



كيمياء الأغذية

(الجزء العلوي)





منشورات جامعة دمشق
كلية الزراعة

كيمياء الأغذية

المنهج العملي

الدكتورة

هدى حباج

أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية

الدكتور

محمد محمد

أستاذ في قسم علوم الأغذية

المهندسة

رفيم محمد

قائم بالأعمال في قسم علوم الأغذية

١٤٣٨ - ١٤٣٧

٢٠١٦ - ٢٠١٧ م

جامعة دمشق



فهرس المحتويات

رقم الصفحة	عنوان الجلسة العلمية	رقم الجلسة
9	قواعد العمل المخبرى	الجلسة الأولى
17	المحاليل القياسية	الجلسة الثانية
31	الماء في الأغذية : الخصائص الكيميائية والفيزيائية	الجلسة الثالثة
51	الحموضة في الأغذية واسعة الموقبة	الجلسة الرابعة
69	الكربوهيدرات في الأغذية : <ul style="list-style-type: none"> • السكريات المرجعية وغير المرجعية • فصل السكريات واستخلاصها من الأغذية • بلورة السكريات 	الجلسة الخامسة
83	الكربوهيدرات في الأغذية : <ul style="list-style-type: none"> • السكريات المتعددة (البكتين و النشاء) • العامل المؤثرة في تشكيل الهلام 	الجلسة السادسة
93	الزيوت والدهون الغذائية : <ul style="list-style-type: none"> • الكشف النوعي والكمي للدهون في الأغذية • التربيع والأكسدة 	الجلسة السابعة
105	البروتينات في الأغذية : <ul style="list-style-type: none"> • انحلاليتها • خصائص البروتينات: تشكيل المستحبات والجياراتين و الهلام 	الجلسة الثامنة
110	الصبغات في الأغذية : <ul style="list-style-type: none"> • استخلاص صبغة الكلوروفيل و والعوامل المؤثرة عليها • استخلاص صبغة الأنثوسينيانين والعوامل المؤثرة عليها 	الجلسة التاسعة
127	الأسمرار اللائزيمى	الجلسة العاشرة

135	الأذريمات في الأغذية : الاسمرار الأذريمي والعامل المؤثرة فيه	الجلسة الخامسة عشرة
-----	---	---------------------

فهرس المداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
20	العلاقة بين العيارية والمولازية لعدد من المواد الكيميائية	1
22	بعض المشعرات المستخدمة في معايرة المحاليل و المجال pH المفضل لاستخدامها	2
25	التركيزات القياسية للأحماض المركزنة والقلويات	3
31	المحتوى الرطوي لبعض المواد الغذائية	4
33	أنواع الحمل الغذائية	5
37	مدى انحلالية المواد المختلفة في المحللات المختلفة	6
39	الاختلافات في تكوين المستحببات	7
55	تغيرات لا pH في محلول مولي أثياء إضافة كلوي KOH 0.3 ن	8
59	الصيغة الكيميائية لبعض الأحماض الأمينية والعضوية المستخدمة في الجلسة مع ثوابت تشردتها بحسب عدد المجموعات الوظيفية فيها	9
61	% للحموضة في عينات غذائية مختلفة	10
65	السعة الموقبة للأحماض العضوية	11
90	تأثير العوامل المختلفة في تشكيل الهلام باستخدام البكتيريا	12
97	المشاهدة الحسية للدهن في الطعام	13
98	وصف حسي للدهون المستخلصة من المواد الغذائية	14
98	استخلاص الدهن وتغير كميته في الطعام %	15
103	مؤشرات فساد وتحلل عينة الدهن	16

110	تأثير درجة الحموضة pH في تركيز البروتين في المحاليل المختلفة (مع/مل)	17
111	تأثير درجة الحرارة في تركيز البروتين في المحاليل المختلفة (مع/مل)	18
112	تحضير المسلاسل العيارية من بروتين سيرم الألبومين البقرى لمقاييس البروتين بطريقة البيوريت	19
114	تأثير درجة pH ونوع البروتين في القدرة على تشكيل الرغوة	20
115	تأثير إضافة السكر في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها	21
115	تأثير إضافة الملح في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها	22
115	تأثير إضافة الدسم في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها	23
117	تأثير التركيز ودرجة الحموضة وتركيز السكر في لزوجة وتكوين الجل للجيبلاتين	24
130	تأثير نوع الحمض الأميني في النكهة المشكّلة ل أثناء تفاعل ميلارد	25
130	تأثير درجة الحرارة في النكهة المشكّلة ل أثناء تفاعل ميلارد	26
134	تأثير العوامل المختلفة على اللون البني ومواصفات النكهة الناتجين عن تفاعل ميلارد	27
139	تأثير العوامل المختلفة في تبييض الأسماك الإنزيمي	28
141	تأثير درجة الحرارة في فعالية إنزيم الملاكتيك ديهيدروجيناز	29
143	تأثير رقم الحموضة (pH) في نشاط إنزيم الكاتالاز	30
144	تأثير الرطوبة والحرارة في نشاط إنزيم الأنفروتاز	31
145	تحضير محلول التومسقاني المقوى ذو درجات الحموضة المختلفة	32

فهرس الأشكال

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
33	بعض نماذج النظم الغذائية المختلفة	1
36	انتشار الجزيئات في محلول الغروي والمحلول المعلق	2
41	الصيغة الكيميائية لمركب EDTA	3
41	المجموعات الفعالة في مركب EDTA التي تقوم بربط الشوارد المعدنية في الوسط	4
42	معقد EDTA مع أحد الكاتيونات ثنائية التكافؤ	5
44	العلاقة بين % للمواد الصلبة الذائبة و درجة حرارة الغليان	6
46	مراحل تقدير القساوة في الماء	7
56	مخطط معايرة محلول المؤقت لحساب السعة المؤقتة	8
57	مخطط معايرة حمض ضعيف أحادي الوظيفة الحمضية بأساس قوي	9
59	مخطط معايرة حمض ضعيف ثانوي الوظيفة الحمضية بأساس قوي	9
66	العلاقة بين pH والسعنة المؤقتة لحمض الالبين	10
81	بلورة السكريات	11
83	التركيب الكيميائي لجزيء البكتين	12
85	هلام البكتين واستخداماته في تصنيع الأغذية	13
86	استخدام النشاء في الأغذية	14
112	المنحنى القياسي الذي يوضح العلاقة بين تركيز البروتين والامتصاصية	15
123	العلاقة بين طول الموجة والامتصاصية للكلوروفيل a و b	16
125	العلاقة بين الامتصاصية وطول الموجة لصيغة الانثوميانين	17
129	تأثير بعض الاضافات في معدل الاسمرار الانزيمى في المخبوزات	18
137	الاسمرار الانزيمى في الأغذية	19

المقدمة

تعد كيمياء الأغذية من العلوم المهمة لفهم التغيرات التي تطرأ على الأغذية والمكونات الغذائية بعد الحصاد والتدالو والتصنيع والحفظ ، وهي مفتاح لإيجاد منتجات جديدة في مجال التصنيع الغذائي . يعد هذا الكتاب وسيلة مهمة لطالب طور الأغذية لربط المعلومات النظرية لكميات الأغذية بالواقع العملي ، ويعطيه مجالاً للملاحظة والمناقشة والاستنتاج ، فيتعرف على أنواع الجمل الغذائية وكيفية انتشار مكونات الغذاء ، ثم يتعرف على بعض خصائص الماء والكربوهيدرات والدهون والبروتينات والصيغات المكونات الأساسية للأغذية وتدخلاتها وتغيراتها أثناء التصنيع والتخزين، كما ينطلق الكتاب إلى دور الأنزيمات في الأغذية وتفاعلاتها الاسمرين الأنزيمي واللانزيمي .

حاولنا في هذا الكتاب عرض المعلومات بشكل مبسط بشكل يخدم التجارب ويعطي الطالب معلومات أولية عن الهدف من كل تجربة وتركنا مساحة للتفكير والمناقشة والعودة إلى المراجع المناسبة لتفسير النتائج، حيث يقدم الطالب في نهاية كل جلسة تقريراً عن التجارب التي قام بها والنتائج التي حصل عليها وتسويتها بشكل علمي مستعيناً بالمراجع المناسبة.

تعد هذه الطبيعة الأولى لعملي مقرر كيمياء الأغذية الذي يدرس لطلاب سنة رابعة قسم طور الأغذية ، وقد تم كتابة التجارب العملية وفق الجلسات العملية فجاءت ضمن إحدى عشرة جلسة مدة كل منها ثلاثة ساعات، ووضعت في كل جلسة عملية تجارب واختبارات تزيد على الوقت المخصص للجلسة العملية من أجل إعطاء الخيار للأستاذ المشرف للانتقاء وفق توافر المواد الازمة في المخبر .

يرتبط محتوى الجلسات بشكل وثيق بالمعلومات الخاصة بالجزء النظري لكتاب كيمياء الأغذية وبصورة تعكس الفائدة وترسخ المعلومة ونرجو أن يكون هدفنا خدمة صروتنا وأن تكون قدمنا لوطنا بعض ما وجب علينا .

المؤلفون



I- الجلسة الأولى: القواعد والأنظمة في مخبر كيمياء الأغذية

Roles in Food chemistry laboratory

١- قواعد العمل المخبري

١-١- استعداد الطالب للجلسة العملية :

- التقيد بموعد الجلسة العملية .
- الالتزام بالفترة ومجموعة العمل .
- التقيد باللباس المخبري الذي يحمي من الكيماويات .
- تحضير التجربة العملية قبل الحضور إلى الجلسة
- أن يسجل الطالب على دفتره ملخصاً للتجربة يتضمن اسمها والهدف منها وطريقة العمل بالإضافة للحسابات و مناقشة النتائج كما هو موضح بالفقرة ١-٢
- يسلم التقرير في نهاية كل جلسة عملية كما هو موضح في الفقرة ١-٢ مع العلم أنه قد يتم إجراء مذاكرة تحريرية أو شفهية مع بداية كل جلسة.

١-٢- تقرير الجلسات العملية : يجب أن يتضمن التقرير المقدم من المجموعة كلاً من

البنود التالية :

٢ درجة	١- الاسم لكل طالب في المجموعة مع التوقيع + عنوان الجلسة
٣ درجة	٢- مقدمة تتضمن الهدف من التجربة
٣ درجة	٣- طريقة العمل : - يسجل الكتاب الجامعي كمراجع للطريقة - تسجيل التعديلات التي أجريت على الطريقة
٨ درجات	٤- النتائج: (استخدام برنامج Excel) - تسجيل النتائج ضمن جدول - توضيح طريقة الحساب

	<ul style="list-style-type: none"> - تسجل البيانات التي تم الحصول عليها أثناء العمل - تجري الاختبارات الإحصائية إذا لزم الأمر
10 درجة	<p>5- المناقشة والاستنتاجات :</p> <ul style="list-style-type: none"> - مناقشة النتائج وذلك من حيث المضمون و مدى الارتباط مع الواقع الحياني - الاستنتاجات . - ملاحظة : لتحصل على 10 من 10 تحتاج للاطلاع على معلومات إضافية عن الموضوع وتضمين المعلومات في مناقشك للنتائج، كن متأكداً من وضع المرجع الذي أخذت منه المعلومة . - مصادر المعلومات المناسبة هي : الكتب ، الموسوعات العلمية ، المجلات العلمية ، الموقع العلمية الموثوقة من sciedencedirect و google scholar و JFS style guide وتسجل ضمن التقرير كمجلة أو كتاب .
4 درجة	<p>6- المراجع :</p> <ul style="list-style-type: none"> - يوضع المرجع في التقرير في المكان الذي يبين الفكرة المستقاة من المرجع. - يمكن الاستفادة من الرابط citation and references
5=6 / 30	<p>7- المجموع</p>

3- قواعد عامة يجب التقيد بها أثناء جلسة العمل

- عدم الخروج من المخبر إلا بأذن من المشرف الموجود .
- عدم وضع الأغراض الشخصية على طاولة العمل .
- تمنع الزيارات داخل جلسة العمل .
- الالتزام بالنظافة والنظام .

- تنظيم العمل حيث يتم الاستفادة من كامل الوقت المتاح للجلسة .
- إلقاء ملفقات التجربة بالحوض وفتح صنبر الماء والتأكد من إغلاق مصايب الغاز بشكل تام عند انتهاء التجربة .
- تنفيذ التجارب بالوقت المحدد .
- لا يجوز تسخين أنابيب الاختبار الحاوية على محاليل المواد المتفاعلة على لهب قوي لأن السائل قد يندفع من الأنابيب مما يؤدي إلى ضياع المادة المدروسة .
- لا يجوز الإسراف في استهلاك الكواشف والماء المقطر والغاز والكهرباء .
- لا يسمح بارتداء العدسات اللاصقة : لأنه قد تصل مادة كيميائية إلى العين التي فيها عدسات لاصقة ومن ثم ستتووضع هذه المادة تحت العدسة وتسبب ضرر أكبر، من ناحية أخرى يمكن أن تتمتص العدسات جزءاً من المواد الكيميائية المتطايرة ومن ثم يتسبب في ذهاب شفافيتها .
- يجب التأكد قبل الخروج من المخبر من نظافة مكان العمل .

١-٣- قواعد الأمان المخبرى :

- الانتباه إلى عدم سقوط الأسس والأحماسن القوية على الجلد والملابس، لأنها تسبب حرقةً على الجلد وتخرّب الملابس .
- عند تمديد حمض الكبريت المركز يسكب الحمض بيطراء وحذر فوق الماء وليس بالعكس ، حيث تتشّفر كمية كبيرة من الحرارة عند تمديد الحمض مما يؤدي إلى تزيّد الحمض عند صب الماء عليه .
- يمنع سكب الأحماسن المركزية من زجاجات كبيرة مباشرة، بل تستعمل العاصلات الآلية وكبيرة الحجم .
- لا يجوز استعمال العاصلات العاديّة عند التعامل مع الأحماسن والأسسن المركزية .
- لا يجوز لمس القلوبيات المصليبة باليد، كما يجب عند سحقها وضع نظارات واقية .

١-٥- طريقة كتابة المراجع في التقرير :

كتابية المرجع ضمن النص : (كتاب أو نشرة علمية)

- إذا كان المؤلف واحداً تكتب كنية المؤلف أو الباحث في نهاية الجملة مع سنة النشر كما يلي : يتفاصل فيتامين C بالحرارة (العودة، 1996) ، (Brown, 1996)

أو يذكر في متن الكلام كما يلي: أشار العودة (1996) إلى أن فيتامين C يتفاصل محتواه بالتعرض إلى درجات الحرارة العالية.

- إذا كان الكتاب مؤلفاً من باحثين تذكر كنية الباحثين في نهاية الجملة مع سنة النشر كما يلي:

يتتألف البروتين من سلسلة من الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها بعضاً بروابط بيئدية (سمينة و محمد ، 2003) (Dawson and Briggs , 1987)

أو يذكر في متن الكلام كما يلي : أشار سmine و محمد (2003) إلى أن البروتين يتتألف من سلسلة من الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها بعضاً بروابط بيئدية .

- إذا كان المرجع أكثر من مؤلف: فيكتب كنية المؤلف أو الباحث الأول فقط وبعدها "آخرون" ثم سنة النشر كما يلي:

يتتألف البروتين من سلسلة من الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها بعضاً بروابط بيئدية (سمينة و آخرون، 2003)

كتابية المرجع ضمن فقرة المراجع: يجب ذكر المرجع كاملاً كما يلي:

١- مجلة علمية : (عربي أو إنكليزي) : يكتب وفق الترتيب التالي:

كتنية الباحث، اسمه، العام، عنوان البحث، اسم المجلة (العدد): رقم الصفحات.

وفي حال كان أكثر من باحث يكتب الباحثون حسب الترتيب المسبق قبل عام النشر ويوضع بين الأسماء فاصلة، وفي حال كان البحث باللغة الإنكليزية فإنه يختصر اسم الباحث بالحرف الأول من اسمه ويشار إلى ذلك بوضع نقطة بعد حرف الاختصار ثم فاصلة بين الاسمين.
مثال: إذا ورد في النص : Litzenberg وآخرون (1999) فإنه في المراجع يكتب كما يلي:

Litzenberg, KK., Gorman, WD., Schneider, VE. 1999. Academic and professional programs in agribusiness. Amer. J. Agric. Econ. 65(5):1060–1064.

- كتاب علمي: يكتب وفق الترتيب التالي:

كتبة الناشر أو المؤلف. اسمه، العام، العنوان، رقم الإصدار، مكان النشر؛ اسم الناشر. عدد الصفحات. وفي حال تعدد الناشرون تفصل الكتابة والأسماء عن بعضها بفواصلة. مثال: إذا ورد في النص أثناء المناقشة Angelo و Cross (1993) فإنه يكتب في المراجع:

Angelo, TA. , and Cross, KP. 1993. Classroom assessment techniques, a handbook for college teachers.2ND ed, San Francisco: Jossey-Bass. p.682

- فصل من كتاب علمي : يكتب وفق الترتيب التالي :

الناشر(ون) أو المؤلف(ون) للالفصل. العام، عنوان الفصل. في (IN) : عنوان الكتاب. المؤلف(ون) أو المحرر(ون) للكتاب. الطبعة أو عدد صفحات الكتاب في حال وجوده. مكان النشر. الناشر. صفحات الفصل.

إلا أنه يكتب في المراجع: (Selfe et al., 1986) مثال: إذا ورد في النص أثناء المناقشة

Selje C, Petersen BT, Nahrgang, CL. 1986. Journal Writing in Mathematics. In: Writing Across the Disciplines: Research into Practice Young A, Fulwiler T, editors. Upper Monclair, NY: Boynton-Cook. p 192–207.



الجلسة الثانية: المحاليل القياسية وطرق تحضيرها

Standard Solutions, preparation methods

الهدف من الجلسة:

تحضير محاليل بتركيز معلومة لاستخدامها في التجارب اللاحقة .

2-تعريف عامة :

المحاليل Solutions: عبارة عن مزيج متجانس من واحد أو أكثر من المواد الكيميائية. هذه المواد يمكن أن تكون غازات أو سوائل أو مواد صلبة، توزع بشكل متجانس في المذيب Solvent و تسمى المكونات المذبحة dissolved components بال محللات .

المحلول القياسي Standard Solution: هو محلول معلوم التركيز أو القوة بالضبط مثل 1 ppm ، 1% ، 1 g .

التركيزات الطبيعية Natural concentrations: يعبر عن تركيز محلول إما بنسبية منوية % (جزء مادة مذابة / 100 جزء محلول) أو ppm (جزء / مليون جزء محلول) أو ppp (جزء / بليون جزء محلول) والتي تؤخذ عن طريق الوزن أو الحجم سواء للمادة الصلبة أو السائلة. مثال: محلول سكري تركيزه 2% أو 20000 ppm

يعد عن التركيز المثوي (%) بالطرق التالية :

وزن / وزن (W/W) : $3 \text{ g سكر} / 100 \text{ g محلول سكري}$ (3%).

وزن / حجم (W/V) : $3 \text{ g سكر} / 100 \text{ ml محلول سكري}$ (3%).

حجم / حجم (V/V) : $3 \text{ ml كحول نقى} / 100 \text{ ml محلول كحول مخفف}$ (3%).

التركيزات الكيميائية Chemical concentrations: تعتمد التركيزات الكيميائية على كل من التركيب الكيميائي للمادة المذابة والوزن الجزيئي للمادة، وهي تتضمن التركيز المولاري والتركيز المولالي والتركيز العياري .

- **التركيز المولاري Molar concentration** (M) : عبارة عن الوزن الجزيئي للمادة بالغرامات أو أجزاءه أو مضاعفاته مذاب لحجم ليتر من محلول.

المحلول ذو التركيز 1 مولار هو محلول الذي يحتوي الليتر منه على وزن جزء عياري (1 مول) من المادة ويعبر عن تركيز محلول بالرمز (M 1)

مثال :

- محلول سكري من الغلوكوز تركيزه 0.1 M يعني أن 1 L من هذا محلول يحتوي على $0.1 \text{ مول من الجلوكوز أي } (0.1/180 = 18 \text{ غ جلوكوز})$ حيث إن الوزن الجزيئي للجلوكوز $= 180 \text{ غ}$
- محلول ملحي من كلور الصوديوم تركيزه 1 M يعني $59.5 \text{ غ ملح كلور الصوديوم مذاب في حجم 1 ليتر ماء مقطّر}.$

إن حساب التركيز بالمولار يتلخص في معرفة عدد المولات من المادة المذابة في لتر من محلول .
وكلما نعلم أن المول من أي مادة يعبر عن الوزن الجزيئي مقدراً بالغرام، أما الميلي مول فيعبر عن الوزن الجزيئي للمادة مقدراً بالميلي غرام، ومن أجل حساب الكمية بالميلي مول تستخدم العلاقة التالية:

$$\text{الكمية بالميلي مول} = \frac{\text{وزن المادة بالميلي غرام}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

$$\text{التركيز (M)} = \frac{\text{عدد المولات من المذاب}}{\text{حجم محلول الليتر}}$$

$$\text{وزن المادة بالغرامات في 1 ل من محلول} = \frac{\text{وزن المذاب}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

$$= \frac{\text{الكمية بالميلي مول من المذاب}}{\text{حجم محلول بالمليлитر}}$$

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الكمية بالغرام}}{\text{الوزن الجزيئي}}$$

- التركيز المولاري Molar concentration (و/م) : عبارة عن الوزن الجزيئي للمادة بالغرامات أو أجزاءه أو مضاعفاته مذاب لوزن ليتر من محلول (1000 غ).

مثال:

- محلول ملحي تركيزه 1 m يعني أن $58.5 \text{ غ ملح كلور الصوديوم (1 مول) مذاب لوزن 1 ليتر ماء مقطّر أي 1 كغ ماء مقطّر}.$

- التركيز العيادي (نظامي) Normal concentration (و/ج) : وهو عبارة عن الوزن المكافئ بالغرامات أو أجزاءه أو مضاعفاته مذاب في حجم ليتر (أي يكمل لحجم لتر) من محلول . ويرمز له بـ (N) ، ومن ثم محلول العيادي (N 1) هو محلول الذي يحوي اللتر منه مكافئ غرامي واحد من المادة المنحلة .

مثال:

محلول ملحي من كلور الصوديوم تركيزه $1N$ يعني أن $1/58.5$ غ ملح كلور الصوديوم مذاب في لتر ماء مقطر .

ومن ذلك نستنتج :

العياربة = عدد المكافئات الغرامية في 1 ل من المحلول

وزن المادة بالغرامات في 1 ل من المحلول

وزن المكافئ

عدد المكافئات = الوزن المذاب بالغرام / الوزن المكافئ

الوزن المكافئ (المكافئ الغرامي): يعرف الوزن المكافئ للعنصر أو المركب الكيميائي بأنه الوزن من المركب الذي يعادل أو يكافيء في قوة تفاعلاته وزن ذرة واحدة من الهيدروجين (1.008غ) أو ما يكافئ ذلك من العناصر الأخرى . وبشكل عام يحدد الوزن المكافئ للأحماض بالعلاقة التالية :

الوزن المكافئ للحمض = الوزن الجزيئي للحمض / عدد ذرات الهيدروجين الفعالة فيه (المتفاعلة)

مثال :



الوزن المكافئ لحمض $\text{HCl} = \text{HCl} / 36.5 = 1 / 36.5 = 1\text{غ}$

من جهة أخرى، فإن الوزن المكافئ لحمض الكبريت H_2SO_4 يساوي نصف وزنه الجزيئي ($2/98$)، أما حمض الفوسفور H_3PO_4 فيساوي ثلث وزنه الجزيئي ($3/98$) إذا كان التفاعل كاملاً، أي الحصول على الملح النهائي لهذا الحمض .



