولى «sponge» the تكون العجينة من ثلثى كمية الدقيق وثلثى كمية الماء وكل الخميرة وتترك لتتخمر مدة ٤ ــ ٥ ساعات ، وفى الثانية تضاف بقية المكونات الى العجينة المتخمرة sponge وتمزج جيدا وتترك لتتخمر مدة ثلاثين دقيقة . وتمتاز هذه الطريقة باعطاء رغيف حلو الطعم sweet وناعم soft ومرتفع الحجم النوعى specific volume اذ يصــل الى سبعة ملليترات للجرام الواحد من الخبز مقارنا بالحجم النوعى للرغيف العادى standard loaf وهو ٣ر٦ ــ ٣ر٨ ملليتر للجرام الواحد من الخبز .

الطريقة الثالثة : طريقة العجينة النيئة The Green Dough Process وهى منتشرة فى هولندا والمتغيرات الثلاثة فيها هى :

١ ــ قصر مدة التخمر الكلى عن ما هو مألوف فى دول أوروبا .

٢ ــ اطالة مدة الخلط extended mixing لمكونات العجينة ثم تقســيم وتشكيل العجينة مباشرة .

٣ ــ اطالة مدة الانضاج extended proof الى سبعين دقيقة تقريبا بعد التشكيل ــ ولكن يعاد التشكيل remoulding فى منتصف هذه المدة .

وهذا يعنى أن مرحلة التخمر الكلى bulk dough fermentation قد ألغيت وحل محلها تخمير قطع العجينة لمدة طويلة نسبيا . ويتضح ايضا أن الوقت الكلى المستنفذ فى هذه الطريقة لا يقل كثيرا عنه فى حالة اتباع الطريقة الهولندية العادية المألوفة .

الطريقة الرابعة : طريقة رابينوفتش The Rabinovich process وهى تمارس فى الاتحاد السوفيتى وتتميز بميكنة mechanisation عملية التخمر الكلى ، وتتلخص الطريقة فيما يلى :

١ ــ تجهز الخامات باتباع الطريقة المستمرة وتمزج معا وتنتقل العجينة الناتجة الى الطرف العلوى من الوعاء المنحدر sloping trough .

٢ ــ تتحرك العجينة ببطء متجهة لأسفل داخل الوعاء بتأثير دوران بريمة دفاعة screw type impeller على أن تستغرق هذه الحركة قرابة أربع ساعات تستنفذها العجينة فى عبور الطول باكمله .

٣ ــ تنتقل العجينة التى أصبحت مكتملة التخمر الى قادوس ماكينة التقطيع mechanical divider مباشرة .

٤ ــ تستكمل العملية ببقية الخطوات المماثلة للطرق السابقة .

الطريقة الخامسة : طريقة دو ــ ميكر The Do-Maker process المبنية على أساس تكوين العجينة ميكانيكيا Mechanical dough development باستخدام خلاطات خاصة تسمى خلاطات دو ــ ميكر Do-Maker mixers التى ابتكرها دكتور بيكر Dr. J. C. Baker فى الولايات المتحدة الأمريكية فى أوائل الخمسينات وبدأ البريطانيون يقبلون عليها عام ١٩٥٦ . وهذه الطريقة تربط التكوين الميكانيكى مع المزج المستمر وذلك بطريقة منقسمة الى مرحلتين :

١ ــ (أ) يخمر محلول سكرى باستعمال الخميرة لمدة ٢ ــ ٤ ساعات للحصول على متخمر «brew» ، وهذا المحلول المتخمر يحتوى على مكونات أخرى من بينها قدر كبير من الدقيق المعد للاستعمال .

١ ــ (ب) يمزج هذا المحلول المتخمر مع بقية الدقيق والدهن المنصهر باستعمال خلاط مستمر للحصول على عجينة .

ويلى ذلك استمرار العمل بالخطوات التالية :

٢ ــ تدفع العجينة بواسطة مضخة pumped بسرعة ثابتة خلال غرفة تكوين مغلقة closed developer chamber ممتلئة بالعجين ويدور بداخلها دافعان impellers كبيران . ويلاحظ أنه فى هذه المرحلة تمتص العجينة قدرا كبيرا من الطاقة الميكانيكية أثناء مرورها داخل وحدة التكوين developer وهذا التأثير بالاضافة الى التأثير السريع للمواد المؤكسدة المضافة يسمح بخروج العجينة الى قوالب الخبيز مباشرة لتكون معدة للانضاج الأخير ثم الخبيز .

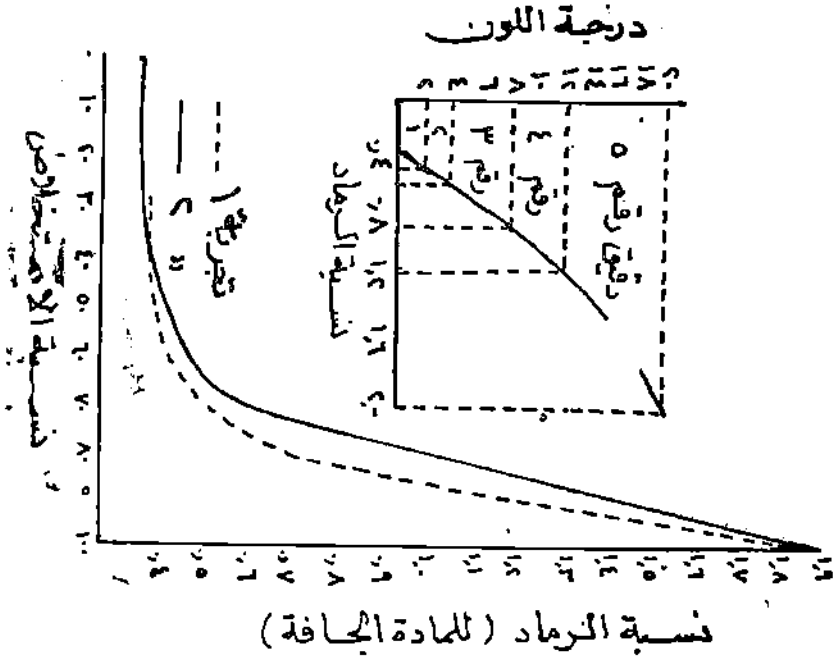
٣ ــ الانضاج النهائى . ٤ ــ الخبيز .

وتمتاز هذه الطريقة بالغاء abolishes عدد من خطوات تحضير العجينة فى الطرق التقليدية ، وبتوفير الوقت ، وبتوفير المساحة اللازمة للتصنيع ، وباعطاء رغيف لبابته ناعمة دقيقة المسام منتظمة المظهر . الا أن هذه الطريقة لا تلقى قبولا كثيرا فى بريطانيا .

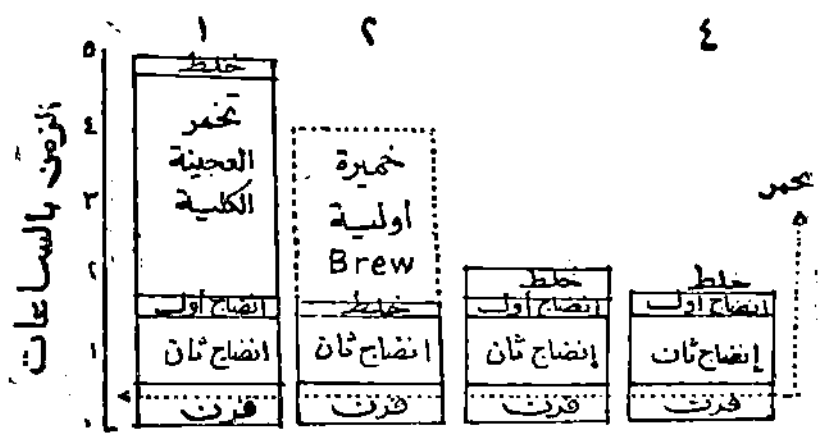
الطريقة السادسة : طريقة أمفلو The Amflow Process المتبعة فى الولايات المتحدة الامريكية American Machine and Foundary Co. منذ عام ١٩٥٩ . وهذه الطريقة قريبة الشبه بطريقة دو ــ ميكر .

الطريقة السابعة : طريقة شورلى وود The Chorleywood Bread Process (CBP) التى ابتكرها البريطانيون عام ١٩٦١ وعلاماتها المميزة هى

١ ــ الغاء مرحلة التخمر الكلى .