وفي حال استبدال ذرة هيدروجين واحدة في التفاعل تكون ملح ثانوي الهيدروجين ويكون الوزن المكافئ للحمض في هذه الحال هو وزنه الجزيئي = 98



أما بالنسبة لقاعدة (الأمساك) فيحدد الوزن المكافئ حسب العلاقة التالية :

الوزن المكافى لقاعدة (أسام) = الوزن الجزيئي لهذه القاعدة / عدد مجموعات الهيدروكسيل المتداخلة (المتقاعلة)

وبناء على ذلك نجد أن الوزن المكافى لهيدروكسيد الصوديوم NaOH يساوى $1/40 \text{ ج}$ ،
ولهيدروكسيد الألمنيوم Al(OH)_3 يساوى ثلث وزنها الجزيئي $(26/78 \text{ ج})$

وبالنسبة للأمللاح يمكن حساب وزنها المكافى من العلاقة :

الوزن المكافى للملح = الوزن الجزيئي للملح / (تكافؤ أحد شقيه × عدد ذرات أو جزيئات هذا الشق في تركيب جزء الملح)

فالوزن المكافى لكلوريد الصوديوم NaCl يساوى 58.5 ج ولبيكربونات الصوديوم NaHCO_3 يساوى 84 ج أما الوزن المكافى لكريبونات الصوديوم Na_2CO_3 يساوى الوزن الجزيئي (106 ج) - عندما تستبدل ذرة صوديوم واحدة ونصف الوزن الجزيئي عندما تستبدل ذرتا الصوديوم $(2/106 \text{ ج})$ - (53 ج)

ويمكن عالم يمكن حساب الوزن المكافى من العلاقة التالية :

الوزن المكافى = الوزن الجزيئي / تكافؤ المركب في التفاعل

والميلي مكافى يساوى جزء من ألف جزء من الوزن المكافى وبناء على ذلك فإن :

عدد الميلي مكافئات - وزن المادة بالميليغرام / الوزن المكافى

عدد الميلي مكافئات = عدد الميلي مولات × التكافؤ

العلاقة بين التركيز المولاري والتركيز العياري :

التركيز العياري (N) = التركيز المولاري (M) × رقم التكافؤ n

رقم التكافؤ n : عدد أيونات الهيدروجين أو الهيدروكسيل التي تتفاعل أو تعطى أو تحل محل جزيئة واحدة من المادة جدول (1) .

جدول (1) : العلاقة بين العيارية والمولارية لعدد من المواد الكيميائية

المولارية	عدد الأوزان المكافحة / مول	العيارية	المادة
2	1	2	HCl
2	1	2	KHP
1.5	2	3	H_2SO_4
2	1	2	NaOH
3	2	6	Na_2CO_3
0.5	2	1	$\text{Ca}(\text{OH})_2$

فإذا عبر عن تركيز محلول من حمض كلور الماء HCl بالعيارية، فممكن الممكن التعبير عن هذا التركيز بالمولارية باستخدام المعادلة السابقة والتحويل بين التركيز، وبما أن عدد الأوزان المكافئة هي 1 ومن ثم فإن التركيز بالمول يساوي التركيز العياري، كما يمكن التعبير عن تركيز المحلول بأكثر من طريقة، فمثلاً : محلول من NaOH تركيزه 1 ن = 1 مول = $40000 \text{ ppm} = 4\%$.

المادة النقيّة Pure material :

هي مادة فياسية يمكن تحضيرها بتركيز معلوم بالضبط، وهي المواد الكيميائية التي تتوفّر فيها الشروط التالية:

- لا يقل تركيزها عن 99%.

- أن يكون لها وزن جزيئي كبير (التجنب حدوث نسبة خطأ أثناء الوزن).

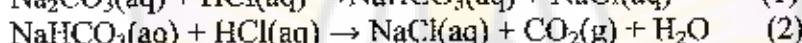
- لا تتغيّر في شروط الوسط العادي.

- أن تكون متوفّرة ورخيصة الثمن.

من أهم المواد النقيّة :

- كربونات الصوديوم Na_2CO_3 105.9885=M (غ/مول) : وتستخدم لمعايرة المحاليل

الحامضية كما في المعادلات التالية:



المرحلة الأولى تتم بوجود مشعر الفينول فتالين، بينما المرحلة الثانية تتم بوجود مشعر أحمر الميثيل

- فتالات البوتاسيوم $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$ M=204.22 (غ/مول) : وتستخدم هذه المادة في معايرة

المحاليل القلوية بوجود مشعر فينول فتالين ، حيث تنحل الفتالات في الماء وتعطي K^+

وأيونات الفتالات الحامضية $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4^-$ وتتفاعل مع الماءات وفق المعادلة :



ملاحظة 1: تتم عملية انتقاء مناسبة للمشعر حيث يتغير لونه قريباً من pH منطقة انتهاء التفاعل، وهذه النقطة يسهل ملاحظتها باستخدام مشعر يتغير لونه بسهولة ضمن مجال منطقة التعادل، ولهذا السبب كما في الجدول 2، وقد تضاف مشعرات مختلفة أحياناً إذا كانت نقطة التغير في المشعر المفرد غير واضحة.

ملاحظة 2: إن محليل المواد النقيّة هي محليل معلومة التركيز بالضبط في حين أن محليل المواد غير النقيّة تكون تقريرية التركيز وتحتاج إلى ضبط تركيزها بوساطة محليل قياسية محضرة من مواد نقيّة أو محليل ضبط عياريتها بمحاليل محضرة من مواد نقيّة. مثال: محلول هيدروكسيد الصوديوم، محلول حمض كلور الماء، محلول برمجذات البوتاسيوم. (قبل ضبط تركيزها بمحاليل قياسية)

ملاحظة 3: تحضير المحاليل العيارية في دورق معياري حصرًا .

الجدول 2 : بعض المشعرات المستخدمة في معايير المحاليل ومجال pH المفضل لاستخدامها

مجال تغير اللون pH	اللون في الوسط القاعدبي	اللون في الوسط الحامضي	طبيعة الدليل	المذيب	الدليل
0,3-9,2	أصفر	أحمر	قاعدي	كحول %95	Methyle Yellow لصفر الميثيل
4,4-1,3	أصفر برتقالي	أحمر	قاعدي	ماء	Methyle Orange برتقالي الميثيل
6,4 - 0,3	أرجواني	أصفر	حامضي	ماء	Bromophenol Blue أزرق البروموفينول
4,5-8,3	أزرق	أصفر	حامضي	كحول %95	Beomocresol Green أخضر البروموكريزول
0,6-4,4	أصفر	أحمر	قاعدي	كحول %95	Methyl Red أحمر الميثيل
4,8-8,6	أحمر	أصفر	حامضي	ماء	Phenol Red أحمر الفينول
8,9-0,8	وردي	عديم اللون	حامضي	كحول %95	Phenol pthalein فيتول فتالين

2-2- ضبط تركيز المحاليل غير القياسية :

من المهم معرفة التركيز الفعلي لهذه المحاليل المحضرة، ولكن من غير المناسب معرفة ذلك عن طريق أخذ وزن ماءات الصوديوم أو تركيز الحمض المركز، والسبب في ذلك أننا لا نعلم تركيب هذه المواد بشكل دقيق للحصول على رقم محدد لتحضير المحاليل المطلوبة عن طريق الوزن، ولهذا تقوم بذلك بطريقة أخرى عن طريق تحضير محلول قياسي من مادة نقيّة كفتالات البوتاسيوم الحامضية، وتحضير محلول حامضي منها يحتوي على كمية معلومة من الحمض،

حيث إن تركيب هذه المادة ونقاوة الحمض معروفة تماماً ويمكن الحساب الدقيق لكمية فتالات البوتاسيوم الحامضية عن طريق الوزن.

يمكن معايرة هذا الحمض الصلب (بشكل بودرة) بعد حلها بالماء مع محلول ماءات الصوديوم المحضر لتحديد كمية الماءات المنحلبة بدقة، وهذه العملية تجعل محلول المحضر من ماءات الصوديوم محلولاً قياسياً يمكن استخدامه في معايرة محلول حمض كلور الماء أو محلول حمض الكبريت المحضر وتحديد تركيز الحمض بشكل دقيق.

من المهم عند تحضير محلول فتالات البوتاسيوم القياسية أن يوحد الوزن منها بشكل دقيق والانتباه إلى نقطة انتهاء المعايرة لأن أي خطأ سيؤثر على نتائج الحسابات اللاحقة

المحلول مضبوط العيارية بمحلول قياسي يصبح محلولاً قياسياً يمكن أن يستخدم في ضبط محليل غير مضبوطة العيارية

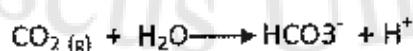
٢-٢-١- تحضير محليل قلوة :

تعد مادة هيدروكسيد الصوديوم والبوتاسيوم قواعد مهمة وقوية حيث تصنع بشكل أفران أو مسحوق، يحضر محلول من مادة هيدروكسيد الصوديوم بقوة تقريبية ثم تعدل إلى عيارية مضبوطة بمعاييرتها بمحلول حامضي كحمض كلور الماء أو الكبريت معلوم العيارية بالضبط ، أو بوساطة أحد المركبات المعروفة النقاء مثل فتالات البوتاسيوم الحامضية (Potassium Hydrogen Phthalate)، أو حمض البنزويك، أو حمض الأوكزاليك، أو حمض السلفانيك. تحضر الفتالات الحامضية بتخفيفها في الفرن على درجة حرارة 105°C مع الحذر بعدم رفع درجة الحرارة إلى أكثر من 125°C لأنها تتسامى مشكلة مركب غير فعال يسمى فتالات البوتاسيوم.

تجز عملية التسخين بين هيدروكسيد الصوديوم الموجود بالسجاجة ومحلول فتالات البوتاسيوم الحامضية في الدورق المخروطي بوجود دليل (مشعر) الفينول فتالين.

بعض الملاحظات :

- إن وجود ثاني أوكسيد الكربون CO_2 بالجو المحيط للماء يؤدي إلى انحساره من قبل الماء ومن ثم يتشكل حمض ضعيف في محليل المائية كما هو موضح بالمعادلة:



وإن استخدام ماء يحتوي على حمض ضعيف يؤدي إلى تفاعل جزء من القلوي مع الكربون لتكوين الكربونات الحامضية والكربونات، ومن ثم لا بد من التخلص من CO_2 الموجود في الماء قبل استخدامه في تحضير محلول ماءات الصوديوم.

- إن ماءات الصوديوم الصلبة المستخدمة في التحضير هي مادة غير نقية تحتوي على

كمية من الشوائب وهي مادة هيدروكسوكربونية.

- يفضل استخدام محضر مسبقاً من ماءات الصوديوم بتركيز 50% حيث يتربّس

ثاني أوكسيد الكربون على شكل كربونات الكالسيوم، ويستخدم هذا محلول في تحضير محلاليل المخففة منه.

مثال:

اذيب (0.4) غ من هيدروكسيد الصوديوم في كمية من الماء المقطر ثم أكمل الحجم إلى (200)

مل . المطلوب: ما هو تركيز محلول بالمولر M والنظامية N ؟

الحل: نقوم بحساب وزن المادة المنحلة في 1 ل من محلول :

200 مل ماء	توجد في	NaOH 0.4
1000 مل ماء (1 ل)	توجد في	س غ NaOH

$$2 \text{ غ} = \frac{0.4 \times 1000}{200} \text{ س -}$$

$$M 0.05 = \frac{2}{40} = \frac{\text{ التركيز / ل}}{\text{ الوزن الجزيئي}}$$

$$N 0.05 = \frac{2}{1/40} = \frac{\text{ التركيز / ل}}{\text{ الوزن المكافئ}}$$

أو نطبق القاعدة $Q = N E V$

Q: وزن المادة بالغرامات ، E: الوزن المكافئ

N: النظمية ، V: الحجم (لتر)

٢-٢-٢- تحضير محليل حامضية :

بعد حمض كلور الماء وحمض الكبريت من أهم الأحماض استخداماً مقارنة بالأحماض الأخرى. وتوجد هذه الأحماض بشكل محليل مرکزة ويحضر منها محليل عيارية ذات قوة تقريبية، وذلك بأخذ حجم معين و إضافته في ١ لتر من الماء مع الاستعانة بالمعلومات المدونة على العبوة من كثافة وتركيز كما هو موضح بالجدول (٣) .

الجدول (٣) : التركيزات القياسية للأحماض المركزية والقلويات

(كما هو مدون على بطاقات البيان على العبوة)

المولارية	الكثافة غ / مل	WT % (w/w)	اسم الحمض أو الأساس
17.4	1.05	99.7	حمض الخل
14.6	0.98	28	ماءات الأمونيوم (مائية)
12.0	1.18	37	حمض كلور الماء
15.6	1.40	70	حمض الآزوت HNO_3
14.7	1.69	85	حمض الفوسفور
18.8	1.84	96	حمض الكبريت

مثال :

يراد تحضير محلول (N 0.2) من حمض كلور الماء في بورق معياري سعة (١ ليتر) من حمض كلور الماء المركز ذو التركيز ٣١.٥ % (W/W) والكثافة ١.١٦ .

الحل :

١- حساب حجم محلول حمض كلور الماء المقابل لوزن ١٠٠ غ منه :

$$\text{حجم } 100 \text{ غ حمض كلور الماء} = \frac{1.16}{100} \text{ مل} = 86.21 \text{ مل}$$

٢- حساب كمية المادة المنحلة في ١ ليتر من محلول

كل (86.21) مل من محلول حمض كلور الماء المركز مذاب فيه ٣١.٥ غ من HCl كل (1000) مل من محلول حمض كلور الماء المركز يحتوي X غ من HCl $X = \frac{365.4}{1000} \times 86.21 = 32.2 \text{ غ}$

٣- حساب نظامية محلول :

$$\text{من العلاقة } Q = N \times V \quad \text{نستنتج أن } N = \frac{Q}{V}$$

4- حساب الحجم الواجب أخذة من حمض كلور الماء المركز لتحضير محلول بالنظامية المطلوبة

عدد المكافئات الغرامية قبل التمديد - عدد المكافئات الغرامية بعد التمديد

$$(ح \times ن) \text{ (قبل التمديد)} = (ح \times ن) \text{ (بعد التمديد)}$$

$$ح \times 0.2 \times 1000 = 10.01 \times$$

ح = 3 مل أي نأخذ 19.98 مل من الحمض المركز ونكمّل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة 1000 مل .

التجربة (2): تحضير محلول حمضي من حمض الكبريت معلوم التركيز حضر محلول (N 0.02) من حمض الكبريت في دورق معياري سعة (100 مل) من حمض الكبريت المركز { %96.5 ، ك = 1.84 } .

خذ (10) مل من المحلول الأخير المحضر وأضف لها نقطتين من مشعر الفينول فتالثنين ثم عاير بمحلول قياسي من كربونات الصوديوم نظاميته (N 0.01) حتى تغير اللون إلى اللون الزهري القاتح .

- احسب النظامية الفعلية للمحلول المحضر، عبر عن تركيز المحلول المحضر بالطريق المختلفة للتعبير عن التركيز .

- كرر المعايرة ثلاثة مرات واحسب المتوسط.

- قارن تركيز المحلول بعد معايرته بالمحلول القياسي مع تركيز المحلول المطلوب تحضيره.

- علل سبب الاختلاف.

التجارب المخبرية

التجربة (1) : تحضير محلول قلوي معلوم النظامية من ماءات الصوديوم:

المواد والأدوات المستخدمة :

- ماءات الصوديوم (صلبة)
- دورق معياري
- دورق عادي عدد 2
- ساحة
- قمع
- ماصة

يراد تحضير (100) مل من محلول ماءات الصوديوم (N 0.20) .

- احسب عدد الغرامات اللازمة للتحضير .
- زن الكمية المحسوبة بدقة في زجاجة ساعة وانقلها كمياً الى البيشر الذي يحتوي كمية قليلة من الماء المقطر
- أذيب بلوارات ماءات الصوديوم بشكل جيد ثم انقلها بحذر الى الدورق المعياري واكمل الحجم الى 100 مل بالماء المقطر .
- تأكد من النظامية المحضرة فعلياً وذلك بالمعايرة باستخدام فتالات البوسيوم الخامضية المحضرة كما سيرد في التجربة (4) ؟ عبر عن تركيز محلول المحضر بالطريق المختلفة للتعبير عن التركيز .
- كرر المعايرة ثلاثة مرات لحساب المتوسط .
- بين كيف يمكن تحضير محلول السalic بالتركيز المطلوب بدقة ٤%

التجربة (2): تحضير محلول حمضي من حمض كلور الماء معلوم التركيز :

حضر (200) مل من حمض كلور الماء (N 0.20) من محلول تركيزه (36%) وكتافته (1.52). والمطلوب :

- احسب كمية الحمض اللازمة للتحضير .

- كيف تتأكد من النظامية المحضر فعلياً ؟ عبر عن تركيز محلول المحضر بالطرق المختلفة للتعبير عن التركيز.
- كرر المعايرة ثلاثة مرات لحساب المتوسط.
- بين كيف يمكن تحضير محلول سابق بالتركيز المطلوب بدقة.

التجربة (3) : ضبط عيارية المحاليل :

طريقة معايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم المحضر سابقاً بمحلول فتالات البوتاسيوم معلوم النظامية (مادة قياسية)

- تؤخذ وزنة معينة من الفتالات (وزنها المكافئ = 204.2) ضمن زجاجة ساعة وتوضع في الفرن على درجة حرارة 100°C لمدة ساعتين للتخلص من الرطوبة، ثم تبرد داخل المجفف الزجاجي، وذلك لأن وزن المادة الحلبية الساخنة يزداد إلى أخطاء في الوزن .
- تؤخذ وزنة بصورة مضبوطة بين (0.7 - 0.9 g) في دورق مخروطي سعته 250 مل، يضاف إليها 50 مل من الماء المقطر.
- يتم المزج لتمام الإذابة ثم يضاف (2-3 نقطة) من مشعر الفينول فتاليين .
- المعايرة مع هيدروكسيد الصوديوم الموجود بالسحاقة حتى نقطه التعادل وظهور اللون الوردي الفاتح والذي يبقى ثابتاً لمدة 5 ثواني.
- تعاد عملية المعايرة ثلاثة مرات ويؤخذ المتوسط \bar{X} .
- يحسب التركيز الفعلي للمحلول القلوي المحضر

ملاحظة:

إذا كان التركيز المحسوب أعلى أو أقل من التركيز المطلوب فإذا لم يطلب التركيز بدقة عالية كان يطلب تحضير محلول بتركيز 0.100 N، فيسجل التركيز المحسوب على عبوة محلول المحضر ويستخدم بالحسابات فيما بعد، أما إذا كان المطلوب تحضير محلول بتركيز بدقة محددة فمن الممكن تخفيف محلول الأعلى تركيز إلى التركيز المحدد وفق القانون التالي:

$$H \times n = H' \times n'$$

أما إذا كان التركيز المحسوب أقل من التركيز المطلوب فلا بد من إعادة تحضير محلول أو إزالة المنحل وإعادة المعايرة مرة ثانية للتأكد من التركيز المضر .

مسائل للتدريب

- 1- كيف تحضر 100 مل من محلول ملحي من ملح كلور الصوديوم 0.10 ن. وكيف تتأكد من النظامية المحضره بأنها مطابقة لقيمة المطلوبه ؟
- 2- بين الفرق بين تركيز كلا المحلولين المحضررين كما يلي:
الأول : أذيب 0.754 غ من ملح كلور الصوديوم في ماء مقطر وأكمل الحجم إلى 250 مل
الثاني: أذيب 0.754 غ من ملح كلور الصوديوم في 250 مل ماء مقطر .
- 3- يراد تحضير محلول 2 N من حمض الخل تركيزه %100 (w/w) في دورق سعة 100 مل، علماً بأن الكثافة 1.05 .
- 4- كم غراماً من هيدروكسيد الصوديوم تحتاج لتحضير محلول حجمه 250 مل و تركيزه 2 ن ؟
- 5- كم ميلتر من حمض كلور الماء المركز (تركيزه %36 ، وكثافته 1.16) تحتاج لتحضير محلول حجمه 500 مل و تركيزه 5 ن ؟
- 6- كم غراماً من هيدروكسيد الصوديوم تحتاج لتحضير محلول حجمه 250 مل و تركيزه 2000 جزء بالمليون ؟
- 7- كم ميلتر من حمض كلور الماء المركز (تركيزه %36 ، وكثافته 1.16) تحتاج لتحضير محلول حجمه 500 مل و تركيزه 4 % (و/ح) ؟
- 8- كيف يمكن التأكيد من تركيز المحاليل المحضره سابقاً ؟
- 9- هل يمكن تسمية المحاليل المحضره محاليل قياسية ؟ ووضح ذلك
- 10- بين كيف يمكن تحضير 100 مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتركيز التالية (0.2 ن - 200 -10 ppm) بدءاً من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 5.0 ن ؟



الجلسة الثالثة: الماء في الأغذية: الخصائص الكيميائية والفيزيائية

Water In Foods: Chemical and physical properties

الهدف من الجلسة:

- التعرف على أهمية الماء في تركيب المواد الغذائية .
- التعرف على الأشكال المختلفة لانتشار المكونات في النظم الغذائية
- التعرف على شروط الاحفالية و أنواع المنحلات في الأغذية و تحضير بعضها.
- تأثير المنحلات على خصائص الماء: درجة الغليان - القساوة .

٣-١- المقدمة

يعد الماء مكوناً مهماً في مجال التصنيع الغذائي، فهو يدخل في تركيب جميع الأغذية الطازجة ويدخل في تركيب الخلايا الحية، ويساهم في معظم التفاعلات الكيميائية، كما يستخدم في معظم عمليات التصنيع كوسط محل (مذيب) أو كملظم حراري، كما يستخدم في عمليات البيسترة والتعقيم والتنظيم. ويوضح الجدول (٤) نسب الماء في مجموعة من الأغذية المختلفة:

الجدول (٤): المحتوى الرطوي لبعض المواد الغذائية

نوع المادة الغذائية % الرطوبة		نوع المادة الغذائية % الرطوبة	
الدهون والزيوت:		الحبوب ومنتجاتها	
16.9	الزبدة ، والزيادة المملحة	10.3	دقيق القمح ، حبة القمح الكاملة
0	الزيت	10.2	المعكرونة
اللحوم		الفاكهة والخضار	
63.2	اللحم البقرى	83.9	تفاح طازج مع القرفة
68.6	لحم الدجاج	15.4	الرزيق
79.1	لحم السمك	79.0	البطاطا

تفاعل مكونات الغذاء مع الماء وفق خاصية القطبية و الروابط الهيدروجينية والتدخلات الكارهة للماء، ويكون نتيجة هذه التفاعلات التغير في الخصائص الكيميائية الفعالة للماء.

يعرف الانحلال بأنه فصل جزيئات المحلول عن بعضها البعض (محلول - من محل) عن طريق احتاطتها بالماء بحيث تصبح قوى الارتباط (محلول - ماء).

تتميز بعض المغذيات الأساسية في الغذاء كالكربوهيدرات والبروتينات والفيتامينات والعناصر المعدنية بأنها مركبات محبة للماء، كذلك أجزاء من جزيئات الدهن، ويمكن أن توصف السلسلة الألكيلية من الدهون والبروتينات بأنها كارهة للماء.

إن انحلال مكونات الغذاء بالماء أو الماء المدعص، يجعل الماء يوجد بصور عدّة وفقاً للفوّة التي يرتبط بها مع تلك المكونات ضمن الغذاء وأهمها:

الماء الحر: Free water : هو الماء الذي يحتفظ بصفاته من حيث كونه مذرياً للسكريات والأملأح والأحماض، ووسط تذوب به الغرويات المحببة للماء كالبروتينات والصموغ والمركبات الفينولية .

الماء المدعص : Adsorbed Water : يوجد هذا الماء بشكل طبقة رقيقة جداً داخل وخارج سطوح المواد المصلبة الموجودة كاللنشاء والبكتين والسيلوز والبروتين، مرتبطةً بها بقوى جذب كالروابط الهيدروجينية (Hydrogen Bonds) أو قوى فاندرفالس (Vander Waals Forces).

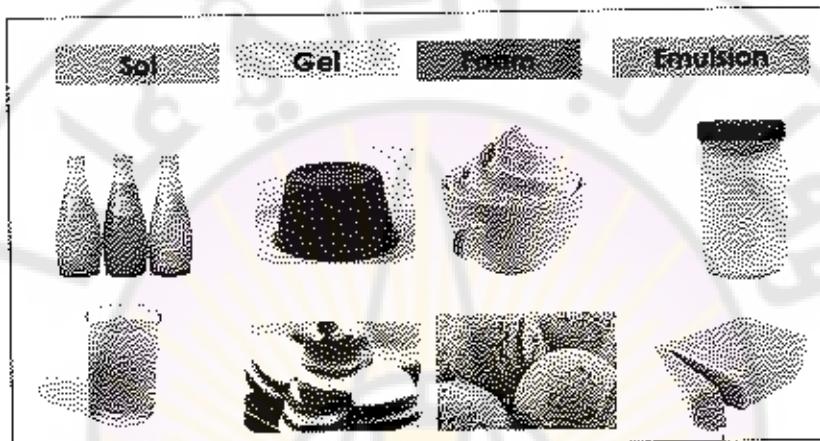
الماء المرتبط Combined Water: هو جزء من الماء المحتجز كيميائياً مع بعض المركبات كالكلور والماليكوز وببعض الأملاح كنترات البوتاسيوم، ويسمى هذا الماء بماء التمييـه Hydration water، وهو أيضاً الماء المحاط بالجزئيات المنحلة والمرتبط بها بروابط مخضفة.

تختلف الصفات الفيزيائية للمحاليل المائية عن الصفات الفيزيائية للماء النقي كالضغط البخاري الذي ينخفض للمحاليل المائية عن الضغط البخاري للماء النقي والذي يؤدي بدورة إلى رفع درجة حرارة الغليان وانخفاض درجة حرارة التجمد.

2-3- الأشكال المختلفة لانتشار المكونات في النظم الغذائية Dispersion of matter

يمكن أن يصنف انتشار المواد في النظم الغذائية وفق الحالة الفيزيائية لجزيئات المنحلة أو المنتشرة إلى:

- المحاليل: (Sols) : انتشار (صلب في سائل)، مثلاً: محلول سكري، محلول حمضي.
- المستحبات: (emulsions) : انتشار سائل في سائل، مثلاً: زيت في ماء أو ماء في زيت مایونیز ، مارغرین.
- الرغاوي: Foams: انتشار غاز في سائل أو غاز في صلب، مثلاً: الكريمة، الآيس كريم.
- الجيل: Gets : انتشار سائل في صلب ، مثلاً: هلام الجيلاتين. الشكل(1)



الشكل (1) : بعض تمايز النظم الغذائية المختلفة
هذا تقريراً ستة أنواع من الجمل الغذائية بحسب طبيعة المذيب والمادة المنتشرة موضحة بالجدول (5) .

الجدول (5) : أنواع الجمل الغذائية

مثال	حالة وسط الانتشار	حالة المادة المنتشرة
صمغ	صلب	صلب
محلول (نشاء، بروتينات ، سكر)	سائل	صلب
جل (الجيليـه)	صلب	سائل
مستحلب (حليب ، كريما سائلة)	سائل	سائل
رغوة، بوطنة	صلب	غاز
مياه غازية ،كريما مخفوقة	سائل	غاز

تختلف العديد من الأخذية من أكثر من طور منتشر في طور مستمر (مثل : الحليب السائل).

1-2-3- المحاليل: (sols)

المحلول solution : هو نظام مكون من واحد أو أكثر من المركبات التي قد تكون صلبة وتمامي المنحلات (الطور المنتشر ، المكون الموجود بالكمية الأقل) ، والمنتشرة في محل (الطور المستقر المكون الموجود بالكمية الأعلى) والذي يكون ماء أو زيت مائدة .

ويعبر عن الانحلالية solubility بكمية المادة المنحلة في محل عند درجة حرارة محددة ويتعلق بثلاثة عوامل أساسية :

- قطبية محلول والمحلول : كلما كان الفرق في القطبية بين محلول والمحلول صغيراً، كلما كانت الانحلالية أعلى (الشبيه يحل الشبيه).
- درجة الحرارة : بازدياد درجة الحرارة تزداد الانحلالية في معظم الحالات.
- الضغط: لا تأثير للضغط على الانحلالية إلا إذا كان المحلول من طبيعة غازية والمحل وسط سائل (مثل المشروبات الغازية التي تحتاج عند تحضيرها لضغط عال وحرارة منخفضة).

عندما تكون كمية المادة المنحلة في محل أعظم ما يمكن يكون محلول بحالة إشباع ، حيث أن إضافة كمية جديدة من المادة المنحلة للوسط ستؤدي لنترسيبها .
وحيث إن العديد من التفاعلات التي تتم في المخبر أو في أجسامنا تتم ضمن محاليل ، فإنه من الضروري أن تكون قادرین على تحديد تركيز المحلول أو العلاقة بين كمية المحلول والمذيب في المحاليل ، وهذا يتطلب إجراء اختبارات كيمائية أو فيزيائية ، كاختبارات الترسيب لتحديد الشوارد أو الجزيئات الموجودة في محلول .

أنواع المحاليل : هناك ثلاثة أنواع من المحاليل

3-1-1- المحول الحقيقي True solution : هو محلول متجانس شفاف يتراوح قطر جزيئات المادة المنحلة بين (0.1-1) نانوميتر وهي عبارة عن ذرات أو جزيئات صغيرة أو شوارد أو شوارد متعددة الذرات ، بحيث تكون أجزاء المادة المنحلة غير مرئية سواء بالعين المجردة أو بالمجهر العادي ، ولا يمكن فصلها عن محلول بالترشيح ، وهذه المحاليل مستقرة أي لا تترسب فيها المادة المنحلة مع الزمن إذ تكون بحركة مستمرة ضمن محلول ، وهي محاليل يخترقها الضوء دون أن يتشتت بسبب الحجم الصغير لأجزاء المادة المنحلة الذي يجعلها غير قادرة على عكس الضوء .

مثال : محلول كلور الصوديوم في الماء (إن معظم محليل الأملاح في الماء عبارة عن محليل حقيقي)، أيضاً تشكل بعض المركبات العضوية مثل السكر والليوريا محليل حقيقي عند احتلالها بالماء.

3-2-1-2 محلول المعلق : Suspension

وهو محلول غير متجلانس، يبدو بحالة نصف شفافة (cloudy translucent) مكون من طورين صلب (الطور المعيذر) والسائل (وسط المعيذر)، يتراوح قطر جزيئات المادة المنحللة الصلبة {100-200} نانوميتر وهي عبارة عن تكتلات من المكونات أو حبيبات معdenية مثل الرمل. وهي غالباً مرئية بالعين المجردة وترى تحت المجهر بوضوح، ويمكن فصلها عن محلول بالترشيح .

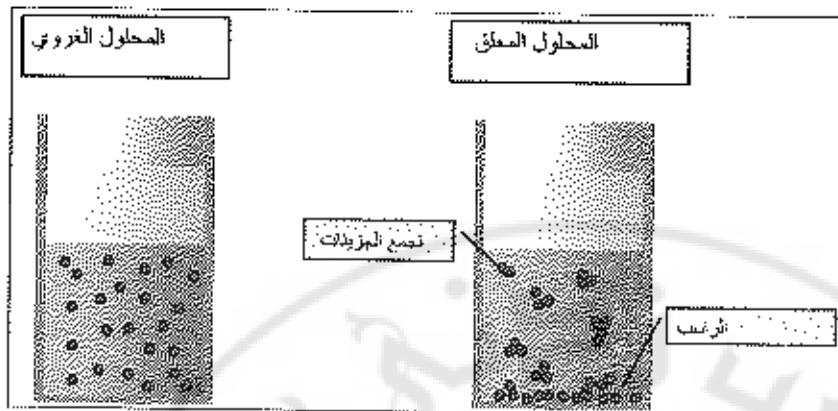
وتشكل هذه المحاليل أنظمة غير مستقرة وغير ثابتة بسبب ميل المادة المنحللة للتربص تحت تأثير قوة الجاذبية. وهذه المحاليل قادرة على تشتت الضوء المار عبرها لأن الحجم الكبير لجزيئات المادة المنحللة يجعلها قادرة على عكس الضوء.

مثال : كلور الصوديوم في البنزن، كلور الفضة أو سلفات الباريوم أو الرمل في الماء.

3-2-1-3 محلول الغروي : Colloidal

وهو محلول متجلانس قد يكون شفافاً، ويتألف من طور منتشر يتوزع بشكل منتظم ضمن طور الانتشار، تتراوح أقطار الجزيئات (1-100) نانوميتر وهذه الأبعاد تقع في الوسط بين أبعاد جزيئات محلول الحقيقي وجزيئات المعلق، وهي عبارة عن تجمعات من الذرات أو الجزيئات أو الشوارد أو جزيئات ماكروية (البروتين). وهذه الأجزاء تعد غير مرئية بالعين المجردة وبواسطة المجهر العادي ولا يمكن فصلها عن محلول بالترشيح و تترسب بالطرود المركزي ذي السرعة العالية جداً فقط . وهي محليل مستقرة وثابتة بفضل الحركة البروتينية الدورانية المستمرة للمادة المنحللة ضمن محلل مما يمنع ترسيبها مع الزمن الشكل (2) .

وتترسب فقط بفعل التخثر الناجم عن إضافة شوارد تعاكس شحنة الغرويات المنحللة مما يؤدي لتجمعها وإزدياد حجمها و من ثم ترسيبها . وهذه المحاليل قادرة على تشتت الضوء المار عبرها على شكل شعاع ضوئي ويسمى هذا ب Tyndall effect .



الشكل (2) : شكل انتشار الجزيئات في المحلول الغروي والمحلول المعقّد

3-2-4 المستحلب: هو مزيج من سائلين غير منطقيين، (سائل - سائل) وهو نظام منتشر في العديد من الأغذية (المایونیز - الحليب)، المستحلب يمكن أن يكون مؤقتاً (ينفصل خلال عدة دقائق) أو دائمًا (لا ينفصل خلال شهر أو أكثر). وللحصول على مستحلب دائم لا بد من وجود مادة مستabilizer، يكون دورها تقليل التوتر السطحي بين طور الماء والزيست و من ثم تقليل المقاومة المائية لحدوث انفصال الأطوار.

التجارب المخبرية

التجربة (1): اختبار اتحاللية بعض المركبات في نوعين من محلالت (الماء، الزيت)
اختبار الانحلالية لمجموعة من المركبات في نوعين من محلالت أحدهما قطبي والآخر
لائقبي.

- ضع 3 مل من الماء في 9 أنابيب ثم أصف الماء المذابة المذكورة في الجدول اللاحق
(بشكل بلورات للمواد الصلبة و 1 مل للمواد السائلة) و حرك الخليط بشكل جيد ثم سجل
ملاحظاته.

- أعد الخطوة السابقة مع استبدال الماء المائي بالزيت (محل لا قطبي).
- سجل مشاهداتك في الجدول (6)
- حل النتائج التي شاهدتها من خلال المراجع العلمية المتعلقة بالطبيعة الكيميائية لكل مادة .

الجدول 6 : مدى اتحاللية المواد المختلفة في محللات المختلفة

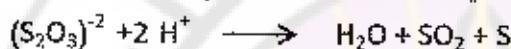
المادة المذابة	المذيب	المشاهد	المادة المذابة	المادة المذابة	المذيب	المشاهد	المذيب	المادة المذابة
NaCl	الماء					الماء	Ethanol	
	الزيت					الزيت		
table sugar	الماء					الماء	<i>n</i> -propanol	
	الزيت					الزيت		
Oil	الماء					الماء	<i>n</i> -butanol	
	الزيت					الزيت		
MgSO ₄	الماء					الماء	<i>n</i> -octanol	
	الزيت					الزيت		

التجربة (2): تحضير محلول غروي والتعرف على صفاته

أدب بدورتين من ثيوسلفات الصوديوم في 5 مل من الماء متزوج الشوارد في أنبوب اختبار نظيف وكبير . تفحص قابلية محلول لتشتت الضوء عبر وضع أنبوب الاختبار حيث تمر عبره أشعة ضوء أحد مصايبخ المخبر فإذا كان محلول المختبر حقيقياً يجب ألا يسبب تبعثر الضوء ..
ملاحظة:

إذا لاحظت وجود تبعثر الضوء فقد يكون سببه جزيئات غبار عالقة بالأنبوب ويحتاج الأنبوب للتنظيف.

أضف 10 نقط من حمض كلور الماء M6 لمحلول الصوديوم ثيوسلفات، حيث تسبب هذه الإضافة تشكل مادة غروية للكبريت في الماء نتيجة التفاعل التالي:



- تفحص قابلية محلول لتشتت الضوء وقد يستعرق الاختبار بضع دقائق ليبدأ .

التجربة (3): تحضير جملة استحلابية

الهدف من هذه التجربة: هو التعرف على فعالية المواد المختلفة كعوامل مستحلبة .

تؤدي عوامل الاستحلاب وظيفتها عن طريق امتصاصها على السطح البيئي بين الزيت والماء لتكوين طبقة أحاجية مرتبطة أو موجهة بنظام معين يكون فيها: الجزء المحب للدهون من المادة المستحلبة داخل طبقة الزيت والجزء المحب للماء من المادة المستحلبة داخل طبقة الماء مما يقلل من التوتر المسطحي بين الزيت والماء فتنغمس المجموعة القطبية في الماء وتنتفع لارتباط عدد كبير من جزيئات الماء بها نتيجة التأثيرات القطبية ، أما السلسلة الهيدروكربونية (شاق المحب للدهون) فتدور في الزيت ونتيجة ارتباط المجموعة القطبية بعدد كبير من جزيئات الماء يصبح مقطعاً كثيراً عن مقطع الجزء غير قطبي ويندفع الماء ليشغل مكان وسط الانتشار مخلفاً قطرات الزيت . أما في حالة صابون الكالسيوم الثنائي فيكون مستحلب الزيت في الماء (W / O) حيث يصبح مقطع السلسلة الهيدروكربونية أكبر من مقطع الجزء القطبي فيربط الزيت بالماء ويكون مستحلب ماء في زيت (W / O)

المواد :

صبغة مسودان 0.01 غ ، زيت نباتي 500 مل ، خلاط كهربائي ، صفار بيض 2 مل ، منظف سائل ، ليسينن 2 غ ، (تونن - 40) 5 مل .

طريقة العمل:

- لون الزيت النباتي يصبحه سودان الذواية بالدهن.
- اخلط المادة المستحلبة بالمحل المذكور بالجدول.
- ضع الزيت والماء في وعاء الخلط .
- اخلط لمدة 3 دقائق على السرعة المتوسطة.
- انقل المزيج إلى بيسدر وسجل ملاحظتك.

الجدول (7) : الاختلافات في تكوين المستحلبات

المحل المستخدم في حل مادة المستحلبة	الماء (مل)	الزيت (مل)	الكتلة المضافة	المستحلب
				زيت / ماء
-	40	10	0	شاهد (لون اصلفة)
ماء	40	10	0.5 مل	صفار البيض -
ماء	40	10	0.5 مل	منظف -
				ماء / زيت
	10	40	0	شاهد (لون اصلفة)
زيت	10	40	0.5 غ	ليسين
ماء	10	40	0.5 مل	بياض البيض
ماء	10	40		منظف 0.5 مل

3-3- تأثير المنحلات في خصائص الماء :

تأثر خصائص الماء بوجود المنحلات المختلفة وتسمى الخصائص التي تعتمد على عدد الجزيئات (وليس على نوع الجزيئات) في محلول بالخصائص المترابطة Colligative properties وتنقسم: درجة الغليان - درجة التجمد- الضغط البخاري - الضغط الأسموزي.

3-3-1- تأثير المنحلات في درجة الغليان والتجمد:

إن الحساب الرياضي لدرجة الغليان أو التجمد يمكن أن يحسب من خلال المعادلة التالية:

$$\Delta t = K_b \times m \times n$$

m = المولالية: عدد مولات المنحل في 1 كغ من محلل، ويمكن التعبير عن ذلك بأسلوب آخر:

$$(1) \quad \Delta t = K_b K_f \frac{\left(\frac{1000}{\text{وزن مول من المنحل}} \right) \text{وزن المنحل}}{n}$$

حيث K_b : هي ثابت ارتفاع درجة حرارة الغليان وتساوي 0.51°C لكل مول من المنحل في 1000 غ من محلل (إذا كان محلل هو الماء)
 K_f : هي ثابت انخفاض درجة حرارة التجمد وتساوي -1.86°C لكل مول من المنحل في 1000 غ من محلل (إذا كان محلل هو الماء)
 n : عدد الجزيئات المنحل في المول .

مسألة : يحتوي ماء البحر على 3.5 غ ملح كلوريد الصوديوم بـ 100 غ ماء بحر ، احسب درجة غليان هذا الماء :

$$\begin{aligned} \text{الحل: عدد المولات في هذا محلل} &= 3.5 \div 59.5 = 0.058 \text{ مول} \\ \text{مول موجودة في 100 غ محلل ، أي} &0.058 \\ \text{مول موجودة في } (3.5-100) \text{ غ ماء (المحلل)} &0.058 \\ \text{مول موجودة في 1000 غ ماء} &96.5 \div (1000 \times 0.058) \\ &= 0.601 \\ \Delta t &= 0.51 \times 0.601 \times 2 = 0.61^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

3-2-2- المنحلات وقساوة المياه :

يحتوي الماء على مجموعة من الأملاح المعدنية الذائبة ، والتي تختلف في نوعيتها وكميتها وفقاً لمصدر المياه . وبعد تقدير قساوة المياه من الاختبارات المهمة في معامل الأغذية من أجل الاستخدام المناسب لها .

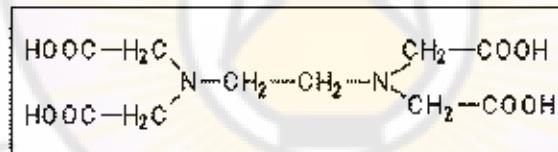
3-2-3- قساوة الماء: تعطي بعض الأملاح الذائية في الماء صفة القساوة للماء ، كأملاح الكالسيوم والمغنزيوم . فالماء القاسي هو الماء الحارق على نسبة عالية منها ، وهي تقايس بعدد الميلري مكافئات الغرامية لشوارد الكالسيوم والمغنزيوم في البتر من العينة . تحدد نوعية الشوارد المسائية المرتبطة مع شوارد الكالسيوم والمغنزيوم نوع القساوة الموجودة في الماء وتقسم إلى :

- قساوة دائمة: سببها الكربونات والكبريتات .
- قساوة مؤقتة : سببها وجود البيكربونات (تتفكك أثناء الغليان)
- القساوة الكلية : مجموع كمية الأملالح المنطلة في الماء ويغير عنها بعدي مكافئ غرامي إلـ

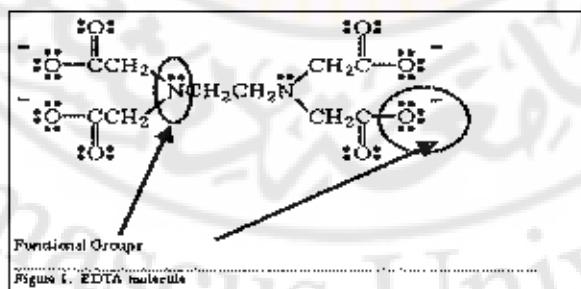
تحدد قساوة المياه مدى صلاحية الماء لاستخدامات الصناعية، حيث تستخدم المياه الطيرية في معامل الكونسروة (البيقوليات المعلبة) لمنع تليف أنسجة المادة المعلبة والحفاظ على حموضة الوسط، وفي معامل المياه الغازية، وأثناء عمليات البسترة والتتعقيم وفي علبات إنتاج الخبز لأن الأملالح الذاتية في حال وجودها- تترسب بالحرارة مما يؤدي لانسداد الصمامات والأنباب، بينما تستخدم معامل تصنيع البيرلا الماء الفاسدة التي تساهم في تحسين مواصفات اللون وكمية الكحول الناتجة، كذلك يتم استخدام الخباز الماء القاسي بسبب أن شوارد الكالسيوم تؤدي إلى تقوية بروتينات الغلوتين أثناء خلط العجين، وأحياناً تضاف بعض أملالح الكالسيوم للعجين لتحسين جودة الخبز .

2-2-3 تقدير القساوة:

المبدأ : يعتمد تقدير قساوة المياه على معايرة شوارد الكالسيوم والمغذريوم بمحلول قياسي من مادة EDTA (أيتيلن ثائي أمين رباعي حمض الخل) { الشكل 3 } وبوجود مشعر ايروكروم بلاك T (اصباغة عضوية تشكل معقدات ملونة مع الشوارد الموجبة) حيث EDTA : مركب مخلبي له القدرة على خلـب والتقطـاط الكـاتـيونـات (الشوارد الموجبة) الموجودة في الماء (الشكل 4) .

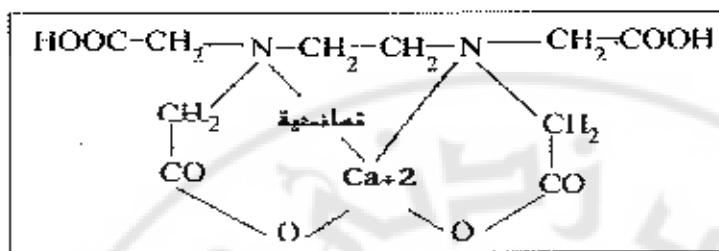


الشكل (3) الصيغة الكيموائية لمركب EDTA



الشكل (4) : المجموعـات الفعـالة في مركـب EDTA التي تقوـي بـرـيط الشـوارـد المـعدـنية في الوـسط

أثناء التفاعل يتم استبدال شوارد الهيدروجين الفعالة في مجموعات الكربوكسيل بشوارد المعدن،
إذ يتم تشكيل المعقد بواسطة التكافؤات الرئيسية للمجموعات المرتبطة. الشكل (5)



الشكل (5) : معقد EDTA مع أحد الكاتيونات ثنائية التكافؤ

شروط مشعرات المعايرة: يجب أن تتميز المشعرات (Ind) المستخدمة في المعايرة بصفات عده :

- أن يكون المعقد الملون المتكون من المشعر والشوارد في الوسط أقل ثباتاً من المعقد المتكون من EDTA معها.
- يجب أن يكون لون المعقد المتشكل بين المشعر و الشاردة مختلف عن لون المشعر الحر.

معادلة تفاعل شاردة المعدن مع المشعر :



المشعر المستخدم هو الأيروكروم الأسود T ، وهو صبغة دي آزو ، يشكل معقد مع الشوارد الموجبة بلون أحمر بنفسجي وعند نقطة التكافؤ أثناء المعايرة بمركب EDTA يعود المشعر إلى الحالة الحرجة وينقلب لونه للأزرق ويكون المعقد مع مركب EDTA كما في المعادلة :



التجارب المخبرية

التجربة (4) : تأثير المنحلات في درجة الغليان

العديد من الصناعات الغذائية تعتمد على خصائص المحاليل المتزايطة colligative properties كدرجة الغليان ودرجة التجمد. على سبيل المثال: درجة حرارة الطهي النهائي للسكاكر ودرجة حرارة التجمد للحلويات.

الهدف من التجربة: إظهار تأثير المنحل على الصفات المتزايطة للمحلول كالغليان.

المواد: سكر سكروز، ملح كلوريد الصوديوم .

التجربة:

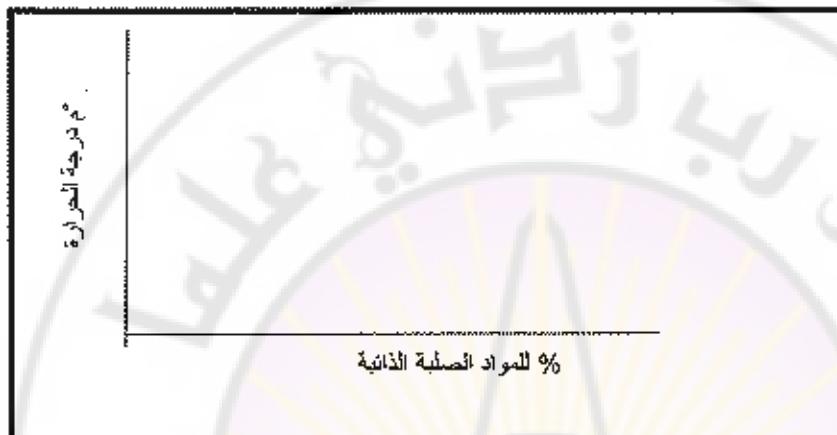
- عاير ميزان الحرارة الذي يستخدمه عن طريق تحديد درجة غليان الماء المقطر.
- حضر محلول ملحي بإضافة 10 غ من NaCl إلى 100 مل ماء مقطر في بيشر.
- وضع محلول على مصباح اللهب بعد وضع شبكة الأسيستوس، ووضع ميزان الحرارة عندما يبدأ محلول بالغليان.
- اسحب 2 مل من محلول إلى أنبوب اختبار عند كل من درجات الحرارة التالية: 101 ، 105 ، 106 م
- احسب تركيز الملح المتوقع (ع منحل/غ محل) عند كل من درجات الغليان باستخدام المعادلة (1) و(2):

$$(2) \quad \% \text{ للمواد المنحلة} = \frac{100}{X+1} \times \frac{\text{وزن المنحل}}{\text{وزن محلل}}$$

حيث $X = \frac{\text{وزن الملح}}{\text{وزن محلل}}$

- احسب % للمواد الصلبة الذائبة باستخدام جهاز الرفراكتوميتر
- ارسم العلاقة بين درجة الغليان و% للمواد الصلبة الذائبة المقاسة بالرفراكتوميتر والقيم المحسوبة نظرياً على المنحنى نفسه.
- أعد التجربة السابقة ولكن باستخدام 10 غ من سكر السكروز في 100 مل ماء مقطر .
- خذ 2 مل من محلول عند درجات الحرارة 100.5، 101.5 ، 102 ، 102 م

- حضر محلول بتركيز 50 غ سكر سكروز في 100 مل ماء مقطر
- خذ 2 مل عند درجات الحرارة التالية : 103 ، 106.5 ، 112 ، 114 م
- حدد % للمواد الصلبة الذائبة باستخدام الرفراكتوميتر
- احسب تركيز السكر المتوقع وارسم العلاقة بين % للتركيز ودرجة الحرارة كما في الشكل (6)



الشكل (6) : العلاقة بين % للمواد الصلبة الذائبة و درجة حرارة الغليان

التجربة (5) : التعرف على قساوة المياه وتقديرها
الأكوات المطلوبة:

دوارق معيارية سعة 500 ، 100 مل

دورق عادي عدد 2

سحاحة، قمع، ماصة

تحضير المحاليل:

- المشعر: يضاف حوالي 0.5 غ من ليروكروم أسود إلى 100 غ من ملح الطعام.
- محلول الموقى النشادي ($\text{pH} = 10$) : وذلك بحل 6.75 غ من كلور الأمونيوم (NH_4Cl) في 57 مل من الأمونيا المركزة ويكملا الحجم إلى 100 مل .
- محلول EDTA مولار ($M = 0.01$) : يوزن 3.72 غ من إيتيلين ثانوي أمين ثلاثي كلور حمض الخل (EDTA) ويضاف له 0.1 غ من كلور المغنتزيوم $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ وتتقل

إلى كأس يبشر 500 مل ، تحل المواد الصالبة بقليل من الماء المقطر ثم تنقل إلى دورق معياري سعة 1 ل ويكمم الحجم بالماء المقطر .