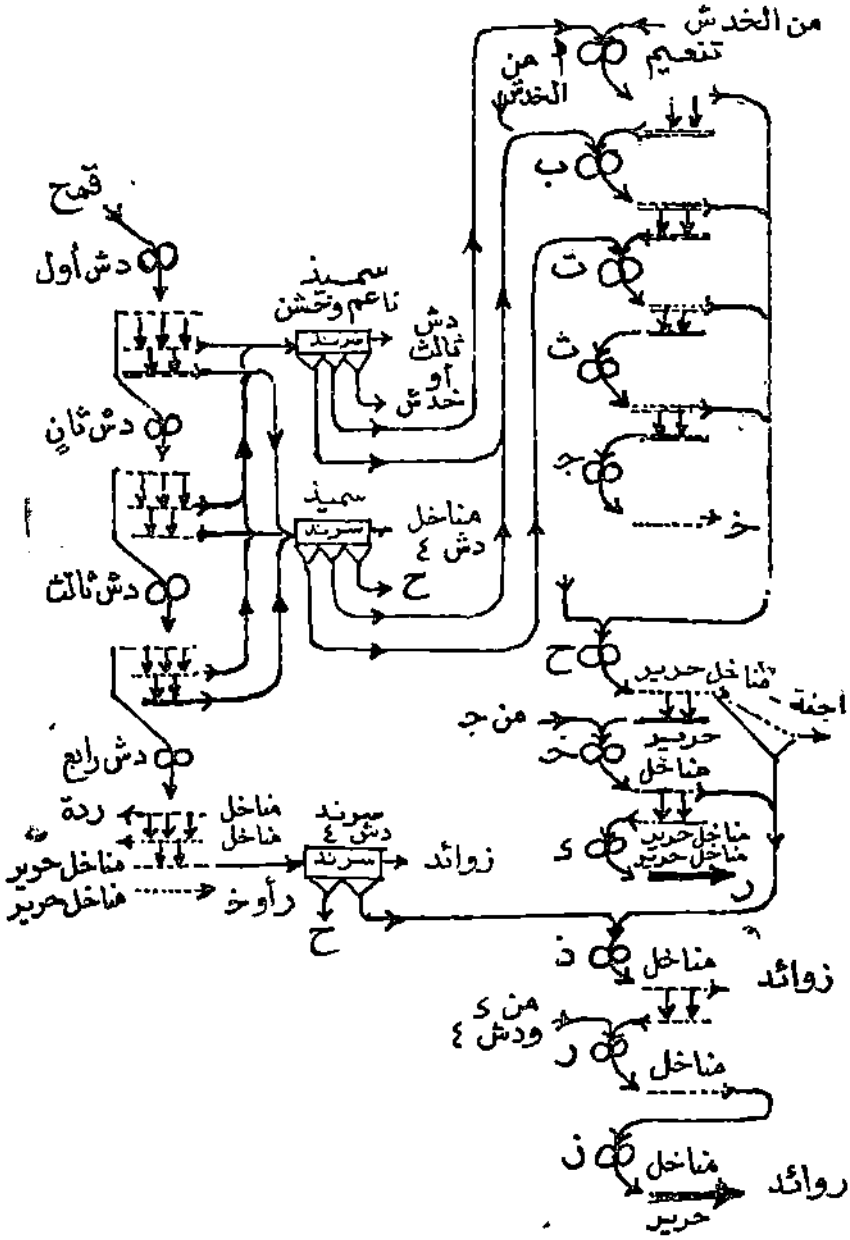


تأثير نسبة الاستخلاص على اللون ونسبة الرماد



دراسة مقارنة لطرق صناعة الخبز الأوروبى

١ ــ طريقة الخلط الكلى التقليدية . ٢ ــ طريقتا دوميكر ــ وأمفلو .
٣ ــ طريقة الانضاج الكيميائى . ٤ ــ طريقة شورلى وود .



دياجرام طحن مبسط

٢ ــ ازدياد مقدار الشغل work input اثناء عملية مزج العجينة الى خمسة او ثمانية اضعاف نظيره المستنفد فى عملية الخلط السابقة للتخمر الكلى ، مع أن الوقت يختصر الى حوالى الخمس fifth . وهـذا يتحقق باستخدام خلاط قوى سواء أكانت الطريقة مستمرة أم بالوجبات .

٣ ــ اضافة مادة مؤكسدة محسنة oxidising improver مثل حامض الاسـكوربيك أو برومات البوتاسـيوم او يودات البوتاسيم أو آزودای كربون اميد azodicarbonamide . ويلاحظ أن العامل المؤكسد هو حمض الدهيدرواسكوربيك الذى يتكون بتأثير النشاط الانزيمى السريع . ويضاف حامض الاسكوربيك بنسبة ٧٥ جزء فى المليون منسوبا لوزن الدقيق .

٤ ــ اضافة دهن بنسبة ٠٫٥ ــ ١٫٠ ٪ من وزن الدقيق لتحسـين قدرة العجينة على احتجاز الغاز وزيادة حجم الرغيف وزيادة نعومة اللبابة .

٥ ــ عدم استعمال أى متخمر brew او عجينة مخمرة pre-ferment ولـذا فهذه الطريقة يعززها الصـفعة التى وجهتها البحوث الحديثة الى الاعتقاد القديم بان مرحلة التخمر الكلى هى المسئولة عن الجانب الأكبر من نكهة الخبز .

٦ ــ زيادة كمية الخميرة المضافة لأن التخمر فى بداية مرحلة الانضاج الأخير فى هذه الطريقة CBP .

وعلى ذلك فتكون طريقة شورلى وود متصفة بالمزايا التالية :

١ ــ توفير ٦٠٪ من الوقت الكلى .

٢ ــ توفير ٧٥٪ من المساحة التى تشغلها العجينة .

٣ ــ خفض كمية العجينة بمقدار ٧٥٪ من الكمية الأصـلية خلال أى مرحلة من مراحل التصنيع ، وهذا يقلل من الضرر المادى الذى قد يطرأ عند توقف العمل لأسباب طارئة .

٤ ــ ازدياد الكسب المادى نتيجة لازدياد حصيلة الخبز بمقدار ٤٪ نتيجة لما يلى :

(أ) الاحتفاظ بجوامد الدقيق .

(ب) اضافة كمية زائدة من كل من الماء والخميرة .

(جـ) ازدياد الدقة فى عملية تقسيم العجينة الى قطع بالوزن المطلوب ، وهذا مرجعه الى ازدياد كثافة denser العجينة وازدياد تجانسها

٥ ــ امكان استعمال دقيق به نسبة بروتين منخفضة نسبيا دون أن يترك ذلك أثرا سيئا فى الخواص التذوقية للخبز . وهذا يعنى ايضا انه أصبح ممكنا زيادة نسبة الدقيق الضعيف فى خلطة العجين ، وهذا يعود على المصنع بالنفع المادى لفارق السعر بين الدقيق القوى والدقيق الضعيف .

٦ ــ انخفاض معدل وسرعة حدوث تأثير البيات فى الخبز bread staling ، (الخبز الآجن) .

العلاقة بين الكم والنوع :

هناك اختلاف كبير بين الصفتين : المحصول yield ودرجة الجودة quality ، فالأولى تحدد بسهولة بمقياس معين مألوف فى كل بلد بينما النوعية هى محصلة مجموعة عوامل أو صفات متداخلة ، ولكى تعرف النوعية يلزم تحديد الغرض الذى من أجله سوف تستخدم هذه المادة الغذائية . ولهذا قد تكون النوعية غذائية nutritional quality وفى هذه الحالة يلتفت الى الخبز كمصدر للعديد من المغذيات nutrients التى يحتاجها جسم الانسان ، أو قد تكون النوعية خاصة ببروتين القمح أو بصفات الخبيز milling quality أو بصفات الطحن baking quality أو بالصفات الحسية التذوقية organoleptic quality ، أو بالنسبة الى احتلال المادة الغذائية مكانة مرموقة مفضلة فى وجبات الشعب . ولهذا فمن الصعب تجميع هذه الأمور معا فى صورة توصية معينة يسترشد بها الزارع ومربوا النباتات وغيرهم ممن يعنيهم الوقوف على مقارنة نسبية لأهمية كل من المحصول والنوعية . فاذا ما نظر الانسان الى نوعية الخبز أصبحت نظرته محدودة

فى معرفة ماذا يبتغى الانسان من تناول الخبز فى طعامه . وهنا يتحدد الموقف فى أربعة متطلبات وهى : ضرورة أن يفى الخبز بالاحتياجات الغذائية ، وضرورة أن يكون الخبز مأمونا safe من الناحية الصحية ، وضرورة ملاءمة الخبز للبيئة التى ينتج فيها ، وضرورة توفر الخبز بالكمية الكافية . فبالنسبة للمتطلب الأول يتدخل عامل آخر هام وهو مدى اعتماد الجمهور فى باد ما على الخبز فى التغذية ، اذ أن نسبة الخبز فى وجبات الشخص قد تتباين كثيرا كأن تكون ١٤٪ فى بريطانيا على سبيل المثال أو ٧٠٪ فى فى دولة أخرى شرقية . وهذا يعنى ان اجراء تجارب تغذية الفيران على الخبز لا تؤتى فائدة تذكر ، وانما يمكن أن يقال أن الخبز ممكن تدعيمه وتقويته باضافة مواد أخرى طبيعية مخلقة وهذا يماثل بعض الأطعمة الأخرى مثل ملح الطعام الذى يدعم عادة باضافة اليود . وبالنسبة لنقطة الأمان safety فالاعتقاد السائد أن الخبز مأمون ، لكنه يلتفت عادة الى ابعاد الأرجوت ergot ومبيدات الأعشاب pesticides ومبيدات الآفات herbicides كما يراعى التأكد من عدم ارتفاع عنصر السلنيوم الى الحد الضار . وبالنسبة للنقطة الثالثة فمن المؤكد أن العادات الغذائية وعادات وآداب المجتمع Food habits and Food mores فى كل بلد لها اثرها الأكيد فى نوعية الخبز . مثال ذلك نظرة الأشخاص المتباينة لكل من الخبز الأبيض والخبز الأسمر فى البلد الواحد متأثرة بالثقافة والوعى والعادات ، رغم أن الاختلاف بينهما ليس ذا اهمية من وجهة التغذية . وفى هذا المجال يجب أن يكون الخبز متوفرا بنفس الصفات يوميا وأن يكون قابلا للاحتفاظ بصفاته الجيدة بعض الوقت قبل أن يظهر به التجلد staling . وبالنسبة للنقطة الرابعة فالمعروف أن تعداد العالم فى تزايد مستمر فهناك حاجة الى مزيد من انتاج الخبز دائما ، لكنه يلاحظ أن الزيادة ليست بالقدر المحسوب نظرا لأنه على مر السنين تقل نسبة الخبز فى الوجبات مقابل الاتجاه الى مزيد من أطعمة أخرى أغلى ثمنا . وبالتمعن فى هذه المتطلبات الأربعة يتضح أنه من العسير التوصل الى وصف دقيق محدد لما يعبر عن النوعية quality فى الخبز . ولهذا فمن الأفضل أن يتعرف المرء على التفاوت ، أو عدم التكافؤ ، بين شعب وآخر