- محلول كربونات الكالسيوم : يوزن حوالي 0.4 غ من كربونات الكالسيوم الجافة ، تنقل المادة الصالبة إلى بالون معايرة سعة 500 مل باستخدام 100 مل ماء مقطر .

ضبط عيارية EDTA :

- خذ 20 مل من محلول كربونات الكالسيوم القياسي الموجود في الساحة ، وضعه في دورق سعة 150 مل

- أضيف 2 مل من محلول الموقى الشادري و قليل من المشعر

- علىز بعناية بمحلول EDTA المحضر والموضوع بالساحة حتى تحول اللون من الوردي إلى اللون الأزرق الفاتح

- أعد التجربة مرتين وسجل النتائج

- احسب عدد مولات Ca+2 التي احتجتها من أجل معايرة 20 مل من محلول ، واحسب المolarية (M) لمحلول EDTA المحضر ، ثم احسب المتوسط .

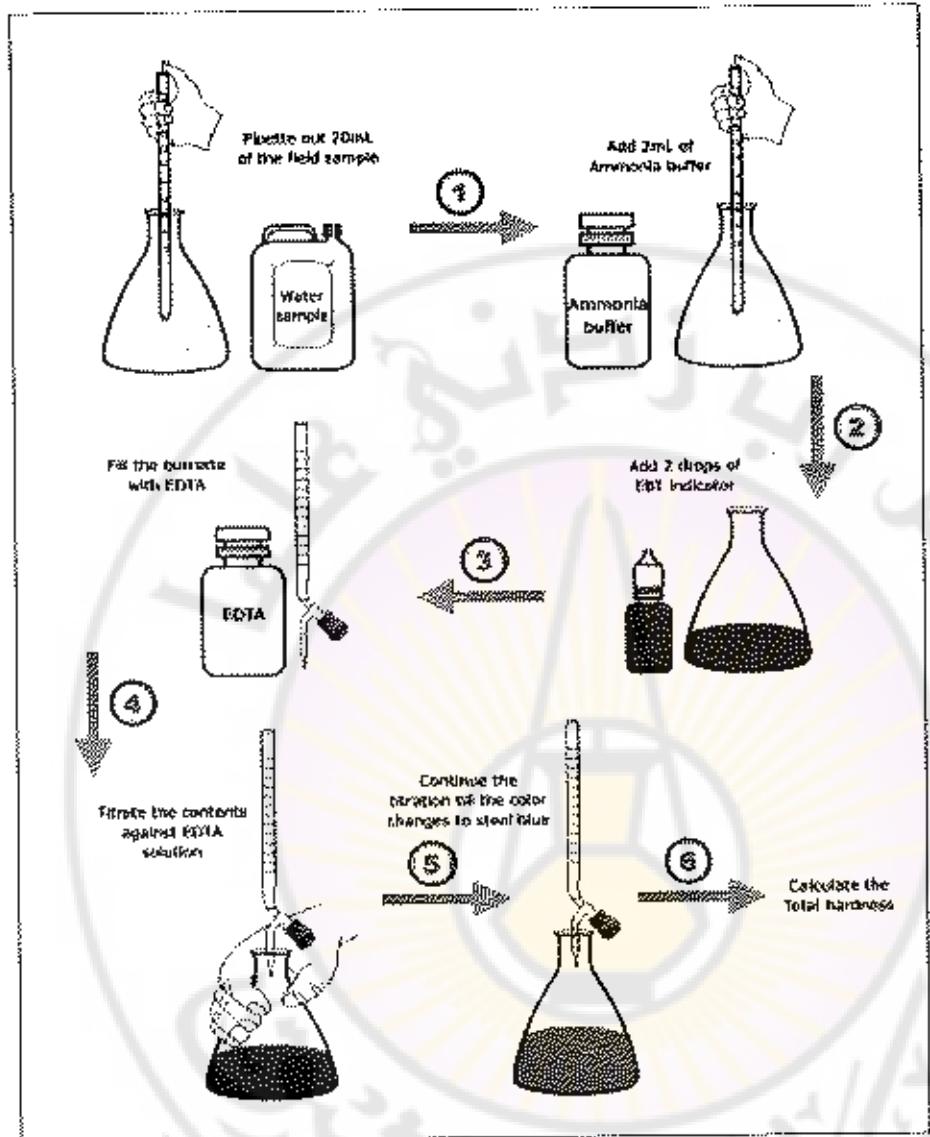
تقدير قساوة الماء : كما يوضح الشكل (7)

- تنظيف الساحة بالماء المقطر ثم خسلتها بقليل من محلول EDTA المحضر من أجل إزالة أي معادن محتمل أن تكون عالقة على الزجاج .

- يؤخذ 20 مل من ماء العينة وتوضع في دورق معياري .

- يضاف إليها 5 مل من محلول الموقى الشادري (NH₃NH₄Cl) لأن المشعر يعمل في وسط قلوي (pH=10).

- يكمل الحجم إلى 100 مل بالماء المقطر .



الشكل (7) : مراحل تغير القساوة في الماء

- يؤخذ 3 حجوم من 100مL المحضره في الخطوه السابقة و يتم معالجتها بعد إضافة قليل من مشعر الإبروكروم الأسود T، ويلاحظ تغير اللون الأزرق للمشعر الحر إلى اللون الأحمر البنفسجي عند إضافته للعينة (من أجل الحصول على 3 مكررات للمعايرة يؤخذ المتوسط لها).
- معاير بمحظول EDTA المعلوم النظالمية بالضبط حتى انقلاب اللون إلى الأزرق .

- لابد من إجراء تجربة شاهد (ماء مقطر) لتحديد قساوته التي يتوجب طرحها من قساوة العينة (علماً بأنّه يكفي 20 مل من الماء المقطر يضاف لها 2مل محلول موقي وعدة نقاط من المشعر) .

- حساب القساوة الكلية من قانون المعایرة إذ تحسب القساوة على أساس ميلي مكافئ من شوارد الكالسيوم و المغنزيوم في 1 ليتر من محلول، أوجزه بالمليون ppm كربونات كالسيوم .

ملاحظة: عندما تكون العينة خالية تماماً من أملاح المغنزيوم وهذا نادر جداً، فإن تغير لون المشعر لا يكون واضحاً وعندها ينفذ العمل بوجود مشعر الموركسيد أو بوجود الإيركروم الأسود شرط إضافة كمية قليلة ومعلومة من ملح المغنزيوم، وتؤخذ هذه الكمية بالحساب أثناء حساب النتيجة .



أسئلة للتدريب:

- متى نحكم عن المياه بأنها قاسية أو طرية ؟
- هل يفضل شرب الماء القاسي أم الطري ولماذا؟
- احسب النسبة المئوية للكالسيوم في عينة وزنها (0.1) غ موجودة في (100) مل ماء عند معادتها بمحلول EDTA القياسي (0.1N). حيث استهلك من هذا الكاشف (10) مل حتى الوصول لنقطة التكافؤ وانقلاب لون المشعر.
- كيف تميّز بين مادة نقية مائلة والمحلول الحقيقي؟
- هل يمكن القيادة في الضباب مع تشغيل ضوء السيارة؟
- كيف تميّز بين محلول حقيقي والغروي إذا كان كلاهما متجانساً وشفافاً؟
- أطع أمثلة عن محلائل حقيقة وأخرى غريبة من المواد الغذائية التي تعرفها غير المذكورة في الجesse.
- علل عدم ارتفاع درجة حرارة محلول الملحي عن 106 °م في حين تصل درجة حرارة محلول المسكري إلى 140 °م ؟
- تختلف العديد من الأغذية من حدة جمل مختلفة، ووضح بأمثلة مناسبة



الجلسة الرابعة: الحموضة في الأغذية والسعنة الموقبة

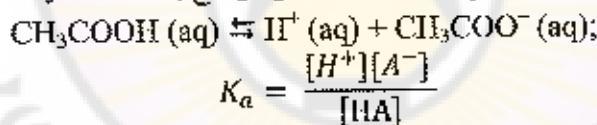
Food Acidity and Buffering Capacity of Solutions

الهدف من الجلسة:

- التعرف على الفرق بين الأحماض العضوية في الأغذية
 - التعرف على كيفية قياس السعة الموقبة للأحماض العضوية
 - التعرف على المكونات الغذائية التي تساهم في التأثير في السعة الموقبة للأغذية
- ٤-١- حموضة الغذاء:

يرتبط سلوك العديد من مكونات الغذاء بدرجة حموضة الوسط الذي توجد فيه، وتعتبر قيمة الـ pH في معظم الأنظمة الغذائية عبارة عن محصلة لفعل المشترك لكل من الحموضة الضعيفة والأمسس الضعيفة والمجموعات الأيونية في البروتينات بالإضافة إلى السعة الموقبة لهذه المركبات. إن درجة الحموضة تتأثر كبيرة على كل من الخصائص الفيزيائية للعديد من الجزيئات والتنشاط الكيميائي للعديد من المركبات (المضادات الميكروبية - المطهرات)، بالإضافة لتأثيرها المباشر على نكهة الطعام (الحموضة).

يختلف سلوك الأحماض القوية عن سلوك الأحماض الضعيفة في المحاليل المائية ، حيث تتآثر الأولى مثل حمض كلور الماء بشكل كامل في الوسط بينما تتآثر الأخرى كحمض الخل بشكل جزئي ، وهذا ما ينعكس على قيمة pH كما هو موضح بالمعادلة التالية :



[HA]: تركيز الحمض غير المتردد ، $\text{[H}^+\text{]}$: تركيز شوارد الهيدروجين ، $\{\text{A}^-\}$: تركيز الحمض المتردد .

$$K_a = 1.75 \times 10^{-5} \text{ عند درجة حرارة } 298^\circ \text{ K}$$

حيث K_a : ثابت التردد K : درجة كالفن

تحتوي الأغذية على مجموعة من الأحماض العضوية المختلفة كحمض الليمون وحمض الخل وحمض اللبن وغيرها من الأحماض العضوية الأخرى وتتميز بخصائص مختلفة عن الأحماض المعدنية كحمض الكبريت وحمض كلور الماء، فهي ضعيفة التأثير وتعطي صفة المحلول الموقبي للغذاء الذي يحتويها. كما أن للأحماض العضوية تأثير في نكهة وجودة الطعام،

وهي التي تحديد درجة النضج للثمار، و جودة التصنيع (التعقيم، القوام الهاكمي، تخت الجبن . . .).

4-1-4- التعبير عن الحموضة :

يحتوي الغذاء على تراكيز مختلفة من الأحماض العضوية والتي لا يمكن التعبير عنها كلها، ولكن عادة يوجد حمض عضوي سائد في المادة الغذائية مثل حمض الليمون في الحمضيات وحمض الماليك في التفاح وحمض الخل في المخللات.

يمكن التعبير عن الحموضة في الغذاء عن طريق:

- حساب pH محلول العينة والذي يعبر عن اللوغاريتم الماليب لأيونات الهيدروجين في الوسط والناتجة عن تأين الأحماض العضوية الموجودة.
- حساب الحموضة القابضة للمعايرة أو الحموضة السائدة؛ وهي عبارة عن النسبة المئوية لمجموع الأحماض العضوية التي يتم معايرتها بمحلول قلوي معلوم النظامية ويوجد مشعر مناسب، ويعبر عن تلك القيمة المعايرة كحموضة سائدة نسبة للحمض الأكثر توفرًا في المادة المختبرة كحمض ليمون أو حمض خل.

4-2- السعة الموقرة للانظمة الغذائية :

تمتاز بعض الجمل الغذائية بقدرتها على المحافظة على درجة لا pH رغم إضافة كمية محددة من حمض أو أساس قوي لها ويعود ذلك لاحتواها على مجموعة حامضية تعدل الأساس المضاف ومجموعة قلوية تعدل الحمض المضاف مثال: لو أضفنا 0.01 مول من حمض أو أساس قوي إلى ماء مقطر مينخفض رقم pH إلى 2 أو يرتفع إلى 12 في حال إضافة الكلوري. لو أن الكمية نفسها أضيفت إلى محلول موقي من حمض الخل-خلات الصوديوم فإن رقم pH ربما اختلف بأجزاء من الدرجة، وستتعرف فيما يلي على مفهوم المحاليل الموقرة.

السعة الموقرة :

هي عدد المكافئات الغرامية من (الحمض أو الأساس) القوي اللازمة للتغيير درجة الحموضة (pH) في لتر (L) من محلول الموقرة درجة واحدة. و تعتقد السعة الموقرة على كمية الحمض والأساس التي حضر منها محلول الموقرة، وتزداد بازدياد تركيز مكونات محلول الموقرة ويستخدم حجم أكبر من محلول الموقرة، وهي ليست مطلقة وإنما ضمن مجال محدد من درجات

الحموضة . و تكون هذه السعة أعظمية عندما يتساوى تركيز الحمض والأساس المكونين للمحلول الموقى أي عندما يكون $pK_a = pH$

السعة الموقية(مكافئ لـ l) = عدد المكافئات الغرامية المضافة من OH^- أو H_3O^+ / (التغير في pH)
 × (حجم محلول الموقى بالليتر)

السعة الموقية(مكافئ لـ l) = عدد الميلى مكافئات الغرامية من OH^- أو H_3O^+ / (التغير في pH)
 × (حجم محلول الموقى بالميلى لتر)

مجال الوقاى : وهو مجال pH (pH) التي يكون ضمنها الوقاى فعالاً وهي تساوى $1 \pm pK_a$

1-2-4 المحاليل الموقية :

هو محلول مقاوم لتغيرات pH عند إضافة كميات قليلة من حمض أو أساس قوى وذلك لأنه يمتلك الوظيفتين الحامضية والقلوية . أي أنه مولف من جزأين جزء حامضي و آخر قلوي لا يتفاعلان مع بعضهما بعضاً . ولهذه المحاليل نوعان :

- محاليل موقية حامضية : تتالف من حمض ضعيف وملحه ($\text{CH}_3\text{COONa}, \text{CH}_3\text{COOH}$)
- محاليل موقية قلوية : تتالف من أساس ضعيف وملحه ($\text{NH}_4\text{Cl}, \text{NH}_4\text{OH}$)

4-2-2 آلية عمل المحاليل الموقية :

مثال: حمض ضعيف (HA) مع أحد أملاحه (NaA)



عند إضافة محلول حامضي لهذا محلول تتحدد أيونات الهيدروجين المضافة [H^+] مع الأيون [A⁻] فيتشكل الحمض [HA] . فتنقص كمية الأساس المرافق وتزداد كمية الحمض الضعيف حيث لا تتغير النسبة $[\text{HA}]/[\text{A}^-]$ إلا بشكل طفيف



ويهدف توضيح العلاقة التي تربط بين درجة حموضة محلول الموقى (درجة المـ pH) وتركيز مكونيه من الحمض والملح . أوجـد العـالم هـنـدرـسـون هـسـلـبـالـخ - **Henderson-Hasselbalch** عـلـاقـة رـياـضـيـة تـمـكـنـ منـ حـاسـبـ درـجـةـ حـمـوضـةـ الـوـسـطـ عـنـ أيـ تـرـكـيزـ لـالـحـمـضـ الـضـعـيفـ وـمـلـحـهـ وـهـيـ :

$$pH = pK_a + \log ([A^-]/[HA])$$

حيث أن pK_a = الأُس الأيوني لمقلوب ثابت التوازن للحمض ويساوي اللوغاريتم السالب لثابت تأين الحمض الضعيف ($-\log K_a$)

$[A^-]$ = تركيز الملح ، $[HA]$ = تركيز الحمض

وعندما يتكون محلول الموكسي من قاعدة ضعيفة مع ملحها فإن معادلة هندرسون هستفالخ تصبح على النحو التالي:

$$pOH = pK_b + \log ([B^-]/[HB^+])$$

$[B^-]$ = تركيز القاعدة الضعيفة بالملوّر $[HB^+]$ = التركيز بالمولار للقاعدة المرافق

$-\log K_b$ = الأُس الأيوني للقاعدة الضعيفة

إن قدرة محلول الموكسي على مقاومة تغيرات pH تتناسب طرداً مع تركيز محلول الموكسي، وتبلغ حدتها الأقصى عندما يتساوى تركيز الحمض الضعيف مع قاعدته الضعيفة وعندما يتساوى pK_a للمحلول بساوى pK_b للحمض:

$$pH = pK_a + \log (1) = pK_a$$

وتحتخفض قدرة محلول الموكسي على مقاومة تغيرات درجة الحموضة إلى درجة غير مقبولة عندما يقل تركيز أحد مكونيه عن عشر (10:1) تركيز المكون الآخر .

والجدير بالذكر أن المهتمين بالكيمياء الحيوية وكيمياء الأغذية يفضلون استخدام الأُس الأيوني للحمض المرافق (pK_a) بدلاً من استخدام الأُس الأيوني للقاعدة الضعيفة (pK_b) لأنهما يرتبطان بالعلاقة التالية:

$$pK_a + pK_b = 14$$

إن تضديد محلول الموكسي بالماء المقطر يغير تركيزه ولكنه لا يغير النسبة بين تركيز مكونيه ولذلك لا يتغير رقم pH للمحلول الموكسي بإضافة الماء (لا عندما يصل التضديد إلى الدرجة التي يصبح فيها محلول الموكسي عاجزاً عن مقاومة تأثير أيونات الماء في pH محلول الموكسي بسبب انخفاض تركيز مكوناته عند التضديد الكبير .

إذا لكل محلول موكسي درجة حموضة (pH) محددة تعتمد على قيمة pK_a وتركيز كل من الحمض والأساس و يكون الفعل الموكسي أعظمياً عندما $[A^-] = [HA]$ وبالتالي $\text{pH} = pK_a$ ، حيث يستطيع محلول القيام بدور ثانوي في المحافظة على عدم تغيرات pH سواء عند إضافة حمض

أو أسماء، لذا يتم اختيار المحلول الحمضي (حمض ضعيف مع ملحة) بحيث يكون ثابت ثالث الحمض الضعيف pK_a قريب لقيمة pH المحلول الموقعي المطلوب تحضيره.

3-2-3 تقدير السعة الموقية:

لتقدير السعة الموقية لمحلول موقعي ما يكون بإضافة حمض أو أساس بكميات معلومة مع مراعبة تغيرات لا pH مع كل إضافة فمثلاً عند التعديل باستخدام KOH (0.3N) نحن بحاجة لمعرفة:

1. الحجم الكلي المضاف من المادة القلوية مثل KOH (N0.3)

2. عدد الميلي مكافئات الغرامية الكلية لماءات البوتاسيوم .meq.(ج × ن)

3. عدد الميلي مكافئات الغرامية المضافة لماءات البوتاسيوم .

4. التغير في قيمة لا (pH) بعد كل إضافة عدد الميلي مكافئات من القلوبي

$$5. \text{السعة الموقية عند pH محدد (مكافئ/ل)} = \frac{\text{عدد ميلي مكافئات المضافة}}{\text{حجم المحلول(مل)} \times \text{التغير pH}}$$

مثال: احسب درجة pH التي يكون عندها المحلول الموقعي يملك أعلى سعة موقية علماً بأنه سجلت تغيرات pH لحجم 1 ل من المحلول بعد كل إضافة من القلوبي KOH 0.3 ن كما هو موضح بالجدول (8)

الجدول (8) : تغيرات لا pH في محلول موقعي أثناء إضافة قلوي KOH 0.3 ن

الحجم الكلي من KOH (N 0.3) مل	عدد الميلي مكافئات الكلية من KOH	عدد الميلي مكافئات المضافة من KOH	المقاسة pH	التغير في قيمة لا pH	السعة الموقية (مكافئ/ل)
8	4	2	0		
2.4	1.2	0.6	0		
0.6	0.6	0.6	0		
4.8	4.6	3.2	2.1		
0.2	1.4	1.1	-		
3	0.43	0.545	-		

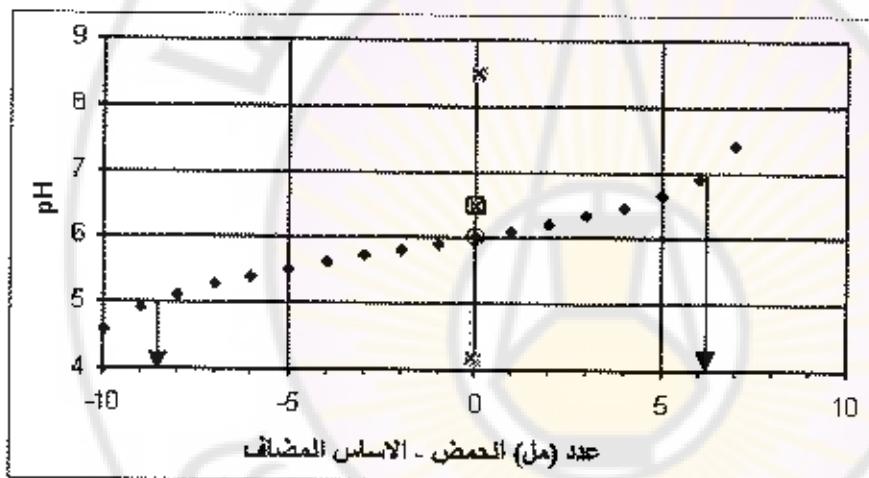
فبعد أول إضافة من ماءات البوتاسيوم (2 مل) يكون عدد الميلي مكافئات = $0.6 = 0.3 \times 2$ مكافئ

وبالتالي فإن 0.6 ميلي مكافئ أدت إلى تغير في لا pH بمقدار $1.1 = (2.1 - 3.2)$

أي أن عدد الميلالي مكافئات التي أدت إلى تغيير في pH بمقدار درجة واحدة (1) تكون:
 $(1 \times 0.6) = 1.1 \div 0.545$ مكافئ/ل ... وهي السعة الموقية عند هذه النقطة من الحموضة
 نستنتج من المثال السابق أن السعة الموقية للمحلول تكون أكبر ممكناً عند $\text{pH} = 4.8$

ملاحظة : إذا كان حجم محلول 25 مل لابد من التقسيم على هذا الحجم ، في هذا المثال
 حجم محلول 1 مل وبالتالي ميلالي مكافئ / مل = مكافئ/ل

طريقة أخرى لحساب السعة الموقية : حساب عدد الميلارات من حمض كلور الماء أو الأساس (N0.100) اللازم لتغيير pH للمحلول المائي (حجمه 1 ل) بمقدار درجة واحدة كما في الشكل (8) .



الشكل (8) : مخطط معايرة محلول المائي لحساب السعة الموقية

يظهر المخطط أن 8.5 مل من 0.100 M حمض يودي إلى تغير درجة واحدة في درجة pH عند إضافتها إلى 25 مل من محلول المائي وبالتالي لحساب السعة الموقية :

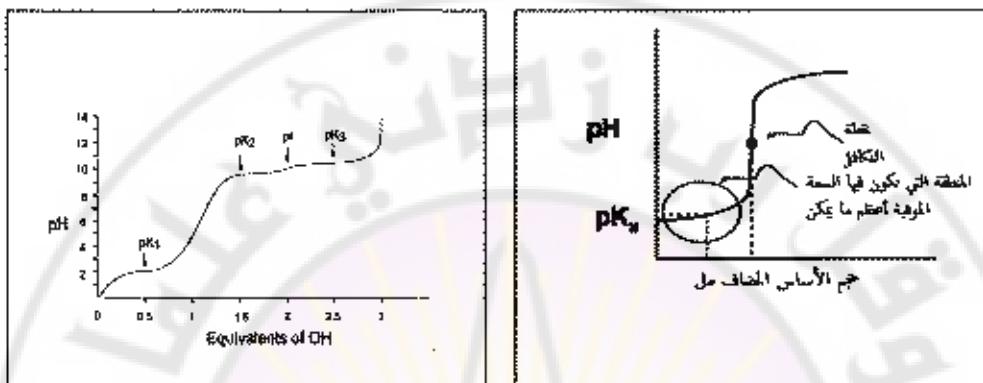
$$\text{عدد الموليات المضافة} = 0.100 \text{ (مول/ل)} \times 8.5 \text{ (مل)} = 0.85 \text{ ميلالي مول حمض في}$$

25 مل محلول

$$\text{السعة الموقية} = \frac{0.85}{0.025 \times 1} = 34 \text{ ميلالي مول/ل} = 0.034 \text{ مول/ل}$$

ملاحظة :

عند معالجة محلول موقعي (الحمض فيه وحيد الوظيفة الحمضية) بمحلول قلوي يمكننا أن نعبر عن المعالجة بالشكل (9a)، أما عندما يكون الحمض ثانوي الوظيفة الحمضية يكون للحمض أكثر من ثابت تأين ويكون مخطط المعالجة بالشكل (9b)



شكل (9): مخطط معالجة حمض ضعيف بأساس قوي

تمرين محلول عن pH محلول موقعي:

- احسب pH للمحلول الموقعي الناتج عن إضافة 10 مل من محلول حمض الخل (0.1 M) إلى 50 مل من محلول 0.2 M من خلات الصوديوم، ثابت التأين لحمض الخل $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

10 (الجدول 9)

الحل:

نحسب تركيز الحمض وملحه في المحلول الجديد:

$$V \times M - V' \times M'$$

$$M \times 15 - 0.1 \times 10 \quad M = 0.07$$

$$M \times 15 - 0.2 \times 5 \quad M = 0.07$$

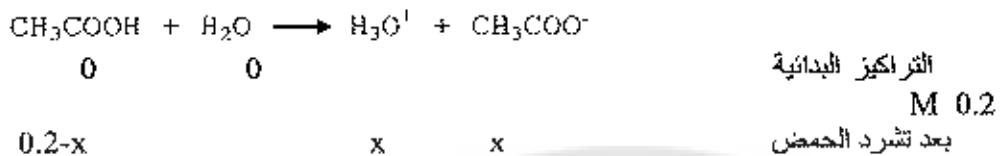
$$\text{pH} = pK_a - \log [\text{acid}] / [\text{salt}] \quad \text{- نطبق معادلة هندرسون هستليخ:}$$

$$\text{pH} = [-\log(10^{-5} \times 1.8)] - \log(0.07/0.07)$$

$$\text{pH} = 4.74$$

ما هو pH محلول حمض الخل تركيزه 0.2 M

الحل:



$$\frac{x \times x}{x - 0.2} = K_a$$

ويفرض أن $x \approx 0.20$ لصغر الكمية المتائية وجودها في المقام لا يكون لها تأثير وبالتالي يكون تركيز أيون الهيدروجين هو :

$$10^{-3} \times 1.9 = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5}) \times 0.2} = \sqrt{K_a \times 0.2} = [\text{H}^+]$$
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log [1.9 \times 10^{-3}] = 2.72$$

جدول(9): الصيغ الكيميائية لبعض الأحماض الأمينية والعضوية المستخدمة في الجلسة مع ثوابت تأينها بحسب عدد المجموعات الوظيفية فيها

نقطة التعادل الكهربائي	ثابت التأين	الوزن الجزيئي(غ)	الصيغة	الحمض
PI= 6	pKa ₁ =2.34 pKa ₂ =9.6		$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p style="text-align: center;">glycine</p>	Glycine
PI= 9.6	pKa ₁ = 2.2 pKa ₂ = 8.9 pKa ₃ = 10.28		$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \\ \text{HO} \quad \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	Lysine
PI=2.8	pKa ₁ = 1.88 pKa ₂ =3.65 pKa ₃ =9.6		$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Aspartic
	pKa ₁ =3.09 pKa ₂ =4.74 pKa ₃ =5.41		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH} \\ \\ \text{HO} \end{array}$	Citric acid
	pKa=3.86		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	Lactic acid
	pKa=4.74		$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Acetic acid
				Maleic acid
				Tartaric acid



التجارب المخبرية

التجربة (1) : التعرف على حموضة بعض الأغذية

المواد المطلوبة :

- عينات أغذية (حليب - عصير ليمون - كولا - لحم)
- هاون ، ماء مقطر ، ماءات الصوديوم N 0.10 ، ورق ترشيح ، جهاز pH

طريقة العمل :

- افرم العينة بشكل جيد بالفريلة
- أضف 10 مل ماء مقطر
- رشح العينة
- خذ 10 مل من الرشاحة وعاير بماءات الصوديوم N 0.10
- احسب % للحموضة على أساس الحمض السائد في العينة وسجل نتائجك في الجدول (10)
- خذ المتبقى من الرشاحة وسجل رقم الحموضة pH باستخدام جهاز pH meter في الجدول (10)

الجدول (10) : % للحموضة في عينات غذائية مختلفة

لحم	كولا	عصير ليمون	حليب	العينة	وزن العينة (غ)
				كمية الرشاحة (مل)	
				الكمية المستهلكة لمعايرة 10 مل من الرشاحة مكرر 1	
				الكمية المستهلكة لمعايرة 10 مل من الرشاحة مكرر 2	
				% للحموضة	
				pH	

- ماذا تستنتج من الجدول السابق؟ بين أهمية اختلاف % للحموضة في الصفات الحسية والكميائية للمادة المدروسة.

- مالعلاقة بين % للحموضة ورقم الحموضة pH ؟ ووضح ذلك .
- استعن بالمراجع المناسبة لتوضيح أهمية كل من % للحموضة ورقم الحموضة pH في حفظ الأغذية المختلفة

تجربة (2) : تحضير محلول موقى من حمض الخل وخلات الصوديوم .
الهدف من التجربة : تحضير محلول موقى من حمض الخل ($pKa = 4.756$) وخلات الصوديوم (القاعدة الملحية المترافقه لحمض الخل) وفق المعادلة :



- المواد المطلوبة: حمض خل تركيزه M ، خلات الصوديوم ، دورق عادي ، دورق معياري ، جهاز pH ، زجاجة ساعة ، بيشر .
- طريقة العمل: المطلوب تحضير 100 مل محلول موقى درجة pH = 5 باستخدام 5 مل من محلول 0.3 أو 0.5 M حمض خل :

أولاً : لحساب كمية ملح خلات الصوديوم اللازم إضافتها لتحضير محلول الموقى لابد من الخطوات التالية:

- حساب تركيز حمض الخل M في الحجم الجديد (100 مل) المراد تحضيره :
- م \times V = M' \times V' \Rightarrow M \times 5.00 = 0.300 \times 100 \Rightarrow M = 0.0150
(التركيز الجديد للحمض في محلول)
- حساب تركيز القاعدة الملحية المترافقه واللازمة لتحضير محلول وذلك وفق معادلة هافرسون هسلباخ:

$$[\text{M} 0.0510] / [\text{A}^-] = 10^{-5.00} = 10^{-4.756}$$

$$[\text{A}^-] = \text{M} 0.0263$$

- حساب عدد المولات المطلوبة من الملح الازمة لتحضير 100 مل محلول :
- $0.0263 \times 0.100 = 0.00263$ مول حيث 0.100 هي حجم محلول باللتر
- حساب وزن المولات من ملح خلات الصوديوم الازمة لتحضير
- $0.00263 \times 82.04 \text{ غ/مول} = 0.216 \text{ غ}$
- ثانياً- تحضير محلول الموقى المطلوب pH = 5 وفق الخطوات التالية :
- أضف 50 مل من الماء المقطر إلى بيشر سعة 100 مل

- أضف إليها 5 مل من محلول حمض الخل تركيز M 0.3
- زن بدقة في زجاجة سعة 0.3 غ خلات الصوديوم
- اغمر الكترود جهاز pH في البישر بعد ضبطه
- أضف خلات الصوديوم الموزونة في الفرة السابقة بكميات قليلة وشكل تدريجي مع التحريك بقضيب زجاجي حتى الوصول إلى $pH = 5$
- انقل بشكل كمبي محتوى البישر إلى دورق معياري حجم 100 مل وأكمل إلى العلامة بالماء المقطر

ثالثاً- حضر بالطريقة نفسها محلولاً مؤقتاً آخر من حمض الخل وخلات الصوديوم ولكن بقوة مؤقتة أكبر وذلك باستخدام 5 مل من حمض الخل بتركيز M 0.5 .

رابعاً - لاحظ الفعل الموقفي للمحلول المحضر وفق مايلي :

- خذ 50 مل ماء مقطر في كأس بيشر سعة 100 مل و قس رقم الا pH .
- أضف 1 مل من محلول HCl (M 0.3) وبعد المزج الجيد قس رقم الا pH وسجل النتيجة.
- أعد التجربة السابقة بإضافة 1 مل من NaOH (M 0.3) وسجل قيمة pH الجديدة

أعد ما أجريته في التجارتين السابقتين مستخدماً 50 مل من المحاليل الموقية المحضررة سابقاً، ولاحظ مقاومة محلول الموقفي لتغير رقم pH في حالتي إضافة الحمض والقلوي .

تجربة (3) : اختبار السعة الموقية للمحلول الموقفي المحضر مسبقاً

- اضبط جهاز pH .
- خذ 25 مل من محلول الموقفي 1 المحضر مسبقاً إلى دورق سعة 150 مل .
- املا السحاحة بمحلول ماءات الصوديوم M 0.10 .
- عاشر بماءات الصوديوم مع استخدام مقياس الا pH لملاحظة تغير رقم الحموضة بمقدار درجة واحدة، قم بإجراء مكررين أحدهما معايرة سريعة بإضافة 1 مل، والأخرى حدد الزيادة المئوي للوصول إلى التغير المطلوب.
- أعد التجربة باستخدام الماء المقطر وسجل النتيجة.
- أعد التجربة باستخدام محلول الموقفي 2 وسجل النتيجة.

- قارن بين الأرقام المتحصل عليها، ماذا تنتهي؟

تجربة (4) : تحديد الـ pH الأفضل للحصول على أعلى سعة موقبة للأحماض العضوية
الهدف من التجربة تحديد السعة الموقبة لمحاليل الأحماض العضوية ومجال الوفاء الأكبر لها.

المواد المطلوبة: تحضر في بورق معياري سعة 100 مل - pH المحاليل = 5

- حمض الخل : بالتركيز : (0.30 - 0.10) M

- حمض الليمون (M 0.10)

- حمض كلور الماء (M 0.10)

- ماءات الصوديوم (M 0.100)

- ماء مقطر

- أحماض أمينية بتركيز (M 0.10) : الغلايسين، اللايسين، الأسبارتيك
الأدواء اللازمة:

- بيشر سعة 200 مل عدد 2 - مقاييس pH - ماصة 10 مل .

طريقة العمل:

1- ضع 25 مل من محلول الحمض العضوي المحضر سابقاً في بيشر سعة (200 مل) .

- استخدم جهاز pH meter (المعاير والمضبوط مسبقاً) لقياس درجة حموضة محلول البدائية وبعد كل إضافة تقدر بـ 1مل من ماءات الصوديوم (N) وذلك حتى الوصول لقيمة pH نهائية مساوية (pH=12)، مع الانتباه إلى الكثروف الجهاز أثناء التحريك بعد كل إضافة .

.. سجل قيمة pH عند ثبات القراءة الحجم المضاف من ماءات البوتاسيوم المقابلة لقيمة لا pH الناتجة.

2- خذ 25 مل لكل من الأحماض الأمينية التالية : الغلايسين، اللايسين، الأسبارتيك، ثم اضبط قيمة pH لهذه المحاليل عند (pH=2) باستخدام حمض كلور الماء .

- قم بإضافة 1مل من ماءات الصوديوم (N 0.100) وسجل قراءة pH المقابلة لكل إضافة حتى الوصول للقيمة النهائية (pH=12)

- من خلال التجارب المطبقة أملأ الجدول (11) :

الجدول (11) : السعة الموقبة لمحاليل بعض الأحماض العضوية

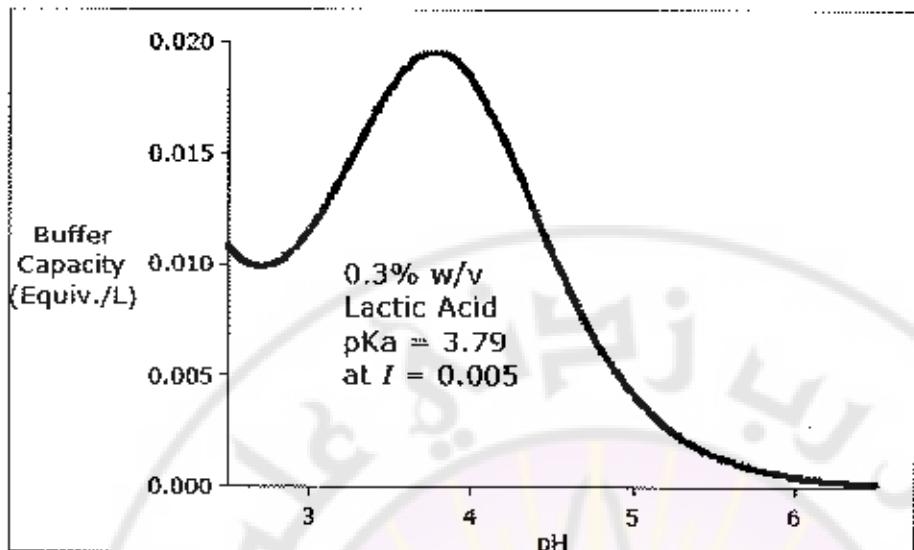
حمض الليمون						السعة الموقبة
						ماءات الصوديوم . 100 ن (مل)
						ماءات الصوديوم المضافة (مل)
						عدد المليٰ مكافئات المضافة
						pH التغير في
						السعة الموقبة

- كرر الجدول على بقية المحاليل المدرستة وقارن النتائج مع الماء المقطر.
- ارسم العلاقة بين السعة الموقبة ودرجة الحموضة pH، والعلاقة بين درجة الحموضة والكمية المستهلكة من الحمض أو الأساس المضاف.
- استنتج درجة الحموضة التي يكون عندها المحلول يملك أعلى سعة موقبة.
- قارن بين محلول الحمض العضوي والمعدني ، ماذا تستنتج ؟

تجربة (5) : تقدير السعة الموقبة لبعض الأغذية

لتقدير السعة الموقبة لبعض الأغذية السائلة (مثل الحليب، عصير التفاح، عصير البرتقال، حليب الصويا)

- خذ 25 مل من العينات المختلفة السابقة. قس قيمة الد pH الأولية لها .
- عدل درجة الحموضة إلى $pH = 2$ باستخدام حمض كلور الماء.
- أعد الخطوات السابقة لحساب السعة الموقبة لمحاليل الأغذية وسجل نتائجك في جدول مشابه للجدول (10) .
- سجل ملاحظاتك ، وصل اختلاف الأغذية المدرستة في درجة الحموضة pH التي تكون عندها السعة الموقبة أعلى ممكناً، وبين وجود اختلاف في قوة الواقف.
- وارسم العلاقة بين السعة الموقبة و pH كما هو موضح بالشكل (10)، والعلاقة بين pH والكمية المستهلكة من الحمض أو الأساس المضاف.



المشكل (10) العلاقة بين pH والقدرة الموقعة لحمض الليمون

مسألة للتمرير:

- 1- تم تغير % الحموضة في عصير التفاح فتم معالجة 25 مل منه بماءات الصوديوم ن فكانت النتائج كما في الجدول التالي :

12.5	12	10	8	6	4	2	0	حجم القلوبي (مل)
9.1	8.3	5.6	5	4.7	4.4	4.1	3.9	pH

المطلوب :

- ارسم منحنى المعالجة واستنتج نقطة انتهاء المعالجة من المنحنى السابق
 - احسب السعة الموقعة عند pK_a لحمض الماليك وقارنها مع $1 + pK_a$
- 2- قام طالب بتحضير محلول موقعي من إضافة 5 مل من NaOH تركيزه 0.1 ن الى 25 مل من حمض الخل تركيزه 0.1 ن والمطلوب:
- احسب ماهي pH المحلول الناتج
- 3- ما هو pH محلول حمض الليمون تركيزه 0.3 ن إذا علمت أن ثابت تأينه هو $pka1 = pka3=5.41$ ، $pka2=4.74$ ، 3.09

- 4- قام الطالب بتقدير % للحموضة في عصير الليمون، فاستهلك لمعايرة 10 مل من العصير المخفف بنسبة (10:1) 3 مل من محلول NaOH 0.01 ن
- احسب % للحموضة كحمض ليمون

- 5- استهلكت كمية 30 مل من عصير البدوره حتى يتغير رقم حموضتها من 4.8 الى 5.8 كمية 6.2 مل من ماءات الصوديوم 0.1 ن ، احسب سعة العصير الموقية.



5- الجلسة الخامسة: الكربوهيدرات في الأغذية (1)

Carbohydrate in Food

أهداف الجلسة :

- 1- التعرف على كيفية فصل السكريات واستخلاصها من مصادرها المختلفة .
- 2- كيفية التعرف على السكريات المرجعية وغير المرجعية وتقديرها .
- 3- التعرف على إمكانية بلورة السكريات المختلفة .

1-5- مقدمة :

تقسم الكربوهيدرات حسب عدد وحدات المكرر المكونة لها [إلى :

- 1- سكريات أحادية : أليهيدية أو كيتونية .
- 2- سكريات أوليغوساكاريدية : ثنائية، ثلاثية .
- 3- سكريات متعددة: متاجنسة (نشاء) وغير متاجنسة (بيكتين).

السكريات مادة بنائية ومصدر للطاقة، وتدخل في الصناعات الغذائية (مادة محليّة، مسؤولة عن إعطاء اللون والنكهة، مادة مثخنة، مادة حافظة) كما تستخدم في صناعات أخرى مثل (صناعة المنتسوجات) .

2-5 خصائص السكريات: تتميز السكريات بخصائص عدّة هي:

- 1- الحلاوة : تقامح حلاوة السكريات نسبة إلى السكرور.
- 2- الانحلال بال محللات القطبية: من جهة تتحلل السكريات الأحادية والثنائية بالماء، أما المتعددة فمعظمها لا يتحلل بالماء البارد بشكل آني. وتزداد الانحلالية بشكل عام بارتفاع درجة الحرارة، ومن جهة ثانية لا تتحلل السكريات في المحاليل اللاقطبية مثل المحاليل المكحولية المطاطة أو زراعي كلور الكربون أو المكلوروفورم وإنما في المحاليل الكحولية الصافية.
- 3- الفعالية الضوئية: قدرة السكريات على حرف الضوء المستقطب بسبب ذرات الكربون اللامتناهية (إذ من المعروف بأن المحاليل السكرية للسكرور تدور مستوى الاستقطاب نحو اليمين بينما يحرف السكر المحلول الضوء نحو اليسار).
- 4- القدرة الإرجاعية: جميع السكريات الأحادية والثنائية مرحلة عدّا السكرور. لاحتواها على مجموعة كربونيل حرة.

5- التبلور: يحدث عندما يكون محلول السكري فوق الإشباع بوجود بلورات تشكل مراكز التبلور. حيث تتمتع بلورات السكرور النقي المتبلور بوجوه متعددة وكثافة نسبية قدرها (1.5879).

6- القابلية للحلمة والتفسر .

5-3- فصل واستخلاص الكربوهيدرات من مصادرها المختلفة:
إن فصل الكربوهيدرات من الأغذية المختلفة يعتمد على خاصية الانحلال في بعض المذيبات القطبية كالماء والكحول. (الكحول مذيب لاطبقي ولكنه يحتوي على زمرة قطبية وسلسلة هيدروكربونية لاقطبية قصيرة)

1- الاستخلاص بالماء البارد أو الساخن (وفق خاصية الانتشار): طريقة سريعة ولكن نسبة الشوائب المنتقلة مع السكريات والمنحلة في المستخلص تكون مرتفعة (البروتينات والمركبات متعددة الجزيئات).

2- الاستخلاص بالكحول الساخن (80%): وهي طريقة استخلاص بطيئة، لكن نسبة الشوائب المنتقلة مع السكريات تكون قليلة جداً نظراً لقلة انحلالها في الكحول.
تستخدم خلات الرصاص للتخلص من الشوائب المنتقلة مع السكريات، حيث تقوم بتسميب البروتينات والتخلص من العكارنة، كما ويتم امتصاص الصبغات عليها. ومن ثم يتم التخلص من الخلات الزائدة بإضافة أوكزيلات البوتاسيوم حتى الحصول على راسب ومحظول رائق شفاف يستخدم في تحديد المحتوى من السكريات .

5-4- طريق الكشف عن السكريات وتقديرها كمياً:

1. الكشف الكيفي Qualitative Analysis :

- التذوق: أي الحكم على وجود السكريات من خلال اللطعم إلا أن هذا المقياس غير دقيق لوجود مركبات أخرى غير السكريات تعطي طعماً حلاوة.

- اختبار موليش: كاشف عام لجميع السكريات

2. الكشف الكمي Quantitative Analysis :

- باستخدام مقياس الكثافة Hydrometer

- باستخدام مقياس الانكسار Refractometer عندما تكون المادة المنحلة عبارة عن مادة سكرية فقط (بالاعتماد على قريبة الانكسار التي تتناسب طرداً مع تركيز المادة المنحلة).

- جهاز الاستقطاب Polari meter ويستخدم لمحاليل المكرر غالباً (بالاعتماد على الفعالية الضوئية أي تحديد زاوية دوران الضوء المستقطب التي تتناسب طرداً مع تركيز المحلول ودرجة حرارته).
- باستخدام جهاز المطیاف Spectrofotometer (الطريقة الطيفية) وتستخدم بعض السكريات بالاعتماد على تشكيلها مركبات ملونة تمتلك الضوء عند طول موجة محدد وذلك عند تعاملها مع بعض الكواشف (طريقة الفينول - حمض الكبريت).
- باستخدام جهاز الكروماتوغرافيا (الكروماتوغرافيا السائلة أو الغازية).
- التفاعلات الخاصة بالقدرة الإرجاعية (فهانغ)

5-4-1 التعرف على السكريات المرجعة :

تعد القدرة الإرجاعية للسكريات لقدرة المجموعة الكربونيلية الحرجة على إرجاع مواد مؤكسدة مثل شوارد المعادن (من التكافؤ الأكبر للتكافؤ الأصغر) في الوسط القلوي ومع وجود حرارة عالية وهي بدورها تتأكد إلى الأحماض المواقفة.

جميع السكريات الأحادية والثنائية عدا المكرر مرجعة وتزداد القدرة الإرجاعية لها في الوسط القلوي بسبب حدوث التماكب النزوي الذي يؤدي لتشكيل مركبات وسيطية تسمى بالإندiol (endiol) ذات القدرة الإرجاعية العالية، ومن الاختبارات المستخدمة بشكل واسع لتقدير القدرة الإرجاعية للسكريات ذكر اختبار فهانغ.

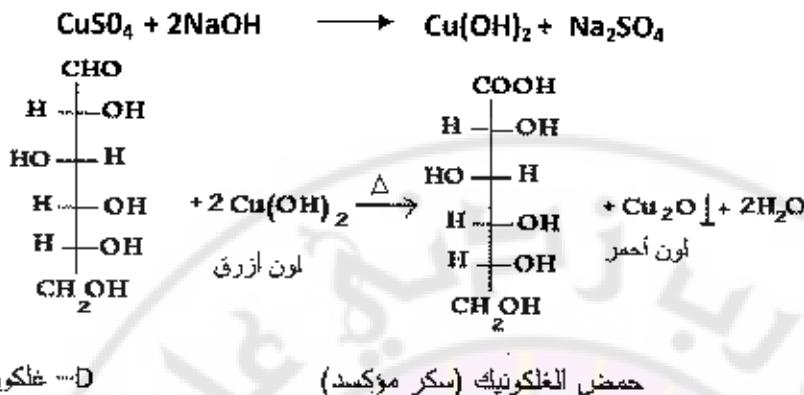
اختبار فهانغ :

ويستخدم لتحديد القدرة الإرجاعية للسكريات ويتألف محلول فهانغ من محلولين هما:

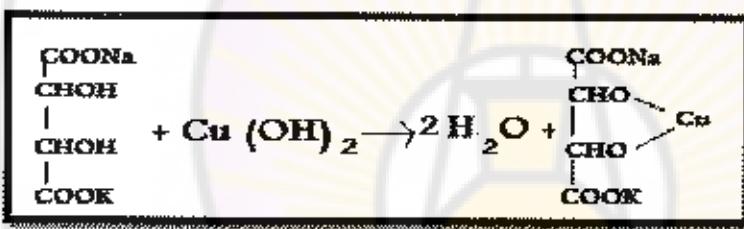
- فهانغ A: كبريتات النحاس
- فهانغ B: طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم في وسط قلوي (NaOH).