أو قطاع وآخر مما يؤدى الى بروز عدة مواصفات تعبر عن النوعية بدلا من التوصل الى مواصفة واحدة محددة تعطى هذا التعبير . ومن هنا يبدو يسيرا التوصل الى تحديد للنوعية فى مجتمع صغير محدد . وهذا التحديد يستخدمه الخباز فى تحديد متطلباته من صفات الدقيق التى بها سيتوصل الى انتاج الخبز بالنوعية المرغوبة ، كما أنه ستهديه الى طريقة الخبيز المناسبة . فعلى سبيل المثال يفضل الخباز طريقة شورلى وود اذا كان الخبز المرغوب يسهل تقطيعه الى شرائح slices ويحتفظ بطزاجته مدة اطول ، أو طريقة الخبيز بفرن الأشعة القصيرة microwave oven اذا كان القمح المستخدم به نسبة مرتفعة من انزيم الالفا — أميليز . وفى حالة اهتمام المستهلك بكبر حجم الخبز وجب على الخباز استعمال دقيق به نسبة بروتين مرتفعة . كذلك فى حالة ارتفاع مستوى المعيشة فى هذا المجتمع الصغير يمكن الارتكان الى حفظ الخبز داخل ثلاجات المنازل لتاخير ظهور صفات البيات staling. وأفضل ما ينصح به فى هذا المجال هو اجراء اختبار الخبيز القياسى standard baking test للحكم على افضلية عينة الدقيق . ولا يعنى ذلك أن كل اهتمام الخباز ينصب على انتاج رغيف جيد الصفات والنوعية اذ أنه مضطر الى اعطاء بعض الاهتمام للأمور الاقتصادية المتعلقة بالربح وتحسن وضع المصنع . فالوقت والمكان مكلفان والطاقة المستخدمة مكلفة أيضا ، فعلى الصانع أن يخفض هذه التكاليف الى أقل حد ممكن . وبالنسبة للدقيق الخام يجد الخباز نفسه أمام ثلاثة احتمالات : اما أن يعدل طريقة التصنيع لتناسب الدقيق المتوفر لديه ، واما أن يختار أفضل الأنواع المعروضة عليه ، واما أن يحدد المواصفات التى يرغبها فى الدقيق . اما المطحن فعناية فنيه متجهة نحو انتاج دقيق مقبول اللون والقوام ، الا انه توجد عوامل أخرى لها وزنها فى تقييم الموقف وهى أثمان مواد العلف miller's offals and the compound feedingstuffs وحبوب القمح المشتراة ودرجة صلابة الحبوت ومظهر الحبة عند الشق crease الذى يؤثر فى محصول الدقيق وبعض الصفات الأخرى التى تجعل عملية الطحن اكثر صعوبة . وفى هذا المجال يجد صاحب المطحن نفسه

أمام طريقتين : لما أن يعدل طريقة الطحن التى يتبعها ، وهـذا باهظ التكاليف ، واما أن يمارس الضغط على منتجى القمح . ومن هنا يتضـح أيضـا أنه من الصعوبة بمكان تعريف النوعية ودرجة الجودة فى الخبز وفى القمح كلا على حدة . فقط يمكن تحديد صـفات مرغوبة ويطلب من الزارع ومربى النباتات اعطاءها اهتمامه ، على الا يغفل أن التحول من صـنف قمح الى آخر افضـل منه قد يستغرق مدة فى التربية تتراوح بين عشرة وخمسة عشر عاما ، وخلال هذه المدة قد تتعرض الصناعة والتكنولوجيا الى انقلاب واضح ، وقد يتغير معدل استهلاك الخبز فى مجتمع ما ، وقد تتعدل مقاييس الحكم على القيمة الغذائية والأمان ، وقـد تطرأ عـلى العادات الغذائية بعض التطورات ، وقد تظهر تحسينات مفيدة فى مجال طرق صناعة الخبز بما يؤثر فى مواصـفات الدقيق ، وقـد تظهر تعديلات مفيدة فى نظم الطحن ، وقـد يتغير مقدار الطلب على المنتجات الثانوية . وهناك دلائل تبشر باقتراب عصر تدخل الطرق الرطبة wet processing فى هذا المجال . وليس من المتوقع أن يحقق مربوا النباتات جميع متطلبات الصناع والمستهلكين ، لكنه قـد يعالج بوسـائل متعددة كأن تضـاف بعض المواد الى الدقيق أو الخبز لتحسـين الصـفات بدلا من تحقيق نفس الهدف بتربية القمح واستنباط أصناف جديدة لها هذه الصفات الموروثة . ولهذا سادت الفكرة المحبذة للتركيز فى التربية على المحصول اساسا مع اعطاء أهمية لنسـبة البروتين لكى لا تقل عن ١٢٪ مثلا ، ولدرجة صلابة hardness الحبوب ، ولزيادة مقاومة الجفاف ، ولزيادة المقـاومة للآفات والأمراض المتعـددة والمتنوعة ، وللقدرة على النمو فى أجواء متباينة ، مع مراعاة أن تكون الزيادة فى المحصول بالنسبة لكل من وحدة المساحة ووحدة الزمن . ومن هنا يتضح أنه من العبث أن يتجاهل مربوا النباتات والمزارعون تلك العوامل كلها أو أن يطرحوها جانبا من أجل محاولة التوصـل الى انتاج أصناف تتميز عـلى نظيرتها المتداولة من وجهة النوعية ولو بقدر ضئيل ، خاصة فى الوقت الذى تقدمت فيه التكنولوجيا وأوجدت وسائل بسـيطة وممكنة لتحسين النوعية باضافة مواد تؤثر فى صفات الخبز وفى القيمة الغائية ، خاصة وأنه لا أحد

يعلم ماذا سيطرأ من تعديلات فى مجال تكنولوجيا الطحن والخبز خلال العشرة أو الخمسة عشر عاما التى سوف يستغرقها برنامج انتاج الأصناف الجديدة المتفوقة .

وبالنسبة لمحصول القمح فيبدو أن فرص زيادته محدودة ، وكذلك امكانية زيادة غلة الأرض الزراعية . وربما كان ذلك بسبب ضآلة معلوماتنا عن التمثيل الغذائى فى جسم نبات القمح . فعلى سبيل المثال ليس معروفا للآن على وجه التحديد الخطوات المحددة rate-limiting steps فى عمليات تخليق كل من الكربوهيدرات والبروتينات ، اذ قد يبدو ذلك أحيانا فى مرحلة تخليق الأحماض الأمينية أو قد يكون فى مرحلة تنشيط activation وانتقال transport الأحماض الأمينية ، أو يكون عند مستوى الريبوزوم ribosome . أما عملية التمثيل الكلوروفيللى وقدرة نبات القمح على ممارستها فيعرف الكثير عن حدودها الآن . فنبات القمح يبدى تشبعا ضوئيا light saturation بخلاف نبات الذرة الشامية الذى يعتبر نبات كC4 plant وليس كC3 . وقد يتراءى أحيانا أن النباتات ذات السيقان الأقصر تعطى محصولا يختلف عنه فى حالة الأصناف ذات السيقان الأطول . ومن الواضح أن الآفات والأمراض التى يتعرض لها نبات القمح فى الحقل تؤثر بوضوح فى المحصول ، بالاضافة الى تأثير خصوبة الأرض . ومن الثابت أيضا أن مقدار الطاقة الشمسية تساهم مع المخصبات المضافة فى التأثير على المحصول . وبالحساب أمكن القول بان كل جول J يشتريه المستهلك فى صورة خبز أو منتج غذائى زراعى آخر يقابله استنفاد ٥ر٦ جول J كوقود احفورى fossil fuel وهذا يشير الى أنه من المفيد أن تتجه البحوث نحو ايجاد مصادر جديدة للطاقة يمكن استخدامها فى التكنولوجيا الزراعية الحديثة .

ثانيا ــ الزيوت والدهون :

لا توجد فوارق غذائية أو كيميائية محددة تميز بين الزيوت والدهون ، وكلاهما ــ باستثناء زيت الزيتون ــ تجرى عليه عمليات تنقية وتكرير قبل عرضه للاستهلاك الآدمى . وهما يتكونان أساسا من جليسريدات ثلاثية لأحماض دهنية ذات ٦ ــ ٢٤ ذرة كربون غالبا أو فى حدود ٤٠ ذرة كربون نادرا مفتوحة السلسلة مشبعة وغير مشبعة وهى عديمة الذوبان فى الماء وبها قدر ضئيل من مواد أخرى كالفوسفو ليبيدات والاستيرولات والكاروتينويدات والتوكوفيرولات والفيتامينات والمواد الملونة لا يتجاوز الثلاثة فى المائة عادة . وقد يكون مصدرهما نباتيا أو حيوانيا . ويميل بعض الكيميائيين الى الاعتقاد بأن تفاعلات التمثيل الغذائى تجعل للأحماض الدهنية ذات العدد الزوجى من ذرات الكربون وحدها فرصة الارتباط بجزىء الجليسرول لتكوين الزيوت والدهون الطبيعية . وما يزال بعض كيماويى الزيوت لا يتقبلون هذا الرأى .