مبدأ التفاعل :

تقوم السكريات المرجعة - بفضل المجموعة الكربونيلية الحرجة بإرجاع شاردة النحاس (Cu^{+2}) إلى شاردة النحاسي (Cu^{+1}) التي تظهر على شكل راسب أحمر أجري من أكسيد النحاسي، وبالمقابل تتأكد السكريات للحمسن المقابلة وبذلك بوجود القلوي والحرارة وفق التفاعل التالي :



تضافط الطرطرات لربط الفائض من ماءات النحاس ومنعها من تشكيل راسب أسود من أكسيد النحاس والذي يعيق الكثف عن الراسب الأحمر الآجري وفق المعادلة التالية :



معدن ماءات النحاس الفائضة مع الطرطرات ↑

5- بلورة السكريات وتشكيل سكر النبات Rock Candy

تشكل الكريستالات (البلورات كبيرة الحجم) في المحاليل السكرية فرق مشبعة، حيث يمكن للماء الساخن (المحل) أن يذيب كمية أكبر من المادة المذابة (السكر) مقارنة بالماء البارد وذلك بسبب أن جزيئات الماء الساخن تتحرك مبتعدة عن بعضها مما يفتح المجال لانحلال كمية إضافية من المادة المنحلة في المحلول (لذا تزداد الانحلالية بارتفاع درجة الحرارة). وعندما يصبح المحلول غير قادر على استيعاب أي كمية إضافية من المادة المنحلة يكون قد وصل لحالة الإشباع، وبعد تبريد هذا المحلول المشبعب يت Hollow لمحول فوق مشبعب، ونتيجة تحرك جزيئات الماء متurbية من بعضها تقل المساحة المتاحة لجزيئات المادة المنحلة، أي يصبح المحلول غير قادر

على استيعاب كامل كمية المادة المنحله ضمنه (المنحلة سابقاً أثناء التسخين)، وبالتالي تميل جزيئات المادة المنحله للارتباط ببعضها (منحل - منحل بدل من منحل - ماء) فتشكل بلورات تنمو شيئاً فشيئاً . تساعد وجود بلورات في الوسط على سرعة التشكّل وبنوّجه وبؤثّر سرعة التبريد في حجم البلورات الناتجة .





التجارب المخبرية

التجربة (1) تقدير السكريات المرجحة والكلية في محلول سكري مجهول :
الأجهزة والأدوات المستخدمة:

دورق عدد 2 ، مصباح بنزن مع شبكة، ورق عباد الشمس، ماصة، سحاحة، قمع، ملفت
معدني.

المحاليل المستخدمة:

1- محلول فهانغ A (يذاب 34.64 غ من كبريتات النحاس المائية في الماء المقطر و يكمل
الحجم حتى 500 سم³ بالماء المقطر)

2- محلول فهانغ B (يذاب 50 غ من ماءات الصوديوم + 173 غ طرطرات الصوديوم
والبوتاسيوم في الماء المقطر ويكملا الحجم بالماء المقطر حتى 500 سم³)

3- محلول سكري من الغلوكوز القياسي بتركيز (0.2%).

4- محلول سكري محضر مخبرياً مجهول التركيز .

5- عينة غذائية (تفاح - موز - مربى - قين).

6- كاشف أزرق الميثن (0.05 غ/100 مل).

7- محلول ماءات الصوديوم 20% بحجم 200 مل.

8- حمض كلور الماء المركز (كتافته 1.19).

أولاً: تقدير كمية السكريات المرجحة اللازمة لإرجاع محلول فهانغ باستخدام محلول القياسي

1- ضع (5مل) من محلول فهانغ A و(5 مل) من محلول فهانغ B في دورق مخروطي عادي
سعة 250 مل.

2- أضف (5مل) من محلول السكري القياسي (ذي التركيز 0.2%) وسخن بشكل مباشر
على اللهب بوجود شبكة الأسبتوس حتى الوصول للغليان حيث يلاحظ تشكيل قليل من
الراسب الأحمر الأجري.

ملاحظة: اذا لم يتشكل الراسب الاحمر فهذا يعني ان تركيز السكر القياسي قليل ويجب إعادة التجربة بتركيز أعلى للمحلول السكري ، أما اذا تشكل راسب احمر واختفى لون محلول فهلهلنج سرعة فهذا يعني أن تركيز المحلول السكري مرتفع وتعاد التجربة بعد تخفيض المحلول القياسي .

3- أكمل عملية الإرجاع لمحلول فهلهلنج بالمحلول السكري القياسي (0.2%) الموجود في الساحة حتى اختفاء اللون الأزرق للمحلول تماماً ويتم التأكد من ذلك بإضافة نقاط عدّة من مشعر أزرق العيّن لدورق وهو لا يزال معرضاً للمصدر الحراري (أي أثناء الغليان) .

ملاحظة : يجب إجراء المعايرة والمحلول يغلي بشكل مستمر ودون بطء

4- احسب الحجم الكلي المستهلك (مل) من المحلول القياسي (الحجم المستهلك من الساحة + 5 مل المضافة إلى الدورق) ، واحسب كمية السكر (غ) اللازمة لإرجاع (5+5) مل محلول فهلهلنج .

الحل :

إذا فرضنا أن الحجم الكلي من المحلول السكري القياسي المستهلك لإرجاع محلول فهلهلنج كان 12 مل (5 مل في الدورق + 8 من الساحة) فلن كمية السكر المرجع اللازمة لإرجاع محلول فهلهلنج هي :

كل 100 مل محلول سكر قياسي يحتوي على 0.2 غ سكر مرجع

كل 12 مل محلول سكر قياسي يحتوي على مل غ سكر مرجع

$$س = \frac{0.2 \times 12}{100} = 0.024 \text{ غ كمية السكر المرجع اللازمة لإرجاع 10 مل من محلول فهلهلنج}$$

ثانياً: استخلاص وتقدير السكريات الكلية من العينة الغذائية

A. استخلاص السكريات المرجعية واللامرجعية (ماء النشاء) من العينة :

لابد من استخلاص السكريات الكلية من العينة المراد تقدير النسبة المئوية للسكريات فيها وذلك باستخدام كحول 80% أو ماء كما يلى :

1-خذ حوالي 5 غ من العينة المجففة والمفرومة بشكل جيد (تحتاج وزن العينة حسب كمية السكريات الموجودة فيها) وضعها في دورق مخروطي، وأضف إليها حوالي 20 مل ماء مقطر أو كحول 80%.

- 2- ارفع الدورق على سخان كهربائي (بوجود مكثف عاكس في حال استخدام الكحول)، واتركها تغلي لمدة 5 دقائق.
- 3- رشح العينة باستخدام ورق ترشيح، وفي حال كان المذيب المستخدم هو الكحول 80% لابد من التخلص منه واستبداله بالماء وذلك بت BXF الدورق على حمام مائي وتعويض النقص في حجم الكحول المتتطاير بالماء المقطر، وبشكل مستمر، حتى التأكد تطاير كامل الكحول من مستخلص العينة واستبداله بالماء المقطر (ملاحظة: الت BXF السخين المباشر على اللهب قد يؤدي إلى احتراق السكر بسبب التباخر السريع للكحول)
- 4- أكمل حجم الرشح إلى حجم معروف (100 مل) باستخدام دورق معياري (هذا محلول يعد هو محلول المستخلص السكري للعينة)
- 5- خذ 50 مل من المستخلص الناتج لتقدير كمية السكريات المرجعية بشكل مباشر (إن وجدت) واترك الجزء المتبقى لتقدير السكريات الالمارجعية بعد إجراء عملية الحلماه الخامضية على المستخلص .
8. تقدير محتوى العينة من السكريات المرجعية :
- 1- ضع 5 مل من محلول فهانغ A مع 5 مل من محلول فهانغ B في دورق عادي ، وأضف إليه 5 مل من مستخلص العينة ، ثم قم بوضع باقي المستخلص في السجاجة .
- 2- ارفع المزيج على اللهب ولاحظ تشكيل الراسب الأحمر الأجري مع بقاء جزء من اللون الأزرق لمحلول فهانغ.

ملاحظة : في حال عدم تشكيل الراسب ، يكون تركيز السكر في العينة قليل ولا بد من إعادة الاستخلاص بكمية أكبر من العينة ، وفي حال اختفاء اللون الأزرق لمحلول ، يكون تركيز السكر عاليًا في مستخلص العينة ولا بد من إجراء عملية تخفيف للمستخلص تؤخذ بعض الاعتبار عند الحسابات .

- 3- أكمل عملية إرجاع محلول فهانغ باستخدام المزيد من محلول السكري الموجود في السحلحة، مع مراعاة بقاء محلول بحاله غليان أثناء العمل، حتى اختفاء اللون الأزرق لمحلول فهانغ ويتم التأكيد من ذلك بإضافة نقطتين من كاشف أزرق الميثلين.
- 4- سجل كمية محلول السكري المستهلك من السحلحة + 5 مل المضافة إلى الدورق (10 مل) مثلاً.

5- احسب كمية السكريات المرجعة في محلول العينة (%) من خلال المقارنة مع كمية السكر اللازمة لإرجاع محلول فهلنخ والتي تم حسابها من خلال تجربة محلول السكري القياسي (ع) 0.024 :

10 مل من مستخلص العينة المجهولة يحتوي على 0.024 غ سكر مرجع

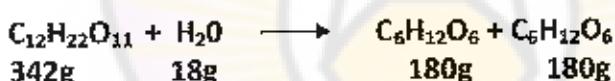
100 مل من مستخلص العينة المجهولة يحتوي على س غ سكر مرجع

$$س = \frac{0.024 \times 100}{10} = 0.24 \text{ غ}/100 \text{ مل} (%)$$

حساب % للسكريات المرجعة في العينة لأجل من معرفة كمية السكريات المرجعة (ع) اللازمة لإرجاع محلول فهلنخ (A+B) وذلك من خلال تجربة محلول السكر المعياري .

C. تقدير % للسكريات الالمرجعة :

لابد لتقدير السكريات الالمرجعة بطرق فهلنخ من تحويليها إلى سكريات مرجعية أولاً، وذلك باستخدام الحمض والحرارة (الحليمة الحامضية)، ويتم فيها حلبة السكرورز غير المرجع والسكريات الأوليغوغ (قليلة السكرييد) إلى سكر محلول (غلوكوز وفركتوز) مرجع يمكن تحديده كميته بطرق عدة مثل طرقة الإرجاع ومن ثم حساب كمية السكرورز الموجودة باستخدام عامل التحويل (0.95) وفقاً للمعادلة التالية :



أي أن كل 342 غ سكرورز يعطي (180+ 180= 360 غ) سكر محلول (غلوكوز وفركتوز)

س غ سكرورز يعطي 1 غ سكر محلول

من المعادلة السابقة نجد بأن كل 1 غ سكر محلول تعادل 0.95 غ سكر سكرورز .

ومن ثم يمكن بعد تطبيق الحلبة الحامضية لتحديد نسبة السكرورز في العينة وتحديد كمية السكريات الكلية (المرجعة وغير المرجعة) .

طريقة العمل :

1- خذ (50 مل) من مستخلص العينة المحضر سابقاً، وضعه في بالون معايرة (100 مل)، ثم أضف تحت الساحية (5 مل) من حمض كلور الماء المركز.

2- سخن المزيج على حمام مائي بدرجة حرارة (72-68) °م لمدة 5 دقائق

- (ملاحظة: تحتاج حوالي (2.5) دقيقة للوصول لدرجة الحرارة المطلوبة، ومن ثم فإن زمن التسخين الكلي لا بد أن يكون حوالي 7.5 دقيقة) .
- 3- برد المزيج بسرعة في حمام مائي درجة حرارته (20) °م لمدة 2.5 دقيقة. (بحيث لا تتجاوز عملية التسخين والتبريد 10 دقائق).
- 4- عدل حموضة الوسيط بمحلول NaOH (20%) باستخدام ورقة عباد الشمس أو مشعر أحمر الميثل (باختبار الوسيط القلوي هو الأنسب لأكسدة السكريات) حيث يتحول لونه من الذهري إلى الأصفر.
- 5- أكمل الحجم حتى (100 مل) بالماء المقطر.
- 6- أحد الخطوات الثلاثة الأولى من طريقة فهانغ مع استبدال مستخلص العينة بالمستخلص الذي تمت حلمتها.
- 7- احسب كمية السكريات الخامسة التي تمت حلمتها (كمية السكر المحوول) من خلال طرح كمية السكريات المرجعة قبل الحلمة من كمية السكريات المرجعة بعد الحلمة.
- 8- حول النتيجة السابقة إلى (%) للسكروز في مستخلص العينة مع الأخذ بعين الاعتبار تمديد العينة أثناء الحلمهة.

ملاحظات هامة:

- تؤثر مدة التسخين بشكل كبير على دقة النتائج ولذلك يجب أن يتم الوصول لدرجة الغليان خلال دقيقتين وليس أكثر، أما زمن المعايرة فيجب ألا يزيد عن 3 دقائق، ولذا نلجأ في البداية لمعرفة الكمية المصروفة من السكر المرجع للعينة بشكل تقريري ثم تكرر العملية بعد تسجيل كمية أقل من الكمية المصروفة السابقة قبل عملية الغليان والبدء بالمعايرة.
- إن عملية التبريد والتعديل السريعتين ضروريتان لأن الفركتوز الناتج عن الحلمهة حساس جداً ويتأثر بالحموضة وارتفاع درجة الحرارة.
- إذا أرجعت محاليل فهانغ قبل البدء بعملية المعايرة نجاحاً لأخذ أقل من 5مل من محلول العينة .
- وجوب إضافة كمية من خلات الرصاص المعدنلة (2-10) مل للعينة قبل تمديدها في حال احتوت العينة على شوائب ثم القيام بالتمديد وأخيراً الترشيح لفصل هذه الشوائب (مع تسجيل الحجم النهائي للعينة بعد الترشيح) ثم التخلص من الفائض باستخدام الأوكزولات .

• وجوب الأخذ بعين الاعتبار تهديد العينة عند إجراء الحسابات.

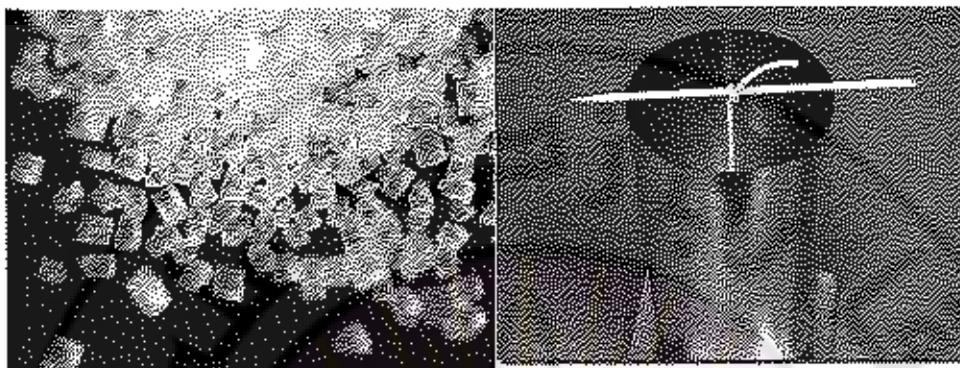
التجربة (2) تحضير بلورات السكر باستخدام محلول فرق مشبع للسكر
المواه والأدوات اللازمة:

3 أكواب من السكر (سكروز) - كوب من الماء- نصف ملعقة صغيرة من منهك غذائي حسب الرغبة (اللعنع، القرفة ، عصير الليمون أو البرتقال ...الخ)- ملون غذائي (عند الرغبة)- وعاء زجاجي نظيف (مرطيان) - خبوط قطنية نظيفة أو عيدان خشبية- مقلاة ومصدر حراري (غاز).

طريقة العمل :

- 1- صب الماء في الأقلامة .
- 2- أضف السكر بشكل تدريجي مع التحريك المستمر، واستمر بالإضافة مع التحريك حتى يصبح من غير الممكن حل كمية إضافية من السكر .
- 3- عند الرغبة يمكن إضافة ملون أو منهك غذائي مع الانتباه إلى أن هذه المضافات قد تبطئ من سرعة تشكيل بلورات السكر .
- 4- سخن المزيج على نار هادئة ودعه ترتفع درجة حرارته ولكن بدون غليان ، وأضف السكر بالتدرج إلى أن يصل لمرحلة لا يذوب فيها السكر ، يتبع تحريك المزيج السابق حتى الحصول على محلول صافي أو بلون ذهبي ويكون عندها كمية السكر قد انحلت بالكامل مع الانتباه إلى أن التسخين الزائد قد يسبب الحصول على قطع قاسية من سكر النبات. وإذا برد المحلول كثيراً يمكن إعادة تسخينه على النار .
- 5- أبعد المزيج عن النار وقم بتحضير الخليط القطنية كالتالي : قم بربط طرف الخيط بقلم رصاص أو سكين أو أي شيء يمكن تثبيته على فوهة الوعاء الزجاجي بحيث يكون طول الخيط أقل من عمق الوعاء الزجاجي كي لا يلامس القاعدة عند وضعه بداخله. قم بغمض الخليط بالشراب السكري الذي حضرته أو بالماء ثم بالسكر الجاف (الشكل 11) .
- 6- صب الشراب الذي حضرته بالوعاء الزجاجي النظيف ثم ضع الخليط بداخله بحيث لا يلامس جوانب وقاعدة الوعاء.
- 7- احرص على أن يكون الوعاء الزجاجي في مكان ثابت لا يتم تحريكه وقم بتعطيلته ليقيى نظيفاً.

- 8- تحتاج البليورات من 3-7 أيام لتشكل لذا قم بتفقدتها بعد أسبوع مع تسجيل ملاحظاته.
- 9- أعد التجربة باستخدام سكر الغلوكوز وقارن النتائج مع التعليل .



الشكل (11) طريقة عمل سكر الثياب (بليورة السكريات)



6-الجلسة السادسة : الكربوهيدرات في الأغذية (2)

السكريات المتعددة (البكتين والنشاء) وتشكيل الهلام

Polysaccharide(pectin,Starch) and Gel formation

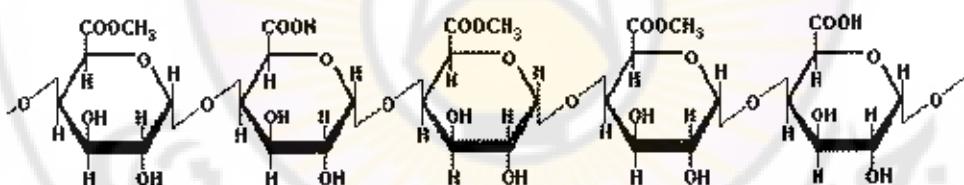
اهداف الجلسة :

- التعرف على العوامل المؤثرة في قدرة البكتين على تشكيل الهلام الجيد.
- التعرف على العوامل المؤثرة في قدرة النشاء على تكوين الهلام .
- التقييم الحسي للهلام المصنوع .

6-1-البكتين :

البكتينات وهي مركبات كربوهيدراتية ذات وزن جزيئي مرتفع تتتألف من حمض البكتينيك (حمض متعدد الغالاكتورونيك الميتوكسيلي) ، تدخل في تركيب جدران الخلايا النباتية ، و تستخرج صناعياً من التقاح و قشور الحمضيات .

تعد كل من الحمضيات والتقاچ من المصادر الغنية جداً بالبكتين ، بينما يعد المشمش والخوخ والجزر وبرنات الشوندر السكري من التمار الغنية بالبكتين ، أما المصادر الفقيرة بالبكتين فتضتم كلّاً من الكرز والعنب والدراق والفرز . ويوضح الشكل (12) التركيب الكيميائي للبكتين .



الشكل (12) : التركيب الكيميائي لجزيء البكتين

6-1-1- درجة الميثيللة (الأسترة) : (Degree of Methylation DM)

وهي استبدال ذرة هيدروجين في المجموعة الكربوكسيلي لحمض الغالاكتورونيك بمجموعة الميثيل .

تصنف المركبات البكتينية حسب درجة الميثيللة (الأسترة) إلى :

- حموض بكتينية درجة أسترتتها $5 > DM$

- البكتينات منخفضة الأسترة 5 < DM < 50

- البكتينات عالية الأسترة 50 < DM

يختلف التركيب الكيميائي والوظيفي للبكتين بحسب مصدره ، فالفاكهة غير الناضجة تحتوي على بكتينات عالية الأسترة عكس الفاكهة الناضجة فهي تحتوي على بكتينات منخفضة الأسترة ولذا تكون طرية .

يستخدم البكتين كمثخن ، أو لتشكيل الهلام في الجيل والمربيات .

6-1-2- خصائص البكتينات :

1- تذوب في الماء وخاصة الساخن.

2- تمتلك ثباتية كبيرة عند $pH = 3-4$.

3- تناسب قدرة البكتين على تشكيل الهلام طرداً مع الوزن الجزيئي و درجة الأسترة .

4- يحتاج البكتين منخفض الأسترة إلى كمية أقل من السكرورز ، ويتهلم عند قيم pH أكثر ارتفاعاً مقارنة بالبكتين مرتفع الأسترة .

5- تزداد انحلالية البكتين في الوسط الحامضي مع ارتفاع درجة الأسترة ، بينما يتربّس بالشرجفات الثانية والثلاثية التكافؤ مثل الكالسيوم ، وفي المذيبات العضوية القابلة للمرنج بالماء مثل الكحول .

6- تقوم أنزيمات البكتيناز بذرع أسترة البكتين (تطبيقات في العصائر).

7- تستخدم البكتينات في الأغذية لزيادة ثخانة القوام ، ويصنف البكتين كمضاد غذائي ضمن فئة المهلمات تحت الرمز E440.

8- تقامن قوة التهلم للبكتين بـ sag : حيث 1 sag يهلم 1 غ سكر في محلول 65% (نسبة المادة الجافة المنشطة) عند $pH = 3$.

6-1-3 الشروط المثالية لتكوين الهلام :

الهلام هو الحاله الوسطية بين الطور الصلب والطور السائل حيث يشكل البكتين شبكة ثلاثية الأبعاد مثبتاً بذلك الطور السائل . تعتمد عملية التهلم على عوامل عده :

- المحتوى من البكتين / نوع البكتين.

- المحتوى من السكر / نوع السكر.

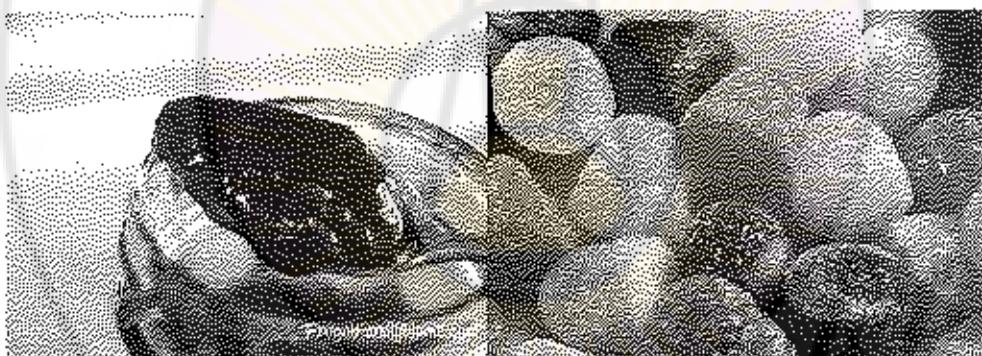
- رقم الحموضة .

٤-١-٤ آلية التهلم و نوع البكتين :

لحدوث التهلم باستخدام البكتين عالي الأسترة لابد من استخدام السكر بنسبة لا تقل عن ٥٥٥ %، وأن تكون قيمة pH ضمن المجال (٢.٩-٣.٣). حيث يقوم البكتين بتشكيل شبكة يحجز حضنها الماء والسكر حيث ترتبط المكونات مع بعضها بفضل الروابط الهيدروجينية والروابط المكارهة للماء (الهيدروفوبية) .

أما التهلم باستخدام البكتين منخفض الأسترة فلا يحتاج إلى كمية كبيرة من السكر أو رقم حموضة منخفض، حيث أن الهرام يتم تشكيله بوجود كاتيونات ثنائية مثل الكالسيوم، حيث ترتبط هذه الكاتيونات مع المجموعات الشاردية السالبة لسلسلتي بكتين متلاصقين، والهرام الناتج ينصهر بالتسخين ، أي أن الجل يتم تشكيله بفضل الجسور التي تكونها شواهد الكالسيوم بين السلسل البكتينية، والجل الناتج يتميز بالمطاطية كما أنه هش قابل للكسر مقارنة بالجيل الذي يكونه البكتين مرتفع الأسترة. الشكل (١٣)

يستخدم البكتين عالي الأسترة بنسبة (٠.٣-٠.٥ %)، بينما يستخدم البكتين منخفض الأسترة بنسبة .٧%.



الشكل(١٣) : هلام البكتين واستخداماته في تصنيع الأغذية

٦-٢- النشاء والعوامل المؤثرة في تكوين الهرام

يتكون النشاء من سلاسل من الأميلوز والأميلوبكتين. توجد سلاسل الأميلوز والأميلوبكتين ضمن حبيبة القشاء ويكون الأميلوز بشكل سلاسل مستقيمة غير متفرعة، مرتبطة ببعضها بروابط $\alpha-1,4$ وملفقة بشكل حلزون بروابط هيدروجينية، بينما تكون سلاسل الأميلوبكتين متفرعة وتكون الرابطة بين جزيئات الجلوكوز عند نقاط التفرع $\alpha-1,6$. الشكل

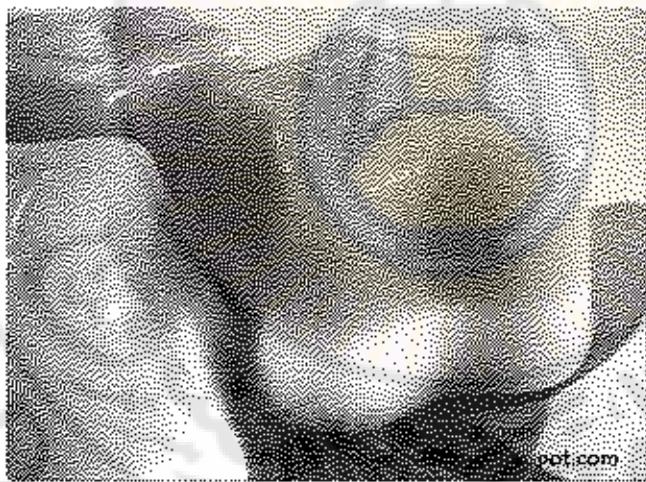
6-2-1 جلالة (نهم) النساء: الجلالة هي عبارة عن تغير فيزيائي يحدث عندما يسخن النساء بالماء. تتفاوت الروابط الهيدروجينية بين الأميلوز والأميلوبكتين عند دخول الماء إلى الحبيبة بسبب ذوبانية الأميلوز فيها ماجز خارج الحبيبة، بينما يشكل الأميلوبكتين روابط هيدروجينية مع الماء مما يسبب انتفاح الحبيبة، وهذا يؤدي إلى نقص في كمية الماء الحر المتاح وتزداد ثخانة المزيج، ومع استمرار التسخين وتجاوز درجة حرارة الجلالة تختضن الزوجة وتتغير حبيبات النساء مؤدية إلى تشكيل العجينة .

6-2-3 العوامل المؤثرة في جلالة النساء :

بعد النساء من العوامل المئوية للق沃م والمكونة للجل ، وهو بمستطاع وجده أن يتخن الماء ، ولكن النظام الغذائي يكون أكثر تعقيداً،(الشكل،12) ، وسيتم في هذه الجلسة:

- دراسة تأثير العوامل المئوية في ثخانة النساء المطبخ: كمية الماء، درجة الحموضة، درجة الحرارة .

- مقارنة الأدواء المختلفة من النساء كعوامل مئوية للق沃م



الشكل (١٤): استخدام النساء في الأغذية

التجارب المخبرية

التجربة (1) دراسة تأثير العوامل المختلفة (نوع السكر و كميته، كمية البكتين، رقم الحموضة) على تشكيل الهلام باستخدام البكتين مرتفع الأسترة :

المواد المطلوبة:

ماء أو عصير الفاكهة (عصير نفاج مغصوص مذاباً دون إضافة سكر) بحجم 2 لتر - سكر - بكتين مرتفع ومنخفض الأسترة - حمض غذائي (حمض الليمون، يحضر بحل 286.02 غ من حمض الليمون المائي في 300 مل ماء مقطر) - ماء مقطر .

الأدوات المطلوبة:

بيشر 500 مل - بيشر صغير - رفرانكوفيت - ميزان حرارة - مصباح يزن مع شبک - قضيب زجاجي للتحريك - مرببات معمقة - جهاز قياس pH - خلاط كهربائي.

ملاحظات عامة:

1- تحضير الثمار أو عصير الفاكهة المراد تحضير الهلام منها: (انتقاء الثمار الناضجة ، اختيار الثمار السليمة ذات الحجم الواحد، غسيل ، سلق أولي في بعض الأحيان).

2- إضافة السكر والبكتين : يمزج 0.3 غ بكتين مع 4.5 غ سكر ثم تضاف ببطء إلى العصير قبل الغليان مع التحريك السريع لمدة 10 دقيقة.

3- عملية الطبخ أو الغليان : ترفع درجة الحرارة بعد ذوبان البكتين بشكل جيد ويترك على اللهب حتى الغليان ثم يضاف الحمض ، (وذلك لتقديم تفكك المواد البكتينية).

4- تقدير انتهاء عملية الطبخ: تنتهي عملية الطهي بالوصول إلى درجة حرارة 104-105 °م أو تركيز السكر %.65.

5- التعبئة: يعبأ الهلام بعيوبات نظيفة و معمقة .

1. دراسة تأثير العوامل المختلفة على نوع الهلام الناتج (قوامه وتماسكه / نكهته):

A. تجربة الشاهد (الهلام القياسي الذي ستتم مقارنته العينات به) :

جهز كل من الماء أو عصير النفاج (30) مل و السكر وز (30) غ و مزج السكر والبكتين 0.3 غ مع 4.5 غ سكر (و (0.5) مل من الحمض الغذائي المحضر وقم بالخطوات التالية :

- عقم المرطبات الزجاجية التي مستخدمها مع أغطيتها بوضعها في الماء المغلي لمدة عشر دقائق.
- سجل قيمة pH الأولية لعصير الفاكهة المستخدم ، ثم ضع العصير في بيشر وضعه على النار لتباشير بعملية الطبخ.(انتبه : لاتقم بإضافة السكر المحلي(الأسيارتام) أو الحمض في هذه الخطوة حيث تضاف بعد انتهاء الطبخ).
- قم بالتحريك بشكل مستمر حتى الوصول لمرحلة الغليان.
- برد إلى درجة 55 م وأضف ببطء مزيج البكتين والسكر (0.3 غ بكتين و 4.5 غ سكر و 4) واتركه عند الدرجة (55) م مدة 10 دقائق حتى تمام انحلال المكونات مع التحريك السريع
- أضف بقية السكر و أكمل عملية التسخين حتى الوصول لدرجة الغليان ، أغلق لمدة 2 دقيقة.
- تحقق من قيمة البيركس للمحلول باستخدام الرفراكتوميتر فإذا كان أكثر من %60 (%37 عند استخدام الأسيارتام) ارفع المزيج عن النار وأزل الرغوة الناتجة عنه وأضف الحمض (حوالي 0.5 مل) (أو الأسيارتام) وحرك جيداً.
- خذ 10-15 مل في بيشر واتركه حتى يبرد للدرجة 40 م ثم قس قيمة pH المزيج (يجب أن تكون ضمن المجال 3.5-2.8) مع الانتباه لتسجيل القيمة التي تحصل عليها لرجمة الحموضة مع الحجم المستخدم من حمض الليمون.
- ضع المزيج في الوعاء المعقم مع ترك فراغ حوالي 0.5 سم في الأعلى، ثم ضبع الغطاء وأحكم الإغلاق.
- أقلب الوعاء لدقيقة واحدة ، ثم أعده لوضعه المستوى وسجل المعاملة التي تمت عليه.
- ضع الوعاء (المرطبان) في مكان بارد وجاف دون تحريك للجلسة القادمة لتسجيل ملاحظاتك .

B. تأثير نوع السكر:

- استبدل السكر و المضاف للعصير في تجربة الشاهد بإضافة سكر الأسيارتام بكمية 0.4 غ.
- سجل ملاحظاتك على المقام الناتج وعل السبب

ملاحظة: يتم إضافة الأسبارتمام في نهاية الخطوة 5 عند استخدام البكتيريا مرتفع الأسترات.

C. تأثير كمية السكر:

- التركيز المنخفض : استبدل تركيز السكر المستخدم في تجربة الشاهد (30 غ) ب 1 غ سكر ورز ويبين الاختلاف بين الهلام المتشكل والشاهد

- التركيز المرتفع : استبدل تركيز السكر المستخدم في تجربة الشاهد (30 غ) ب 40 غ سكر ورز ويبين الاختلاف بين الهلام المتشكل والشاهد

- عل النتيجة التي حصلت عليها

D. تأثير كمية البكتيريا :

- تركيز منخفض من البكتيريا : استبدل كمية البكتيريا المستخدمة في تجربة الشاهد (0.3 غ) ب 0 غ

- تركيز مرتفع 0.7 من البكتيريا : استبدل كمية البكتيريا المستخدمة في تجربة الشاهد (0.3 غ) ب 0.7 غ

- وضع تأثير كمية البكتيريا في صفات الهلام الناتج مع التعليل

E. تأثير رقم الحموسة:

- pH مرتفع : أضف 0 مل من حمض الليمون إلى العصير بدل 0.5 مل المستخدمة في تجربة الشاهد .

- pH منخفض: أضف 2 مل من حمض الليمون إلى العصير بدل 0.5 مل المستخدمة في تجربة الشاهد .

- وضع تأثير الحموسة في الهلام الناتج مع التعليل

ملاحظات:

- يمكن استخدام الأملام المنظمة للحموضة buffer salts (مثل سيترات الصوديوم وطيرات الصوديوم والبوتاسيوم) التي تتضاف ممزوجة مع البكتيريا أو على شكل محلول لتساعد في المحافظة على قيمة pH ، مما له أثر كبير في نجاح عملية التهلم.

- مئانة الهلام تنخفض بالحرارة ، كما أن الصدمات الميكانيكية لثناء التهلم أو التبريد تخرب وتحطم الهلام.

- يجب إذابة البكتين قبل إضافته لتجنب تشكيل هلام غير متجانس.

التجربة(2) : تحضير هلام باستخدام بكتين منخفض الأسترة

المكونات : 150 مل من العصير + 20 غ من السكر + 3 غ من البكتين منخفض الأسترة + 2 مل من محلول الكالسيوم(محلول الكالسيوم : 50 مل ماء + 0.2 غ من فوسفات ثنائية الكالسيوم).

الطريقة :

1- امزج السكر مع البكتين منخفض الأسترة .

2- سخن العصير حتى الغليان ثم أضيف مزيج السكر والبكتين .

3- اغل العصير لمدة دقيقة واحدة لحل البكتين والسكر .

4- أضيف محلول الكالسيوم مع التحريك .

5- أضيف المحلول للمرطبان وهو ساخن .

6- ضع المرطبان في حمام مائي بدرجة الغليان لمدة عشر دقائق .

7- ضع المرطبات في البراد ليوم واحد ثم يحفظ عند درجة حرارة الغرفة .

6- قم بالتقدير الحسي للهلام الناتج من ناحية التكثة والقوام بإعطاء العينات المحضرة أرقاماً تعبير عن مدى جودتها أي ضع نتائجك في الجدول (12) .

الجدول (12): تأثير العوامل المختلفة في تشكيل الهلام باستخدام البكتين

التقييم الحسي			المعاملات
التبليغ	القوام	التكثة	الشاهد
			تركيز مرتفع من البكتين
			تركيز منخفض من البكتين
			تركيز مرتفع من السكر
			تركيز منخفض من السكر
			نوع السكر
			pH مرتفع (حموضة منخفضة)
			pH منخفض (حموضة مرتفعة)

التجربة (3): العوامل المؤثرة في تشكيل جل النشاء

- تجربة الشاهد : وضع في البيشر 4 غ من نشاء البطاطا وأضف لها 50 مل ماء بارد .
- ارفع درجة الحرارة على اللهب المباشر مع التحريك حتى يصبح لون العجينة شفافاً
 - انقل محتويات البيشر إلى كأس بلاستيكي صغير
 - وضع الكأس في البراد ولاحظ شفافية الجل وقواته
 - تأثير الماء : أعد تجربة الشاهد مع اضافة 75 مل ماء
 - تأثير نوع النشاء : أعد تجربة الشاهد باستبدال نشاء البطاطا بنشاء معدل
 - تأثير إضافة السكر : أعد تجربة الشاهد مع اضافة 7.5 غ سكر
 - تأثير إضافة الزيت : أعد تجربة الشاهد مع اضافة 0.5 غ زيت
 - تأثير درجة الحموضة : أعد تجربة الشاهد مع إضافة 2 مل من حمض الليمون 0.5 ن
 - تأثير الأليزيمات : أعد تجربة الشاهد مع إضافة 2 مل من محلول الدياسيتر
- سجل ملاحظاتك وبين أهم الفروقات من حيث اللون والقوام بين العوامل المختلفة موضحاً الأسباب .

أسئلة للتدريب:

- 1- ما دور السكر في تشكيل الهلام ؟
- 2- ما دور الحمض في تشكيل الهلام باستخدام البكتيريا عالي الأمبردة ؟
- 3- ما هو تأثير إضافة السكر في قوام هلام البكتيريا والنشاء ؟
- 4- هل يمكن استبدال البكتيريا بالنشاء أو العكس في الصناعات الغذائية المختلفة ؟ وضع بأمثلة



7- الجلسة السابعة: الزيوت والدهون الغذائية

Food Oils and Fats

الهدف من الجلسة :

- التعرف على أنواع الدهون الغذائية

- التعرف على كيفية استخلاص الدهن من الأغذية

- التعرف على نوعية الدهون

مقدمة : تنتشر الدهون بشكل واسع في الأغذية ، وهي تمثل أحد المكونات الرئيسية للمواد الغذائية ولها استعمالات كثيرة حيث تضاف أحياناً أثناء التحضير كعامل تطريدة ، أو تشكل أحد أطهوار المستحلب ، أو تستخدم كناقل للحرارة أثناء القلي ، أو كمعزز لنكهة .

1-1- ذوبان الدهون :

تحتفل الزيوت والدهون حسب درجة ذوبانها بالمذيبات العضوية و عدم ذوبانها بالماء ، ويعود اختلاف خصائصها باختلاف تركيبها (بساطة ، مركبة ، مشتقة) وبحسب تركيب الأحماض الدهنية التي تشكل الوحدة الأساسية والمكونة لها (مشبعة ، غير مشبعة ، قصيرة / طويلة السلسلة الكربونية).

يؤدي عدم ذوبان الزيوت والدهون في الماء إلى سهولة استخلاصها من المكونات الأخرى للأنسجة كالبروتينات والكربوهيدرات . وللزيوت والدهون مدى واسع من التباين في درجة اللاقطبية والتي تعتمد أساساً على تركيبها الجزيئي ، لذلك قد يتطلب استخدام أكثر من نوع واحد من المذيبات لاستخلاص اللبيدات من الأنسجة .

2- العوامل المؤثرة في كفاءة استخلاص الدهن من القذاء :

إن استخدام المذيبات العضوية في استخلاص الدهن من العينة يؤدي إلى كسر روابط قاندرفالس والروابط الالكتروستاتية والروابط الهيدروجينية إلا أن الروابط المشتركة Covalent bonds تظل كما هي لتأثير .

ويشترط في المذيبات المستخدمة في إزالة واستخلاص الدهن مايلي :

- ذات طبيعة لا قطبية.

- ذات درجة تبخّر منخفضة .
- ذات نقاوة عالية
- معاً في عبوات داكنة وضمن جو من الغاز الخامل .

لابد عند التعرف على الدهن في المادة الغذائية من استخلاصه بمذيب مناسب وتعتمد كفاءة الاستخلاص على مجموعة من العوامل هي :

- الهدف من عملية الاستخلاص (استخلاص كمي / نوعي) .
- طبيعة المادة المراد استخلاص الدهن منها (سائلة / صلبة) وتركيزها الكيميائي ونسبة رطوبتها .
- نوع اللبيد المراد استخلاصه .
- نوعية المذيب المستخدم (درجة قطبيته) .
- طريقة الاستخلاص (بارد / ساخن) .

7-3- استخلاص الدهن بواسطة المذيبات المناسبة :

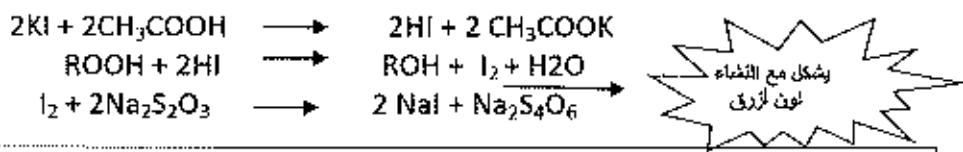
إن اختلاف قطبية الدهن في العينة الغذائية و محتواها من الرطوبة يحتاج إلى استخدام أكثر من مذيب لزيادة كفاءة استخلاص المذيب . فيستخدم الكلوروفورم - ميثانول لاستخلاص الدهن من العينات مرتفعة الرطوبة (طريقة Bligh-Dayer) .

7-4- أكسدة الدهن ودور مضادات الأكسدة :

عند أكسدة المواد الدسمة تتشكل مركبات غير ثابتة - لأنها طعمًا أو لونًا أو رائحة - تسمى البيروكسیدات تعطي بعد فترة من الزمن مركبات تسمى الهيدروبيروكسیدات ، حيث تتفتت هذه الأخيرة إلى الأدھيدات وكينونات لها طعم ورائحة الترفس .

A. رقم البيروكسيد :

رقم البيروكسيد وهو عدد ميلي مكافئات البيروكسيد الموجودة في 1كغ من العينة . يتم تقدير كمية البيروكسیدات بواسطة إضافة بوديد البوتاسيوم إلى عينة الزيت المستخلص فتعمل البيروكسیدات على تحرير اليود الذي تم معايرته بواسطة ثيوکبريتات الصوديوم معلومة النظامية يوجد مشعر الشاء . يجب ألا يزيد رقم البيروكسيد للزيوت الطازجة عن 10 ميلي مكافئ / كغ عينة ، بينما يتراوح ضمن المجال 20-40 ميلي مكافئ / كغ عينة للزيوت المخزنة .



$$\text{رقم البيروكسيد} = \frac{(\text{الحجم المستهلك لمعايرة العينة} - \text{الحجم المستهلك للشامد}) \times \text{نظامية ثيوباربتيوريك الصوديوم}}{\text{وزن العينة}} \times 1000$$

B. تقيير الترنيخ باستخدام مشعر حمض الثيوباربتيوريك:

بعد اختبار TBA (Thiobarbituric acid) مقياساً على حدوث الأكسدة النهائية للزيوت والدهون ، ويعتمد على قياس المركبات الألدهيدية الناتجة عن تكسير الهايدروبرووكسیدات المنتجأة الرائحة غير المقبولة للمستهلك ويعبر عنه بعد الميلالي جرامات من ألدهيد المالونيك / كغ عينة

$$\text{رقم TBA} = \text{عدد ميلي غرامات ألدهيد المالونيك} / \text{كغ عينة}$$

مادة الا TBA هي عبارة عن حمض الثيوباربتيوريك والذي يقوم بالتفاعل مع أحد نواتج الأكسدة النهائية (الألدهيدات والكيتونات ومن أهمها ألدهيد حمض المالونيك) مشكلاً معه معقداً يرتفع اللون تزداد شدة ذوبانه بازدياد شدة الأكسدة في العينة المختبرة ، تفاص امتصاصيته عند طول موجة 538 نانوميتر.

C. الأحماض الدهنية الحرة: Free fatty acids

يستخدم هذا الاختبار للدلالة على حدوث تحلل الزيت بفعل الحرارة والأكسجين في وجود آثار للرطوبة ومن ثم زيادة الأحماض الدهنية الحرة المنفردة وبالتالي فساد الزيت ، وقد تحتوي الزيوت النباتية على نسبة عالية من الأحماض الدهنية الحرة اذا استخلصت من بذور مخزنة بطريقة غير جيدة او لفترات زمنية طويلة.

الرقم الحمضي : هو عدد ميلي غرامات ماءات البوتاسيوم الكحولية (N 0.10) اللازمة لمعادلة الأحماض الدهنية الحرة في 1 غ من الزيت او الدهن .

التجارب المخبرية

تجربة (1): التعرف على وجود الدهن في الغذاء (نوعاً وكماً)

سيتم في هذه التجربة استخلاص الدهن وفحصه في مجموعة من الأغذية هي : الشوكولا، شيبس البطاطا، بذور دوار القمر، الجبنة القابلة للعدم .

في الشوكولا ينتشر المكر والكافاكاو في بنية الدهن ويستخدم مادة مستحلبة تدعى الليسيثين للمحافظة على الدهن من الانفصال عن الشوكولا، أما في البطاطا شيبس فإن الدهن غالباً يكون على السطح من خلال عملية القلي، وفي بذور دوار القمر يكون الدهن داخل البذور، وفي الجبنة تكون أيضاً ضمن مستحلب.

المواد والأدوات المطلوبة:

- ماءات بوتاسيوم كحولية : أذب (100÷56.11) غ من ماءات البوتاسيوم وأكمل الحجم بالكحول الإيثيلي إلى 1 ل في دورق معياري . واضبط نظميته كما تعلمت سابقاً.
- شوكولا نصف حلوة ، بذور دوار القمر ، بطاطا شيبس، ميكرويف، أوراق تشيف، أسيتون، ورق قصدير.
- طبق بيتي، هاون، بيشر، مخيار مدرج ، وقفازات .

طريقة العمل :

- A. التعرف النوعي على الدهن في الشوكولا والجبن المطبوخ :
- زن حوالي 2 غ من الشوكولا والجبن المطبوخ وضع كل منها في ورقة تشيف.
 - ضع الورقة بالميكرويف لمدة 40 ثانية أو بالفرن العادي على درجة حرارة 100 °م لمدة 4 دقائق .
 - اطأ ورقة التشيف واضغطها بشكل لطيف بأصابعك .
 - اتركها لمدة 5 دقائق لتبرد وسجل ملاحظاتك في الجدول 12.
- B. التعرف على الدهن في شيبس البطاطا وبذور دوار القمر :
- زن حوالي 2 غ شيبس البطاطا وبذور دوار القمر وضع كل منها في ورقة تشيف
 - ضعها في الميكرويف لمدة 25 ثانية أو بالفرن العادي على درجة حرارة 100 °م لمدة 2.5 دقيقة.

- اطه ورقة التشيف فرق البطاطا وفت قطع البطاطا باستخدام يد الهاون
- اتركها لمدة 5 دقائق ، افتح ورقة التشيف وسجل ملاحظاتك في الجدول (13) .

جدول (13) : المشاهدة الحسية للدهن في الغذاء

الغذاء	وصف ما شاهدته على ورقة التشيف
الشوكولا	
الجبن المطبوخة	
الشيبس	
بدور دوار الشمس	

تجربة (2) : التقدير الكمي للدهن غير المتربي في الغذاء

المواد المطلوبة:

- مجموعة من الأغذية منها: شوكولا نصف حلوة - جبن مطبوخ - شيبس البطاطا - بدور دوار القرم
 - مذيب عضوي الهكسان بحجم 200 مل.
- الأدوات المطلوبة:**
- هاون ، بيشر 200 مل ، دورق معياري ، ورق ترشيح مع قمع ، مبخر دواراني.

طريقة العمل:

- خذ 5 غ من المادة الغذائية وجنس جيدا إما بعملية الطحن أو الخلط .
- جف الدورق الذي ستستخدمه بعد تنظيفه بشكل جيد بالمحفف على درجة حرارة 100 ° م لمنة 15 دقيقة، برده ، ثم قم بوزنه وسجل الوزن في الجدول 14 .
- ضع العينة في الدورق وسجل الوزن
- أضف 10 مل هكسان مع التحريك بشكل جيد لمدة 3 دقيقة باستخدام قضيب زجاجي .
- انقل بحذر المذيب إلى دورق آخر نظيف سبق وزنه بدقة .
- أعد عملية الاستخلاص أكثر من مرة (6-5 مرات) باستخدام 10 مل من الهكسان في كل مرة مع التحريك، وأعد الخطوة 4 و 5 .