ومعظم التحليلات الكيميائية التى تجرى على الزيوت والدهون يقصد بها تمييز اسم الزيت ومصدره عن طريق تحديد ثوابته oil constants numbers or values وصفاته الكيميائية والطبيعية ، وبالتالى تمييز الزيوت الرخيصة المضافة ، مع الانتباه الى حدوث تحلل أو تزنخ . والطرق الشائع استخدامها فى التحليل هى المبتكره والمعتمدة من جمعية الزيوت الأمريكية ASTM, AOCS, AOAC والتقديرات التى تجرى عادة على الزيوت والدهون هى : الرطوبة ، الوزن النوعى ، نقطة الانصهار ، معامل الانكسار ، العدد اليودى Hanus Iodine value قيمة الثيوسيانوجين Thiocyanogen Value ، امتصاص الأشعة فوق البنفسجية U.V. عند موجات ضوئية محددة لحساب الأحماض عديدة الروابط المزدوجة المتبادلة conjugated . ثم بعد المعاملة بالقلوى alkali isomerization بالنسبة للأحماض عديدة الروابط غير المشبعة وغير المتبادلة non-conjugated ، الامتصاص فى مجال الأشعة فوق الحمراء infra-red عند موجة طولها ١٠٫٣ ميكرون μ لمعرفة المشابهات

ذات الوضع المقابل trans isomers ، فصل الأحماض الدهنية السائلة عن الصلبة وحساب كمية حمض الأوليك المشابه iso-oleic acid بعد تحويله الى ملح رصاص طبقا لتفاعل توتشل Twitchell reaction ، قيمة التصبن saponification value ، رقم رايخارت — ميزل ورقم بولنسك ورقم كرشنر Reichert-Meissl, polenske and Kirschner Values والأول عبارة عن عدد ملليلترات القلوى العشر أساسى التى تلزم لمعادلة الأحماض الدهنية الطيارة القابلة للذوبان (خاصة البيوتريك والكابرويك) الموجودة فى خمسة جرامات من الزيت — والثانى عبارة عن عدد ملليلترات القلوى العشر أساسى التى تلزم لمعادلة الأحماض الدهنية غير القابلة للذوبان (ومعظمها الكابريليك والكابريك واللوريك) الموجودة فى خمسة جرامات من الزيت — والثالث عبارة عن عدد ملليلترات القلوى العشر أساسى التى تلزم لمعادلة الأحماض الدهنية الطيارة القابلة للذوبان وغير القابلة للترسيب باضافة كبريتات فضة Ag_2SO_4 الموجودة فى خمسة جرامات من الزيت ، الجزء غير المتصبن Unsaponifiable residue ، قيمة الحمض Acid Value ، قيمة فوق الأوكسيد Peroxide Value ، اختبار هالفن Halphen test لتمييز زيت بذرة القطن بشرط عدم تعرض الزيت لدرجة حرارة تزيد على ٢٥٠° ، اختبار فيللافشيا Villavecchia test لتمييز زيت السمسم ، اختبار فيتلسون Fitelson test لتمييز زيت Teaseed Oil فى زيت الزيتون ، اختبار بلير Bellier test لتمييز زيت الفول السودانى اعتمادا على عدم قابلية حمض الأراشيديك arachidic للذوبان نسبيا وهو من مكونات زيت الفول السودانى ، الاسكوالين Squalene الموجود فى زيت الزيتون وهو عبارة عن ايدروكربون غير مشبع ، الزيت المعدنى ، الكوليستيرول cholesterol والفيتوستيرول Phytosterols بالتحليل الكروماتوجرافى الغازى ، اختبار كرايز Kreis Test للترنخ ، الالفا — جليسريدات الأحادية Alpha-monoglycerides ، اختبار فالنتا Valentatest أو درجة الحرارة الحرجة Critical Temperature of dissolution (CTD) لتمييز المرجرين Margarine من الزبد

وثوابت بعض الزيوت الهامة موضحة فيما يلى :

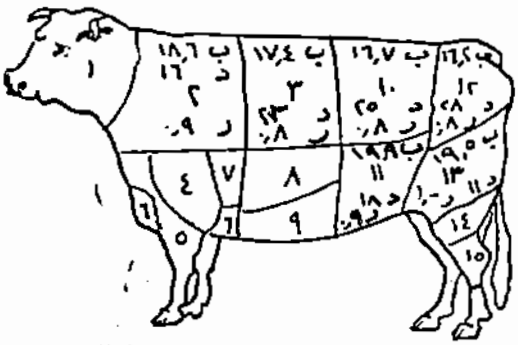
الزيت أو الدهن	الوزن النوعى ٢٠° / ٢٠° م	معامل الانكسار ٢٠° م	رقم التصبن	العدد اليودى	قيمة الحامض
زيت زيتون	٠٫٩١٢ — ٠٫٩١٨	١٫٤٦٨ — ١٫٤٧	١٨٥ — ١٩٥	٧٧ — ٩٤	٧
زيت بذرة قطن	٠٫٩١٩ — ٠٫٩٢٨	١٫٤٧٢ — ١٫٤٧٤	—	١٠٠ — ١١٦	—
زبدة كاكاو	—	١٫٤٥٣ — ١٫٤٥٨	١٨٨ — ٢٠٠	٣٢ — ٤١	٥
زيت ذرة	٠٫٩١٨ — ٠٫٩٢٤	١٫٤٧٣ — ١٫٤٧٥	١٨٨ — ١٩٣	١١١ — ١٣٠	—
زيت فول سودانى	٠٫٩١٣ — ٠٫٩٢٠	١٫٤٦٨ — ١٫٤٧٢	١٨٥ — ١٩٦	٨٣ — ١٠٠	—
زيت فول صويا	٠٫٩٢١ — ٠٫٩٢٥	١٫٤٧٢ — ١٫٤٧٦	—	—	—
زيت عباد شمس	٠٫٩١٨ — ٠٫٩٢٥	١٫٤٧٤ — ١٫٤٧٧	١٨٥ — ١٩٥	١٢٥ — ١٤١	—

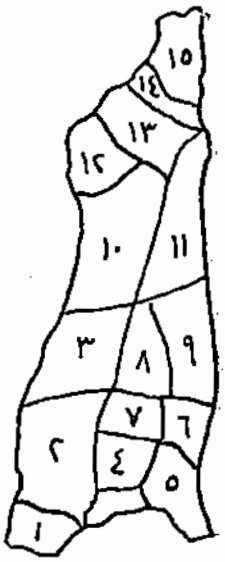
ورقم كرشنر فى الزبد ٢٠ ــ ٢٨ ، وفى زيت جوز الهند ٥ر٠ ــ ٠ر٢ ، وفى زيت النخيل ٠ر٠ ــ ٠ر١ ، وفى زيت ثمرة النخيل ١ ــ ٢ . أما الاسكوالين مقدرا بالملليجرامات فى المائة جرام فهو صفر فى زبد الكاكاو ، ٢ فى زيت جوز الهند ، ١٦ ــ ٤٢ فى زيت الذرة ، ٣ ــ ١٥ فى زيت بذرة القطن ، ١٣٦ ــ ٧٠٨ فى زيت الزيتون ، ٨ ــ ٤٩ فى زيت الفول السودانى ، ٢٤ ــ ٢٨ فى بذرة اللفت Rape seed ، ٣٣٠ فى زيت رجيع الأرز ، ٣ ــ ٩ فى زيت السمسم ، ٨ ــ ١٩ فى زيت عباد الشمس ، ٨ ــ ١٦ فى Tea Seed والجليسريدات الأحادية لها استعمالات فى مجال الأطعمة مثل الخبز والفطائر واللاذن والجيلاتى والمرجرين .

ثالثا ــ اللحوم والدواجن والأسماك :

يقصد باللحوم تلك المستمدة من الأبقار cattle والأغنام sheep (lamb and mutton) والماعز goats والخنازير swine والابل camels والجاموس buffalos السليمة صحيا والبالغة حدا مناسبا من العمر ، باستبعاد الأنف والشفتين والأذنين وأحيانا الجلد . وفى بعض الدول يسمح بتقديم لحم الخيل horsemeat للاستهلاك الآدمى بشرط أن يحدد هذا النوع عند عرضه للبيع . وتخضع اللحوم عادة للفحص الطبى قبل الذبح antimortem وبعد الذبح postmortem ، كما أن القطع cuts تدرج عادة تبعا لنوعيتها الى عدد من الدرجات يتباين من دولة لأخرى ، فهى سبع درجات فى الولايات المتحدة الأمريكية متدرجة تصاعديا بالأسماء Canner و Cutter و Utility و Commercial و Good و Choice و Prime ومواطن القطع فى جسم الحيوان مصطلح على ترقيمها كما هو واضح فى الشكل المجاور .

والاختبارات المعملية التى تجرى على اللحوم فى صورها المتعددة هى الرطوبة ، ملح الطعام ، الدهن ، البروتين ، الماء المضاف للسجاً ، اللكتوز فى اللبن الفرز المضاف لبعض المنتجات ، الدكستروز المضاف ، النشا المضاف ، النتريت والنترات ، الكبريتيت ، حامض البنزويك وحامض





قطع اللحم البقري

ونسب البروتين (ب) والدهن (د) والرماد (ر) بها

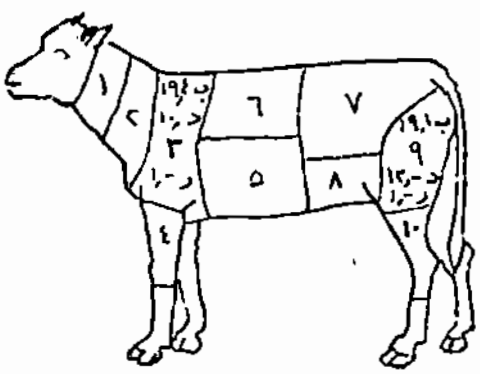
١- عنق ٢- معظم الرقبة وحول الكتف ٣- أضلاع

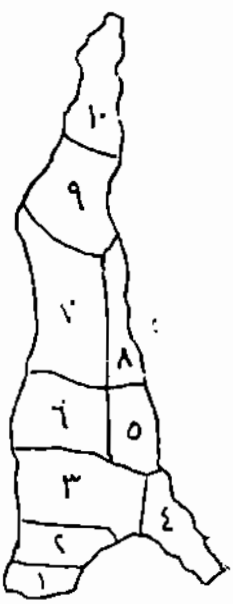
٤- كتف ٥- القصبة الأمامية ٦- صدر

٧- ضلوع ٨- PLATE ٩- السرة

١٠- LION ١١- خاصرة ١٢- ردف ١٣- ROUND

١٤- cutround and ١٥- القصبة الخلفية





قطع اللحم البتلو

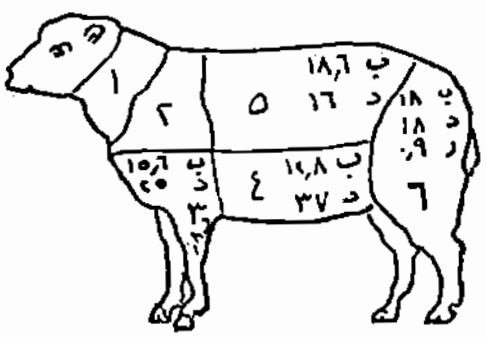
ونسب البروتين (ب) والدهن (د) والرماد (ر) بها

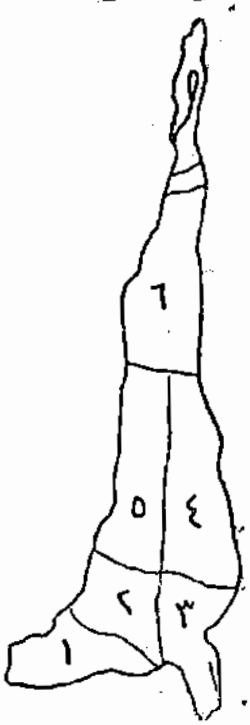
١- رقبة ٢- معظم الرقبة وحول الكتف ٣- كتف

٤- القصبة ٥- صدر ٦- ضلوع ٧- LOIN

٨- خاصرة ٩- رجل ١٠- القصبة الخلفية

الســـوربيك ، حمض الأســـكوربيك المضـــاف ، حمض الأريثوربيك erythorbic acid ، المـــادة الملونة ، دقيق الصـــويا ، الدم المضاف فى الهامبورجر ، حمض اللينولنك لتمييز لحم الحصان المحتوى على نســـبة مرتفعة من هـــذا الحامض ، بالاضافة الى التحليل الاجمالى proximate analysis المتضـــمن الرطوبة والبروتين والدهن والكربوهيدرات الكليـــة والرماد . أما الأسماك فيجرى عليها الاختبارات المعملية التالية : الجوامد الكلية ، الرمـــاد ، ملح الطعـــام ، البروتين ، الدهن ، الالكتروفوريزس Disc electrophoresis لتمييز الأصـــناف species ، حمض الفورميك ، القواعد الطيارة ، حمض الخليك ، الامينات الطيارة ، نتروجين ثلاثى الميثايل أمين ، الانـــدول indole فى الجمبرى ، الأمونيـــا ، الكلورتتراســـيكلين chlortetracycline (أوريوميسين aureomycin) ، الفحص الميكروسكوبى لتمييز بللورات فوسفات الأمونيوم والمغنسيوم المعروفة باسم ستروفيت Struvite والتى تتكون فى معلبات الأسماك ، وخاصة التونة والجمبرى ، بتأثير الأمونيا المتولدة ، وهى توجد لبسا لدى المستهلك نظرا لتماثل مظهرها مع قطع الزجاج .





قطع اللحم الضأن

ونسب البروتين (ب) والدهن (د) والرماد (ر) بها

١- رقـــبة ٢- CHCUK ٣- كتف

٤- خاصرة ٥- LION ٦- رجـــل

عموما تحتوى قطع اللاحم الحمراء Lean البقرى على ٣٠ر٥ — ٢ر٣٩٪ مادة جافة ، ٩ر٦ — ٢١ر٦٪ مستخلص ايثيرى ، ٢ر٧ — ٣ر٢٪ نتروجين ، بينما الدهن به ٨٤ر٥ — ٩٠ر٧٪ مادة جافة ، ٧٨ر٩ — ٨٦ر٣٪ مستخلص ايثيرى ، ٥٢ر٠ — ٩٥٪ نتروجين ، وقطعتا اللحم العلوية والسفلية بالفخد (١٣ و ١٤) المعروفتان باسم Eye بهما ٢٢ر٥ — ٣٠ر٧٪ مادة جافة ، ٣ر١ — ٩ر٨٪ مستخلص ايثيرى ، ٣ر١٢ — ٣ر٦٠٪ نتروجين . أما القطع العضوية organ meats الطازجة فى جسم البقرة او الاغنام او الخنزير فتتفاوت فى نسب كل من البروتينات والدهن والرماد ، اذ تكون النسبة المئوية للبروتين متراوحة بين ١٠ر٥ و ١١ر٨ فى المخ ، ١٦ر٨ — ١٦ر٩ فى القلب ، ١٥ر٠ — ١٦ر٦ فى الكلى ، ١٩ر٧ — ٢١ر٠ فى الكبد ، ١٢ر٩ — ١٨ر٣ فى الرئتين ، ١٧ر١ — ١٨ر٨ فى الطحال ، ١٣ر٩ — ١٦ر٨ فى اللسان ، ١٣ر٥ — ١٤ر٥ فى البنكرياس ، ١١ر٨ — ١٤ر١ فى التوته thymus . وتكون النسبة المئوية للدهن متراوحة بين ٨ — ٩ فى المخ ، ٤ — ١٠ فى القلب ، ٣ — ٨ فى الكلى ، ٣ — ٥ فى الكبد ، ٢ فى الرئتين ، ٣ — ٤ فى الطحال ، ١٥—١٦ فى اللسان ، ٤—٣٣ فى التيموس thymus . وتكون نسبة الرماد متراوحة بين ٤ر١ و ٥ر١ فى المخ ، ١ر٠ — ١ر١ فى القلب ، ١ر١ — ٣ر١ فى الكلى ، ٤ر١—٥ر١ فى الكبد ، ٨ر٠—١ر١ فى الرئتين ، ١ر٠—٦ر١ فى الطحال ، ٨ر٠—٤ر١ فى اللسان ، ١ر١—٣ر١ فى الغدة الصمترية thymus . وتتراوح نسبة الكربوهيدرات بين ٧ر٠ و ١ر٠ فى المخ ، ٤ر٠ — ١ر٠ فى القلب ، ٨ر٠ — ١ر٠ فى الكلى ، ٧ر١ — ٦ر٠ فى الكبد ، ٤ر٠ — ٥ر٠ فى اللسان . وتحتوى اللحوم المطهية على المعادن التالية مقدرة بالملليجرامات فى كل مائة جرام : ٤ر٥ — ١٤ر٨ كالسيوم ، ١٦٤ — ٣١٨ فوسفور ، ٤١ — ٨٦٣ صوديوم ، ٣٨٦ — ٦٠٦ بوتاسيوم ، ٦ر١٨ — ٢٨ر٠ مغنسيوم . أما نسب أفراد مجموعة فيتامينات باء فتوجد بالنسب التالية مقدرة بالملليجرامات فى كل مائة جرام مطهية — فيما عدا ب١٢ المقدر بالميكروجرامات : ٦ر٠ — ٣ر١ ثيامين ، ٩ر٠ — ٦٠ر٠ ريبوفلافين ،

٢ر٩ — ٧ر٩ حمض نيكـوتنيك ، ٣٢ر٠ — ٥٦ر٠ ب١٢ ، ٤ر٠ — ٨٨ر٠ حمض بانتوثنك ، ١ر١ — ٣ر١ ب١٢ . والحوم المسواة cured والمعاملة حراريا processed بها ٣ر٩ — ٣٤ر٠٪ بروتين ، ٦ — ٨٥٪ دهن ، ٢ر١ — ٦ر١١٪ رماد ، ٨ — ٦٤٪ رطوبة ، والمائة جرام منها تعطى ١٩٠ — ٦٣٠ سعرا كبيرا Cal. وبالنسبة للدواجن فالنسبة المئوية للبروتين فى الجزء الصالح للأكل تكون ٥ر٢١ فى الدجاج ، ٣ر١٦ فى الأوز ، ١ر٢١ فى الدجاج الرومى ، والنسـبة المئوية للدهن تكون ٥ر٢ ، ٢ر٣٦ ، ٩ر٢٢ بنفس الترتيب ، والنسبة المئوية للرماد تكون ١ر١ ، ٨ر٠ ، ١ر٠ ، والقيمة الحرارية للرطل الواحد تكـون ٥٠٥ للدجاج ، ١٨٣٠ للأوز ، ١٣٦٠ للدجاج الرومى . وبالنسبة لأسماك المياه الحلوة يكون الجزء الصالح للأكل به ٢٩ر٨ — ١ر٨٤٪ رطـوبة ، ٧ر٠ — ٥ر٦٣٪ زيت ، ٩ر٥ — ١ر٢١٪ بـروتين ، ٤١ر٠ — ٤٨ر١٪ رماد ، ٤٦ر٠٠ — ٩٥ر٠ صوديوم ، ٢٢٣ر٠ — ٤١٨ر٠ بوتاسوم . أما أسماك المحيطات فالنسب المئوية بها تكون ٦٣ر٩ — ٣ر٩٠ رطوبة ، ٢ر٠ — ٢٢ر٦ زيت ، ٤ر٨ — ٢ر٢٣ بروتين ، ٩٦ر٠ — ٥٣ر١ رماد ، ٣٠ر٠ — ١٩٥ر٠ صوديوم ، ٢١٠ر٠ — ٥٠٨ر٠ بوتاسيوم .

ونتائج الاختبارات المعملية الأولية الدالة على حدوث الفساد التحللى decomposition فى الأسماك هى بلوغ قيمة الأحماض الطيارة ، اى عدد ملليلترات ايدروكسيد الصوديوم ١ر٠ س اللازمة لمعادلة الأحماض الطيارة فى مائة جرام ، ٤٠ فى اسماك Cod و Haddock أو ثلاثين فى أسماك Perch أو ٧٥ فى المحار Shellfish ، ووجود حمض الفورميك بأى قدر فى الأنواع الثلاثة الأولى أو على هيئة آثار trace فى المحار ، ووجود القواعد الطيارة Volatile bases ، مقدرة بملليلترات حامض ١ر٠ س فى كل مائة جرام ، بمقدار ١٥٠ فى الأنواع الثلاثة الأولى أو ٣٦٧ فى النـوع الرابـع . أما الاختبـارات الثانوية فتعطى حامض خليك بمقدار ٤٠ ملليجرام فى كل مائة جرام فى النوعين الأولين ، ٣٠ ملليجرام فى النوع الثالث ، ٧٤ ملليجرام فى النوع الرابع ، وتعطى أمينات طيارة volatile amines ، مقدرة بالملليلترات

برمنجنات بوتاسيوم ٠٫٠٥ س فى كل مائة جرام ، بمقدار ٣٥٠ ملليلتر فى الأنواع الثلاثة الأولى ، ٥١٣ ملليلتر فى النوع الأخير ، وتعطى ثلاثى ميثايل أمين ، مقدرا بملليجرامات نتروجين فى كل مائة جرام ، بمقدار ٣٠ فى النوعين الأول والثانى ، ٢٥ فى الثالث ، ٤٢ فى الرابع .

رابعا ــ السكريات والمنتجات السكرية :

تتفاوت السكريات فى درجة حلاوتها ، فباعتبار درجة حلاوة السكروز مائة تكون الحلاوة النسبية لسكر اللكتوز ١٦ وللرافينوز ٢٢ وللجلكتوز ٣٢ ولكل من الجلكتوز والرامنوز والملتوز ٣٢ وللزيلور ٤٠ وللدكستوز ٧٤ وللسكر المحول invert sugar ١٣٠ وللفركتوز ١٧٣ . كما ان السكريات تتباين فى درجة الدوران النوعى (المستوى الاستقطاب) Specific rotation فهى + ٨٫٣° درجة Circular Degrees لسكر الرامنوز ، +١٨٫٨° درجة للزيلوز ، + ٥٫٥٢° درجة لكل من اللكتوز والدكستروز ، + ٥٫٦٦° درجة للسكروز ، + ٨٠٫٢° للجلكتوز ، ــ ٩٢٫٣° للفيولوز ، + ١٠٤٫٠° درجة للرافينوز ، + ١٣٧٫٠° للملتوز . وهذه السكريات بعضها أحادى والبعض ثنائى أو ثلاثى . فالدكستروز والفركتوز أحاديان ، والسكروز عبارة عن دكستروز وفركتوز (لفيولوز) ، واللكتوز عبارة عن دكستروز وجلكتوز ، والملتوز عبارة عن جزيئين دكستوز ، والرافينوز عبارة عن جلوكوز وفركتوز وجلكتوز ، والميليزتوز melezitose عبارة عن جزيئين دكستروز وجزىء واحد لفيولوز .

والاختبارات المعملية التى تجرى على السكريات ومنتجاتها هى : الرطوبة ، الجوامد بطريقة الرفراكتومتر ، الرماد ، النتروجين الكلى ، السكروز بطريقة البولاريمتر من النوع المسمى بالسكاريمتر saccharimeter الذى يقرأ النسبة المئوية للسكروز مباشرة أو بطريقة اختزال النحاس المعروفة باسم طريقة منسون ــ وولكر Munson-Walker ، السكر المحول ، الدكستروز بطريقة منسون ــ وولكر أو بطريقة شتاين هوف Steinhoff التى عدلها زربان وساتلر Zerban-Sattler أو بالتعديل الذى أدخله

سشرت ــ بلير Sichert-Bleyer ، اللفيولوز بطريقة منسون ــ وولكر أو بطريقة نابنز Nyns Selective Method التى عدلها جاكسون ــ ماثيوز Jackson-Mathews أو بطريقة أوكسيديز الجلوكوز Glucose oxidase method اللكتوز والمالتوز ، السكريات المختلفة بطريقة التحليل الكروماتوجرافى الغازى أو بالاعمدة أو بالتحليل الكروماتوجرافى الورقى أو بالطبقة الرقيقة Thin-Layer chromatography . وبالنسبة للحلوى Confectionery تقدر الرطوبة والرماد والبروتين الكلى وقلوية الرماد الذائب وبروتين اللبن الموجود فى الشيكولاتة والسكروز والدكستروز فى الشيكولاتة والجلوكوز التجارى واللكتوز فى الشيكولاتة والنشا فى الشيكولاتة ومستخلص الايثير والدهن فى الشيكولاتة ودهن اللبن الموجود فى الشيكولاتة باللبن والكحولات السكرية المعروفة باسم المانيتول Mannitol والسوربيتول sorbitol بطريقة القياس بالمعايرة titrimetric method أو التحليل الكروماتوجرافى الغازى ، وعدد روز ــ جوتليب Roese-Gottlieb والسكارين saccharin والسيكلامات Cyclamates . ومنتجات الذرة corn products يقدر فيها الرطوبة بطريقة التقطير Azeotropic Distillation ومكافىء الدكستروز Dextrose equivalent الذى يساوى النسبة المئوية للسكريات المختزلة مضروبة فى مائة ومقسومة على النسبة المئوية للمواد الجافة . وعسل النحل تقدر فيه الرطوبة بالتجفيف المباشر أو بالرفراكتومتر ، والرماد ، والنتروجين ، والاستقطاب Direct Polarization و Invert Polarization ، والسكريات المختزلة ، والسكروز ، واللفيولوز ، والدكستروز ، والدكسترين ، والسكريات بطريقة اعمدة التحليل الكروماتوجرافى ، والميزتوز Melezitose ، والجلوكوز التجارى ، والسكر المحول التجارى ، والحموضة الفعلية pH ، والحموضة الكلية Total acidity التى تساوى مجموع الحموضة الحرة Free acidity واللاكتونات Lactones ــ فالحموضة الحرة تساوى عدد ملليلترات ايدروكسيد الصوديوم ٠٫٠٥ س اللازمة للتعادل مطروحا منها عدد ملليلترات اختبار بلانك blank وباقى الطرح مضروب فى خمسين مقسوما على وزن المادة بالجرامات ــ بينما اللاكتونات تساوى عشرة مطروح منها عدد ملليلترات

حامض كلوردريك ٠٫٥ س اللازمة للتعادل وباقى الطرح مضروب فى خمسين مقسوما على وزن العينة بالجرامات ، على أساس استخدام عينة وزنها عشرة جرامات ويجرى الحساب كملليمكافىء لكل كيلو جرام milliequivalents/kg ، وتقدر أنثرانيلات الميثايل Methyl Anthranilate . والمولاس Molasses وعصائر قصب السكر تختبر معمليا باستخدام نفس الطرق الشائع استخدامها فى تحليل اى نوع من الشراب syrups ، كما يقدر ثانى اكسيد الكبريت لأنه متعلق بعملية الكبرتة Sulfitation . ويلاحظ أن طريقة كارل فيشر Karl Fischer لتقدير الرطوبة ابتكرت أساسا من أجل التقدير فى المولاس . ومن أشهر أنواع الشراب السكرى المتداولة فى الدول الصناعية ذلك المستخرج من عيدان ذرة السورجم السكرية Andropogon sorghum, L. باستخدام عصارات بخارية ثم تركيز العصير بالغليان boil and skim method بدون اضافة جير lime أو أى مادة كيميائية أخرى . وهذا الشراب به مواد صلبة كلية قدرها ٧٦ — ٨٢٫٧٪ وبه سكريات مختزلة قدرها ٣١٫٦ — ٦٣٫٨٪ قبل التحويل inversion ، وبه سكروز قدره ٢٤٫٣ — ٤٢٫٢٪ ، وبه رماد قدره ١٫٩ — ٣٫٣٪ ، ورقم ونتون Winton lead no. يتراوح بين ٣٣٫٣ و ٨٦٫٣ . أما المولاس Blackstrap molasses فهو الناتج الثانوى النهائى end-products فى صناعة السكر الخام والسكر المكرر ، وتركيبه يختلف تبعا للمناخ وظروف نمو قصب السكر ونسبة السكر وطريقة التصنيع وبعض العوامل الأخرى . وعموما فالمولاس به ٣٥٪ سكروز ، ١٥٪ سكر محول ، ١٠٪ رماد ، ٢٠ — ٢٥٪ رطوبة ، وقليل من البروتينات والصموغ والأحماض العضوية . ويستخدم المولاس أساسا فى التخمرات الصناعية لانتاج الكحول وفى تغذية الماشية وفى صناعة الخل وفى صناعة بعض أنواع الطباق chewing tobacco . والمواصفات فى كثير من دول العالم تحدد لعصير القصب cane syrup نسبة رطوبة لاتتجاوز ٣٠٪ ونسبة رماد أقصاها ٢٫٥٪ ، كما تحدد للشراب sugar syrup نسبة رطوبة أقصاها ٣٥٪ وعادة يروق clarified عصير القصب بالقشد

skimming أثناء التبخير evaporation ، وهى طريقة بسيطة ، أو يعادل العصير جزئيا باضافة الجير lime ويترك الراسب حتى يتجمع فى القاع . وغالبا ما يكبرت العصير . وعصير السورجم يركز أيضا بطريقة القشد البسيطة boil and skim method بدون اضافة جير أو كيماويات أخرى .

ويستخرج السكر من عدة مصادر أخرى من بينها نخيل date palm منتشر فى الهند ، وخاصة ذو الاسم العلمى Andropogon sorghum L. .

ومنتجات قصب السكر متعددة ويطلق عليها مصطلحات مختلفة ، منها شراب القصب Cane syrup وهو الناتج المتحصل عليه بالتبخير المباشر لعصير القصب بدون نزع أى كمية من السكر منه ، ومنها شراب السكر sugar syrup الذى يعرف بأنه المصنوع باذابة السكر فى الماء ، ومنها مولاس التغذية Edible molasses الذى يعرف بأنه الناتج الثانوى by-product للسكر المصنع للاستهلاك المباشر direct consumption sugars بطريقة الكبرتة slufitation process اى السكر الأبيض المحضر فى مصنع السكر من عصير القصب مباشرة بدون ادخال اى تعديلات على انتاج السكر الخام مع استعمال ثانى أكسيد الكبريت كمادة مروقة clarifying agent . وفى حالة اجراء الغليان مرة واحدة one boiling يعرف السائل المنفصل عن بللورات السكر بالطرد المركزى باسم « أول مولاس » first molasses ، وهذا لونه بنى فاتح وكثافته حوالى ٨٠° بركس وبه حوالى ٥٠ ــ ٥٥٪ سكروز . أما فى حالة اجراء الغليان مرتين فينتج « ثانى مولاس » second molasses . ومنها « المولاس الفائق » High test molasses الذى يعرف بأنه المادة المحضرة بمعاملة شراب القصب بالحامض أو بالانفرتيز لتحويل ثلثى كمية السكروز الى سكر محول ثم تركيز السائل الى أن تصبح نسبة الجوامد به ٧٨٪ . وهذا المولاس الفائق يكون رائقا clear ولونه بنى محمر ويتكون أساسا من سكروز وسكر محول . ويعتقد أن اللفظ « مولاس » يمثل اسما مغلوطا misnomer . ومن منتجات قصب

السكر أيضا « شراب التكرير المحول Refinery invert syrups وهو شراب سكروز محول لونه متراوح بين لون الماء الابيض وبين الأصفر الذهبى ونسبة الجوامد به ٧٥٪ مقسمة بالتساوى بين السكروز والسكر المحول ونسبة كل من الرماد والشوائب به منخفضة . ومنها ايضا « السكر السائل » Liquid sugars وهو محلول سكروز تركيزه حوالى ٦٨° بركس مكرر بعناية highly purified بفحم charcoal أو بلدائن تبادل الايونات ion-exchange resin treatment .

ومنتجات شجر القيقب maple منها شراب القيقب Maple Syrup المتداول فى الدول الأمريكية وبه نسبة رماد تبلغ ٠٫٦١ — ١٫٦٨٪ ، ورماد ذائب ٠٫٣٠ — ١٫٢٣٪ ، ورماد غير ذائب ٠٫١٢ — ١٫٠١٪ ، ونسبة الرماد الذائب الى الرماد غير الذائب ٠٫٥٣ — ٣٫٨٦ ، وقلوية الرماد الذائب ٠٫٤١ — ١٫٢٢ ، وقلوية الرماد غير الذائب ٠٫٤١ — ٢٫٠٨ ، ونسبة قلوية الرماد الذائب الى قلوية الرماد غير الذائب ٠٫٢١ — ١٫٨٣ ، ورقم ونتون Winton lead number ١٫٠٥—٤٫٤١ ، وقيمة حمض المالليك (خلات كالسيوم) ٠٫٢٩ — ١٫٦٠ وقيمة التوصيل conductivity value ١١٠ — ٢٣٠ .

وبتحليل عينات شراب القصب توجد به النسب المئوية التالية : ٧٢٫٦ — ٧٦٫٩ جوامد كلية ، ١٠٫٠٨ — ٣٧٫٨٧ سكريات مختزلة قبل التحويل ، ٣٢٫٥٠ — ٥٩٫٠٩ سكروز ، ١٫٤٠ — ٢٫٧٦ رماد ، ورقم ونتون ٢٫٧٣ — ٣٫٦٣ .

وبتحليل شراب الجلوكوز التجارى تنتج النسب المئوية التالية : ٥٫٠ — ٤٣٫٧ سكريدات احادية mono-saccharides ، ٩٫٣ — ٤٦٫٢ سكريدات ثنائية ، ٣٫٧ — ١٣٫٧ سكريدات ثلاثية ، ٣٫٢ — ٩٫٩ سكريدات رباعية ، ٠٫٨ — ٨٫٤ سكريدات خماسية ، ١٫٥ — ٦٫٦ سكريدات سداسية ،

٣ر٢ ــ ٧ر٥ سكريدات سباعية ، ٨ر٢ ــ ٤٥ر١ سكريدات أخرى higher saccharides ، ومكافىء الدكستروز Dextrose equivalent يترواوح بين ٣٠ و ٧١ .

ومنتجات الذرة Maize متعددة ومتباينة فى مقدار مكافىء الدكستروز ، ولهذا درج المنتجون على اعطائها الأسماء التالية :

دكسترينات Dextrins عندما يكون مكافىء الدكستروز فى حدود ١٣

مالتو ــ دكسترين Malto-dextrins عندما يكون مكافىء الدكستروز أعلى من ١٣ وأقل من ٢٨ .

شراب ذرة ضئيل التحويل Low conversion corn syrup عندما يكون مكافىء الدكستروز ٢٨ الى أقل من ٣٨ .

شراب ذرة عادى التحويل Regular conversion corn syrup عندما يكون مكافىء الدكستررز ٣٨ الى أقل من ٤٨ .

شراب ذرة متوسط التحويل Intermediate conversion corn syrup عندما يكون مكافىء الدكستروز ٤٨ الى أقل من ٥٨ .

شراب ذرة مرتفع التحويل High conversion corn syrup عندما يكون مكافىء الدكستروز ٥٨ الى أقل من ٦٨ .

شراب ذرة بالغ التحويل Extra high conversion corn syrup عندما يكون مكافىء الدكستررز أعلى من ٦٨ .

ويعتبر الاسم « سكر الذرة » corn sugar الذى يطلق على الدكستروز اسما مغلوطا لأن الجزء الغالب من السكريات فى الذرة الشامية هو السكروز . وقد لوحظ أن بعض أصناف الذرة الشامية تحتوى عيدانها على

كمية من السكروز تماثل الكمية الموجودة فى عيدان قصب السكر ، ولكن برغم ذلك يفضل قصب السكر فى التصنيع عن عيدان الذرة لأسباب اقتصادية بحتة . وفى الصناعة يحضر شراب الذرة corn syrups وسكر الذرة corn sugar بالتحليل المائى الحمضى لنشا الذرة ، ويتم التحليل على خطوات تبدأ بالدكسترينات وتنتهى بالملتوز ثم الدكستروز . وهذه الطريقة العملية بالغة التعقيد لأن نسب المركبات الوسطية الأكبر من الملتوز تتباين كما أن الدكستروز يمكن أن تتكثف جزيئاته recodensation مكونة مركبات أعلى فى وزنها الجزيئى أى تحدث خطوة مضادة للتحلل (ارتداد) reversion . ونظريا تعطى المائة رطل من نشا الذرة ١١١ رطلا من الدكستروز اللامائى ، لكنه عمليا ينتج ٩٥ فقط ومعها ١٤ رطل من سكريات أخرى . ولتحضير « شراب الذرة » تعلق النشا فى الماء بنسبة ٤٠ — ٤٣٪ جوامد وتعامل بالقدر الكافى من حامض الكلوردريك للوصول الى عيارية normality قدرها ١٢٠ر٠ — ١٤٠ر٠ أى حموضة فعلية pH قدرها ١ر٧ — ١ر٩ ، ويسخن هذا المزيج على درجة ١٤٥° تحت ضغط قدره ٤٥ رطل لمدة ٤ — ٦ دقائق لتكوين شراب syrup مكافىء الدكستروز به ٤٢ — ٥٥ . ويعبر الاصطلاح مكافىء الدكستروز عن النسب المئوية للسكريات المختزلة محسوبة فى صورة دكستروز ومنسوبة للمادة الجافة . ومن منتجات الذرة المستخدمة فى التغذية الآدمية « جوامد شراب الذرة » corn syrup solids وهو ناتج يتحصل عليه بتجفيف شراب الذرة ، وكذلك الناتج المعروف باسم « سكر الذرة الخام » crude corn sugar وهو سكر ذرة فى حالة شبه صلبة «liquor» solidified corn sugar مكون أساسا من الدكستروز . ومن المنتجات ايضا ما يعرف باسم « هيدرول » hydrol وهو سائل الأم mother-liquor النهائى المتبقى بعد تكرير الدكستروز المتبلر ، وهو يستخدم كعلف .

وشراب الذرة يحضر بطريقة التحليل الحمضى العادية straight «acid process» او بطريقة الحامض والانزيم «acid-enzyme process» . حيث يجرى التحاليل المائى بالحمض ويتبع ذلك المعاملة بانزيم دياستيز ،

وهذه الطريقة الأخيرة تعطى شرابا به نسبة مرتفعة من الملتوز . وفى كلى الطريقتين عندما يبلغ التركيز حده المرغوب يعادل ناتج التفاعل بكربونات صوديوم الى أن تصل الحموضة الفعلية الى ٤ــ٥ ، وتزال المواد الدهنية بالقشد skimming أو بالطرد المركزى ثم يرشح الشراب ويبخر evaporated الى أن تصبح جوامده ٦٠٪ ويروق clarified ويقصر لونه decolorized باستعمال الكربون أو لدائن تبادل الأيونات ، وأخيرا يبخر الشراب المروق تحت ضغط منخفض الى أن تصل جوامده الى الحد المرغوب . وفى حالة الرغبة فى الحصول على جوامد شراب الذرة corn syrup solids يستمر فى التركيز داخل مجفف الرذاذ أو مجفف اسطوانى تحت تفريغ للحصول على مسحوق ناعم غير متبلر رطوبته أقل من ٣ر٥٪ . أما سكر الذرة الخام فيحضر بالتحليل المائى الحمضى الكامل ثم المعادلة والترشيح والترويق والتركيز ، وأخيرا يضاف بذرة seeded من بللورات الدكستروز الى السائل المركز ويترك فى الأوانى pans لتتم البلورة . وهذا السكر الخام يباع بدرجتين هما رقم ٧٠ المحتوية على مكافىء دكستروز قدره ٨٣ ورقم ٨٠ ذات مكافىء الدكستروز البالغ ٩١ . وعادة يعرض هذا السكر فى صورة الواح slabs أو أقراص pellets أو شرائح chips . وفى صناعة الدكستروز المتبلور تضبط عملية التحليل المائى لانتاج الحد الأقصى من الدكستروز ، وبعد التنقية والتركيز تضاف البذرة ويترك السائل لمدة مائة ساعة تقريبا للبلورة ، وتفصل بللورات الدكستروز أحادية الماء monohydrate بالطرد المركزى ، وتغسل وتجفف وتعبأ . أما سائل الأم المتخلف فيعاد عليه عملية التحويل re-converted ويروق ويركز ويمرر فى دورة تبلور أخرى للحصول على بللورات تضاف الى معلق نشا جديد وتعاد البلورة recrystallized للحصول على محصول ثان من الدكستروز أحادى الماء . أما سائل الأم المتخلف من عملية البلورة الثانية فيعرف باسم « الهيدرول » hydrol أو « مولاس سكر الذرة لتغذية الحيوانات » feeding corn sugar molasses .

أما فى حالة الرغبة فى الحصول على دكستروز لا مائى فيعاد اذابة الدكستروز أحادى الماء فى الماء للحصول على محلول تركيزه حوالى ٥٥٪ ويعامل هذا

المحلول بالكربون ويسخن على درجة ٧١° لمدة نصف ساعة ثم يرشح ويبخر حتى التبلور وتفصل البللورات بالطرد المركزى وتغسل برذاذا الماء الساخن وتجفف وتسحق pulverized وتعبأ .

وشراب الذرة يحتوى على عدد من السكريات الأخرى بخلاف الدكستروز من بينها لامينارىبيوز Laminaribose ٢ر٠٪ ، نيجروز nigerose ٨ر٠٪ ، مالتوز ١٥ر٥٪ ، سلوبيوز cellobiose ٤ر٠٪ ، كوجيبيوز Kojibiose ٢ر٠٪ ، تريهالوز ββ-trehalose ٢ر٠٪ ، أيزومالتوز ١ر٦٪ جنتيوبيوز gentiobiose ٣ر٠٪ .

والهيدرول به النسب المئوية التالية : ٢٦ر٤ رطوبة ، ٨ر٨٠ رماد ، ١٩٩ر٠ بروتين ، ٥٥ر١٤ سكريات مختزلة ، كربوهيدرات أخرى ٩ر٦١٪ (بالفرق) ، هيدروكسى ميثايل فرفورال 5-hydroxymethyl furfural ٣١ر٠٪ . وقد أمكن بالتحليل الكروماتوجرافى بالأعمدة تمييز المركبات التالية : دكستروز ٦٣٪ ، براشيوز brachiose ١٥ر٢٪ ، جنيوبيوز ٥ر٠٪ ، مالتوز ٨ر٢٪ ، تريها لوز αα-trehalose ١ر٧٪ ، سكريات ثنائية أخرى ٧ر٤٪ ، سكريات أوليجو أخرى ٤ر٢٩٪ .

وبالنسبة لعسل النحل يلاحظ أن نسبة الرطوبة تؤثر فى معامل الانكسار وفى وزن الوحدة الحجمية من العسل ، فرطوبة قدرها ٢ر١٣٪ يقابلها معامل انكسار قدره ٥٠٣٥ر١ ويكون وزن الجالون عند درجة حرارة ٢٠° م قدره ١٢ رطل lb وأوقية واحدة oz ، وعند رطوبة ٢ر١٤٪ يصبح معامل الانكسار ٥٠١٠ر١ ووزن الجالون ١٢ رطلا ، وعند رطوبة ٤ر١٥٪ يكون معامل الانكسار ٤٩٨٠ر١ ووزن الجالون ١١ رطل و ١٥ أوقية ، وعند رطوبة ٤ر١٦٪ يكون معامل الانكسار ٤٩٥٥ر١ ووزن الجالون ١١ رطل و ١٤ أوقية ، وعند رطوبة ١٧٪ يكون معامل الانكسار ٤٩٤٠ر١ ووزن الجالون ١١ رطل و ١٣½ أوقية ، وعند رطوبة ٤ر١٧٪ يكون معامل الانكسار ٤٩٣٠ر١ ووزن الجالون ١١ رطل و ١٣ أوقية ، وعند رطوبة ٦ر١٨٪ يكون معامل الانكسار ٤٩٠٠ر١ ووزن الجالون ١١ رطل و ١٢ أوقية ، وعند رطوبة ٦ر١٩٪ يكون

معامل الانكسار ١٫٤٨٧٦ ووزن الجالون ١١ رطل و ١١ أوقية ، وعند رطوبة ٢٫٢٠ ٪ يكون معامل الانكسار ١٫٤٨٦٢ ووزن الجالون ١١ رطل و ٥٫١٠ أوقية ، وعند رطوبة ٢١ ٪ يكون معامل الانكسار ١٫٤٨٤٤ .

أما الشيكولاتة فلها مواصفات عامة مقترنة بالاسم الرسمى و أشهرها ما يلى :

١ — شيكولاتة chocolate (بدون تمييز) unqualified (شيكولاته مرة bitter chocolate ، شيكولاتة للتغطية chocolate coating و شيكولاتة مرة للتغطية bitter chocolate coating : بها دهن كاكاو (خال من أى نوع آخر من الدهن) قدره ٥٠ — ٥٨ ٪ ، ولا تزيد نسبة القلوى (بيكربونات ، كربونات أو ايدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم أو الأمونيوم ، أو كربونات المغنسيوم أو أوكسيد المغنسيوم) عن ٣ ٪ محسوبة فى صورة بوم ك أ٢ .

٢ — شيكولاتة حلوة Sweet chocolate (شيكولاتة حلوة للتغطية Sweet chocolate coating : بها شيكولاتة لا تقل نسبتها عن ١٥ ٪ بينما لا تزيد نسبة جوامد اللبن بها عن ١٢ ٪ .

٣ — شيكولاتة مرة محلاة Bittersweet chocolate (شيكولاتة شبه حلوة semi-sweet chocolate ، شيكولاتة شبه حلوة للتغطية (Semisweet chocolate coating : بها شيكولاتة لا تقل نسبتها عن ٣٥ ٪ ، وجوامد اللبن بها لا تزيد عن ١٢ ٪ .

٤ — شيكولاتة باللبن Milk chocolate (شيكولاتة باللبن حلوة Sweet milk chocolate ، شيكولاتة باللبن حلوة للتغطية Sweet milk chocolate coating ، شيكولاتة باللبن للتغطية (milk chocolate coating بها دهن لبن لا تقل نسبته عن ٣٫٦٦ ٪ ، وجوامد لبن لا تقل عن ١٢ ٪ ، وشيكولاتة لا تقل عن ١٠ ٪ ، وجوامد لبن غير دهنية قدرها ١٫٢٠ — ٢٫٤٣ مرة قدر دهن اللبن .

٥ ــ شيكولاتة لبن فرز Skim milk chocolate (شيكولاتة لبن فرز حلوة sweet Skim milk chocolate ، شيكولاتة لبن فرز للتغطية (Sweet skim milk chocolate coating : بها دهن لبن اقل من ٣٫٦٦٪ وجوامد لبن فرز لا تقل عن ١٢٪ .

٦ ــ شيكولاتة لبن خض Buttermilk chocolate (شيكولاتة لبن خض للتغطية buttermilk chocolate coating : بها دهن لبن اقل من ٣٫٦٦٪ وجوامد لبن خض Sweet cream buttermilk solids لا تقل عن ١٢٪ .

٧ ــ شيكولاتة منتجات البان ممتزجة Mixed dairy product chocolates (شيكولاته منتجات البان ممتزجة Mixed dairy product chocolate coatings) قد تحتوى على دهن لبن اقل من ٣٫٦٦٪ ، ويجب أن تحتوى على جوامد لبن لا يقل مقدارها عن ١٢٪ . وفى حالة كون المكونات مماثلة لنظيرتها فى شيكولاتة باللبن وشيكولاتة باللبن الفرز يجب أن تزيد نسبة جوامد اللبن غير الدهنية عن ٢٫٤٣ مرة قدر دهن اللبن .

٨ ــ شيكولاتة حلوة بالدهن النباتى (بخلاف دهن الكاكاو) للتغطية Sweet chocolate and vegetable fat (other than cacoa fat) coating : وبها شيكولاتة لا تقل نسبتها عن ١٥٪ .

٩ ــ كاكاو بدهن نباتى (بخلاف دهن الكاكاو) حلو للتغطية Sweet cocoa and vegetable fat (other than cocoa fat) coating به كاكاو وخال من الدهن fat-free cacoa لا تقل نسبته عن ٦٫٨٪ .