- 7- اجمع المذيب المستخدم لاستخلاص (60) مل والحاوي على الدهن المستخلص
 8- بخر المذيب الحاوي على الدهن باستخدام المبخر الدوراني /أو تحت الماكينة /أو باستخدام فرن التجفيف . سجل ملاحظاتك بالجدول (14)

الجدول (14) : وصف حسي للدهون المستخلصة من المواد الغذائية

النحوحة	الرائحة	القوام	اللون	الغذاء
				الشوكولا
				شيبس البطاطا
				بذور دوار القمر
				الجين المطبوخ

- 9- بخر المذيب في الدورق الحاوي على المادة الغذائية على درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة.
 10- زن الدورق مع الشوكولا وسجل نتائجك في الجدول (15) وقارن مع بطاقة البيان المرفقة مع العينة.

الجدول (15) : استخلاص الدهن وتقدير كميته في الغذاء كنسبة مئوية (%)

% للدهن المستخلص	الفقد في وزن المادة الغذائية	وزن البישير مع المادة الغذائية بعد التجفيف	وزن المادة الغذائية	وزن البישير مع المادة الغذائية	وزن البישير	المادة الغذائية
						الشوكولا
						شيبس البطاطا
						بذور دوار القمر
						الجين المطبوخ

التجربة (3): اختيار المذيب المناسب لاستخلاص الدهون

المواد المطلوبة:

- مادة غذائية عالية الرطوبة (لحمة، ثوم، بصل ، أوراق النعنع.....).
- مزيج الكلوروفورم: ميثانول (1:2) ، أسيتون.

الأدوات المطلوبة:

- هاون مع مدققة - ببشر (200 مل) مع قضيب زجاجي للتحريك - ورق ترشيح مع قمع.
- قمع الفصل - دورق 250 مل - مبخر دواراني.

طريقة العمل:

- 1-خذ 5 غ من مادة غذائية مثل (لحمة ، ثوم..) واطحئها بشكل جيد .
- 2- انقع العينة المطحونة في 30 مل من مزيج الكلوروفورم مع الميثانول (1:2) مدة ساعة ونصف مع التحريك المستمر الذي يسمح بانتقال الدهن إلى الطور الاقطيبي والماء إلى الطور القطبي.
- 3- رشح المزيج وانقل الرشاحة إلى قمع الفصل حيث ينفصل ضمه المزيج لطبقتين متضمنتين (يمكن إضافة الماء للحصول على فصل واضح).
- 4- افصل طبقة الكلوروفورم الحاوية على الدهن بعناية ضمن دورق 250 مل معروف الوزن.
- 5- أعد الاستخلاص باستخدام كمية إضافية(30مل) من مزيج المذيبات مع العينة المختبرة وترك للانقع مع التحريك ساعة ونصف مرة أخرى، ثم تفصل طبقة الكلوروفورم وتضاف للكمية السابقة .
- 6- بخر الكلوروفورم للحصول على الدهن المستخلص.
- 7- وزن الدهن المستخلص واحسب نسبته المئوية (%) في العينة .
- 8- أعد التجربة على المادة نفسها باستخدام مذيب الهكسان كما في التجربة (2) واحسب % للدهن.
- 9- قارن بين النتائجين . ماذا تستنتج ؟

**التجربة (4) : تقدير رقم البيروكسيد
المواد المطلوبة:**

- زيت - (مزيج كلوروفورم و حمض خل تنجي بنسبة 60:40)
- يوديد البوتاسيوم المشبع: يحضر بحل حوالي 144 غ أو أكثر في 100 مل ماء مقطر (يحفظ في زجاجة عائمة في مكان مظلم ويحفظ بالثلج)
- ماء مقطر
- ثيوکبریتات الصوديوم (N0.01) تحضر بحل 2.4 غ/ لليتر ماء مقطر.
- مشعر النساء : 1% (تحل وتسخن حتى الغليان)

BHT -

الأدوات المطلوبة:

- دوري مخروطي 250 مل عدد 2 - مخار مدرج - أنبوب اختبار مع غطاء عدد 2 - قمع سباحة - ماصة.

طريقة العمل:

- 1- زن بدقة 2 غ من الزيت المراد اختباره في دوري 250 مل .
- 2- أضف 10 مل من الكلوروفورم وحرك بشكل جيد حتى إذابة الدهن .
- 3- أضف 15 مل من حمض الخل الثلحي و 1 مل من يوديد البوتاسيوم المشبع ، مع التحريك لمدة دقيقة .
- 4- دع الدوري في مكان مظلم مدة خمس دقائق ثم أضف 75 مل ماء مقطر وعدة نقاط من مشعر النساء وحرك بشدة لتحرير اليود من طبقة الكلوروفورم .
- 5- عاير بمحلول ثيوکبریتات الصوديوم (N 0.010) حتى زوال اللون الأزرق .
- 6- أعد الخطوات السابقة مع عينة الشاهد التي تخلو من الدهن .

التجربة (5) : تأثير التغزير على أكسدة الدهن ودور مضادات الأكسدة .

- 1- زن مرتين حوالي 25 غ من عينة الزيت أو الدهن في كأس بيشر .
- 2- أضف لأحدهما مضاد أكسدة (BHT) بنسبة 1% .
- 3- حسن العينات في الفرن على الدرجة (60°م) لمدة أسبوع .
- 4- كرر التجربة السابقة لتقدير رقم البيروكسيد على العينات بعد التحضير .

- لحسب رقم البيروكسيد وسجل الناتج في الجدول (15) و ارسم العلاقة بين رقم البيروكسيد والزمن للعينات المختبرة عند الدرجة (60)م (مع / بدون مضاد أكسدة) بالمقارنة مع القيم المتحصل عليها دون تحضير .

ملاحظة : يجب الا يزيد الحجم المستهلك لمعايرة الشاهد عن (0.1 مل) من محلول ثيوسولفات الصوديوم (N 0.010).

تجربة (6) : تقدير الترخيخ باستخدام مشعر TBA
المواد المطلوبة:

- عينة دهن ، ويمكن أن يستخدم الدهن الذي استخلص من التجربة السابقة .
- مذيب عضوي (البوتانول)

TBA- تحضر بحل 0.2 غ من حمض الثيوباربوريك في 100 مل كحول البوتانول حتى تمام الذوبان .

BHT -

الأدوات المطلوبة:

حمام مائي بدرجة الغليان - أنبوب اختبار مع سداده - جهاز السبيكتروفوتوميتر - بيشر 100مل.
طريقة العمل :

1- قم بحل عينة الدهن (0.5 غ) بأقل كمية من البوتانول (25مل) ثم خذ (5ml) من محلول الناتج وأنصف لها (5 مل) من كلاشف TBA ضمن أنبوب اختبار له سداده واخلط بشكل جيد ،ثم ضع الأنبوب ضمن حمام مائي بدرجة الغليان مدة 20 دقيقة .

2- انتظر حتى تبرد الأنابيب ثم استخلص اللون الأصفر البرتقالي ، قس الامتصاصية عند طول موجة 530 نانومتر (خذ أكثر من قراءة للعينة لتحسين متوسط الامتصاصية) .

3- أعد الخطوات السابقة مع استبدال العينة بعينة الشاهد (دون إضافة العينة وإضافة الحجم نفسه من البوتانول) .

4- احسب رقم TBA (مع/كغ عينة) من القانون التالي :

$$\text{TBA} = \frac{\text{امتصاصية العينة} - \text{امتصاصية الشاهد}}{\text{وزن العينة (مع)}} \times 50$$

ملاحظة : الرقم (50) ثابت ضمن شروط التجربة

5- أعد التجربة مع تسخين الزيت على الدرجة (60)°م لمدة أسبوع مع إضافة مضاد أكسدة أو دونها وسجل ملاحظاتك .

6- سجل النتائج في الجدول (15) و ارسم العلاقة بين رقم TBA والزمن للعينات المحسنة عند الدرجة (60)°م (مع مضاد أكسدة أو دونه) بالمقارنة مع القيم المتحصل عليها دون تحضير.

تجربة (7) : تقدیر الأحماض الدهنية الحرة في عينات الدهن

المواد المطلوبة:

عينة الزيت - مشعر فينول فتالين - كحول الابتانول - (البتر) من محلول ماءات البوتاسيوم

(N 0.10)

الأدوات المطلوبة:

دورق مخروطي 100مل، حمام مائي بالدرجة 70°م.

طريقة العمل:

1- زن 10 غ من الزيت (الدهن) في دورق مخروطي ثم أضف (25مل) كحول الابتانول.

2- سخن محتويات الدورق لمدة 5 دقائق في حمام مائي لإذابة العينة.

3- أضف نقاطاً من مشعر الفينول فتالين.

4- عاير بواسطة محلول ماءات البوتاسيوم (N0.1) حتى بداية ظهور اللون الوردي.

5- أعد التجربة لعينة الشاهد

6- احسب رقم الحموسة للعينة من القانون :

$$\text{رقم الحموسة} = \frac{5.61 \times (\text{الحجم المستهلك العينة} - \text{الحجم المستهلك للشاهد})}{\text{وزن العينة}(غ)}$$

7- سجل النتائج في الجدول (16)، ارسم العلاقة بين رقم الحموسة والزمن للعينات المحسنة عند الدرجة (60)°م (مع مضاد أكسدة أو دونه) بالمقارنة مع القيم المتحصل عليها دون تحضير .

جدول (16) موشرات قساد وتحلل عينة الدهن

العينة ضمن ظروف مساعدة + للأكسدة BHT	العينة ضمن ظروف مساعدة للأكسدة	العينة	الشاهد	العينة الاختبار
				رقم المبروكسيد ملي ملائفي / كغ
				رقم TBA مع / كغ
				رقم الحموضة مع عينة / ملء



8-الجلسة الثامنة : البروتينات في الأغذية

Proteins in Foods

الهدف من الجلسة :

- التعرف على انحلالية البروتينات

- التعرف على دور البروتينات في تشكيل المستحلبات والرخاوي

- التعرف على العوامل المؤثرة في قدرة الجيلاتين على تكون الهلام

مقدمة: تستخدم البروتينات كمساعدات تصنيع في الصناعات الغذائية نظراً لخصائصها الوظيفية المتعددة مثل الانحلالية، القدرة على ربط الماء، ربط المواد الدسمة ، ثبيت الجمل المشتقة، تشكيل الرغوة، تشكيل المستحلبات، **تشكيل الهلام (الجيلي)**، إعطاء الصفات الريولوجية (الزوجة، اللدونة).

1- انحلالية البروتينات :

تعتمد الطرق الحديثة لعزل وفصل البروتينات على اختلاف انحلاليتها نظراً لاختلاف تركيبها (نوع الأحماض الأمينية ، وعددها ،ارتباط مركبات أخرى لا بروتينية معها) واختلاف شروط الوسط الموجودة فيه ولكونها تمتلك مجموعات قطبية ومجموعات لا قطبية . وبشكل عام تشكل معظم البروتينات محليل غروية مستقرة في الماء . إن لاختلاف انحلالية البروتينات أهمية كبيرة في التصنيع الغذائي فمثلاً استخدام بروتينات ذات انحلالية عالية كمضادات للخizir يؤثر بشكل سلبي في الصفات الريولوجية للعجين .

تتعلق انحلالية البروتينات بشروط الوسط مثل :

1- درجة حموضة الوسط : تكون انحلالية البروتينات أقل ما يمكن كلما اقتربت درجة pH من نقطلة التعادل الكهربائي والتي تختلف بين بروتين وأخر .

2- تركيز الأملاح : تتأثر انحلالية البروتينات بوجود الأملاح لكن العلاقة بين الانحلالية وتركيز الملح ليست خطية . إذ تزداد الانحلالية للبروتين بوجود تركيز منخفض من الملح، بينما تنخفض مع التركيز المرتفع للملح نظراً لقدرة الملح على سحب الغلف المائية المحيطة بجزيئات البروتين وتعديلها للشحنة، مما يؤدي لتجمع جزيئات البروتين مع بعضها وتوصيها.

3- درجة الحرارة : تزداد انحلالية البروتينات بازدياد درجة الحرارة ضمن المجال (0-40°C)، وخارج هذا المجال تختلف الانحلالية باختلاف البروتينات إذ إن بعضها يتغير بالحرارة

المرتفعة، ويشكل عام فلن الحرارة العالية تلعب دوراً في تحتر البروتينات وتشويه بنيتها وليس ترسيبها .

8-2 دور المواد البروتينية في استقرار(ثبات) المستحلبات وتشكيل الرغوة :

تستخدم المواد البروتينية عند إنتاج الكريمات والمثلجات البدنية والمعجنات ومنتجات الخبز بفضل قدرتها على ثبات الجمل المشته .

تشكيل الرغوة : تعد البروتينات من المركبات الفعالة سطحياً وتألف من جزء هيدروفيلي محب للماء وجزء هيدروفوبي كاره للماء، وياعتبار الجزء الهيدروفوبي موجود دوماً داخل بنية البروتين لذا لا بد من إظهاره ليتمكن من التفاعل مع جزيئات الهواء ويتم ذلك بفعل ميكانيكي (الخفق، التحرير الشديد) مما يمكن من كشف بنية البروتين وجعلها على تماس مع الهواء حيث يشكل البروتين شبكة قوية ملتصقة بالجيوب الهوائية (عن طريق الجزء اللاقطبي) من جهة وبال محلول المائي من جهة أخرى (الجزء القطبي الهيدروفيلي) . تختلف البروتينات بقدرتها على تشكيل رغوة قوية وثابتة كما تؤثر شروط الوسط في تشكيل هذه الرغوة (درجة الحرارة pH ، تركيز الملح، تركيب الوسط)

تشكيل مستحلبات ثابته : يتم الحصول على مستحلبات ثابته عن طريق التشتت الميكانيكي لأحد السائلين في الآخر (يستخدم الخلطات ، الخفقات) ووجود مادة مستحلبة .

تعد البروتينات من المواد المستحلبة (كونها تمتلك جزء قطبي وجزء لا قطبي) وتتميز عن غيرها من المركبات الفعالة سطحياً بأنها :

- تشكل طبقة متينة على سطح الجزيئات المتتشتتة ومن ثم تلعب دور الحاجز الميكانيكي الذي يحول دون التحامها مع بعض وانفصالها عن الطور المشتت .

- تزيد من لزوجة وسط التشتت مما يسبب الخفاض سرعة الالتحام للجزئيات المتتشتتة ويبطي حركتها ضمن وسط التشتت ومن ثم تبطئ من فصل أطوار المستحلب المختلفة فيما بينها بالكتافة تحت تأثير قوة الجاذبية.

3-8 قدرة الجيلاتين على تكوين الهلام :

تزيد البروتينات من لزوجة الوسط مما يؤثر بشكل سلبي أحياناً (صعوبة تطبيق عمليات البسترة والتعقيم) للأغذية المحترمة على البروتينات بسبب قدرة هذه المركبات على تشكيل الهلام أثناء التسخين. إن بعض البروتينات وتحت ظروف معينة من الحرارة والحموضة وجود بعض

الشوارد تكون قاردة على الارتباط مع بعضها (بروتين-بروتين) وتشكيل شبكة ثلاثية الأبعاد (تشكيل هلام) مثل الجيلاتين.

إن ازدياد تركيز السكر بشكل قليل يؤدي إلى زيادة اللزوجة و قوة الهلام ، في حين أن التراكيز المرتفعة تؤدي إلى خفض اللزوجة وتقليل قوة الهلام ويعود ذلك إلى أن التراكيز المرتفعة من السكر تؤدي إلى ارتباطه مع البروتين في موقع ارتباط بروتين-بروتين في حين أن التراكيز المنخفضة تؤدي إلى سحب السكر للماء من سلاسل البروتين فتزداد اللزوجة . كما أن لدرجة pH تأثيراً على قوام الهلام المتشكل ، إذ تتحفظ قوة الهلام وقوه الاختراق كلما ابتعدت قيمة درجة الحموضة عن نقطة التعادل الكهربائي كما ويزاد زمن التشكيل والإعداد بينما ينخفض زمن الإسالة، حيث تكون البروتينات بالشكل الحبيبي والذي يربط كميات أقل من الماء بالمقارنة مع الشكل الليفي للبروتين .



التحارب المخبرية

التجربة (1) : احلالية البروتينات عند قيم pH مختلفة

المواد المطلوبة:

- جيلاتين (1%)

- الألبومين البيضن: اغسل الألبومين عن باقي البيضة ، احسب حجمه وأضف إليه الماء المقطر بمقدار ثلاثة أضعاف ، حرك ببطء ثم رشح .

- حليب : مبستر أو معقم أو طازج

- محليل موقبة فوسفاتية ($pH = 2-4-6-8-10$) - محلول حمض كلور العاء 0.1 N

- محلول ماءات الصوديوم 0.1 N - كالشفت البيوريت - أنابيب زجاجية - ورق ترشيح -

جهاز رجاج - قمع

قم بدراسة احلالية البروتينات عند قيم pH مختلفة ($pH = 8, 7, 6, 5$) ، إذ تعبر كمية البروتين الأعلى عن احلالية أكبر للبروتين المستخدم في محلول الموقبي ومن ثم تكون درجة الحموضة للمحلول الموقبي المقابل هي الأنسب لأنحلال البروتين أي الأبعد عن نقطة تعادله الكهربائي .

طريقة العمل :

- خذ 5 أنابيب وضع في كل أنبوب 5 مل من محلول الجيلاتين.

- أضف لأنبوب الشاهد 5 مل من الماء المقطر وللأنابيب الأخرى 5 مل من المحاليل الموقبة الفوسفاتية.

- جنس المزيج على الرجاج لمدة 2 دقيقة .

- رشح باستخدام ورق ترشيح وقمع .

- خذ 1 مل من الرشاشة لنقير المحلى من البروتين وفق التجربة (3) .

-كرر التجربة باستخدام محلول الألبومين والحليب.

- سجل ملاحظاتك في الجدول (17) ، ووضح تأثير رقم الحموضة في ذوبانية البروتينات المختلفة مستعيناً بالمراجع المناسبة .

- ارسم العلاقة بين تركيز البروتين المنحل ورقم الحموضة

جدول(17) : تأثير درجة المحموضة pH في تركيز البروتين في المحاليل المختلفة (مغ/مل)

تركيز البروتين (مغ/مل)			درجة المحموضة pH
الأليومين	الجيالاتين	الجبن الأبيض	الشاهد
			5
			6
			7
			8

تجربة(2) : انحلالية البروتين على درجات حرارة مختلفة :

- أضف 5 مل من محلول الجيالاتين إلى 5 أنابيب زجاجية .
- ضع كل أنبوب في حمام مائي على إحدى درجات الحرارة المختلفة (40 - 50 - 60 - 70°م) ، واترك أنبوباً كشاهد دون معاملة حرارية .
- سخن لمدة 30 دقيقة ، ثم برد الأنابيب بماء الصنبور .
- رشح العينة ثم خذ 1 مل لتقدير تركيز البروتين (مغ / مل) وفق طريقة البيوريت .
- سجل القيم المتحصل عليها في الجدول (18).
- بين مدى تأثير درجة الحرارة في انحلالية البروتين المدروسة ورسم العلاقة بين درجة الحرارة وتركيز البروتين المنحل .
- أعد التجربة باستخدام المحاليل البروتينية الأخرى ووضع تأثير درجة الحرارة في انحلاليتها .
- قارن بين المحاليل البروتينية المدروسة من حيث تأثير درجة الحرارة في انحلاليتها ، ماذا تستنتج ؟

جدول(18) : تأثير درجة الحرارة في تركيز البروتين في المحاليل المختلفة (مغ/مل)

تركيز البروتين (مغ/مل)			الحرارة (°م)
الأليومين	الجيالاتين	الجبن الأبيض	الشاهد
			40
			50
			60
			70

التجربة (3) : التقدير الكمي للبروتينات بطريقة الباليوريت

المواد المطلوبة :

- محلول بروتين قياسي من سيرم ألبوم بقري أو البومن بيبس قياسي بتركيز (2.5 مغ /مل)
- كاشف الباليوريت : أذب 1.5 غ كبريتات النحاس ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) و 6 غ من طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم ($\text{Na K C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) بـ 500 مل من الماء المقطر ، ثم أضف 300 مل من محلول ماءات الصوديوم (10%) بشكل تدريجي مع التحريك ، ثم أكمل الحجم إلى 1000 مل بالماء المقطر .
- أنابيب زجاجية ... جهاز امتصاص ضوئي .
- خذ 2،3،4 مل من محلول القياسي وأكمل الحجم باستخدام الماء المقطر إلى 4 مل.

الجدول (19)

- أضف لجميع الأنابيب 4 مل من كاشف الباليوريت.
- سخن في حمام مائي عند الدرجة (38)°م لمدة نصف ساعة .
- قس الامتصاص الضوئي لهذه المحاليل باستخدام جهاز التجليل الطيفي عند طول موجة 550 نانوميتر.

ملاحظة : يجب أن تكون الأنابيب المستخدمة والماسنات نظيفة والمحلول الناتج رائق .

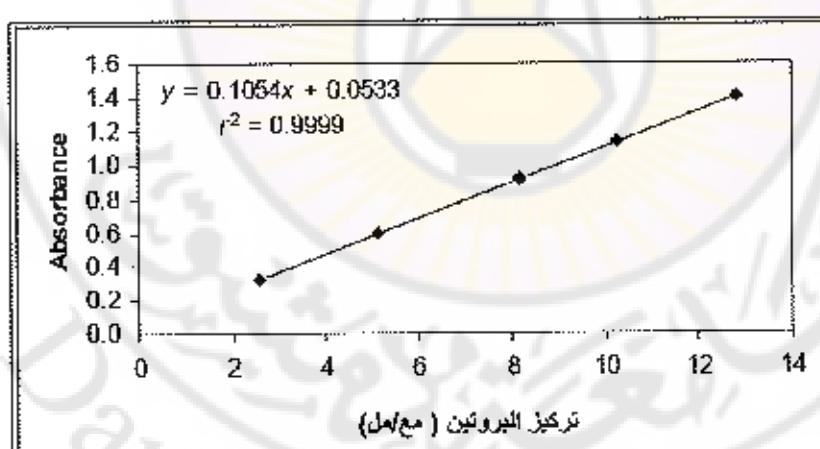
- ارسم المنهجي المعbari للبروتين القياسي موضحا العلاقة بين تركيز البروتين و قيمة الامتصاصية باستخدام برنامج أكمل كما هو موضح بالشكل (15) .
- اكتب معادلة الخط المستقيم ، واحسب تركيز البروتين (ملغ) في العينة المجهولة مع مراعاة التحفيقات .

ملاحظة : قد تحتاج إلى تعدد العينة إذا كانت قراءة الامتصاصية أعلى من 2 .

جدول (19) : تحضير السلسلة العيارية من بروتين سيرم الألبومين البقرى لمقاييسه البروتين

بطريقة البيوريت

العينة	5	4	3	2	المشاهد	الأنبوب
2	4	3	2	1	0	محلول بروتيني مل
2	0	1	2	3	4	ماء مقطر مل
4	4	4	4	4	4	كاشف البيوريت مل



الشكل(15): المنهجي القياسي الذي يوضح العلاقة بين تركيز البروتين والامتصاصي

تجربة (4) : دراسة قدرة البروتينات على تشكيل رغوة جيدة و مستقرة ضمن ظروف الوسط المختلفة:

١. تأثير pH ونوع البروتين في تشكيل الرغوة وثباتيتها .

المواد المطلوبة :

- محلول الألبومين المحضر سابقاً - الحليب .

- خلاط مولينكس - سلندر مدرج حجم 250 مل

- محلائل مؤقتة فوسفاتية

طريقة العمل :

-خذ 25 مل من محلول الألبومين المحضر وأضف له 25 مل محلول موفي عند درجات

pH مختلفة (8-7-6-5)

- اخلط لمدة دقيقة عند السرعة القصوى .

- انقل كامل محتويات الخلط إلى السلندر وسجل الحجم الكلي المتحصل عليه .

- اترك محلول لمدة 15 دقيقة ثم أعد تسجيل الحجم الجديد .

- احسب كل من حجم الرغوة وثباتيتها وفق القانون التالي :

$$\text{الحجم النسبي للرغوة} = \frac{\text{الحجم الكلي مع الرغوة} - \text{الحجم دون رغوة}}{\text{الحجم دون رغوة}} \times 100\%$$

ملاحظة : اذا لم يحدد الحجم دون رغوة فيكون = 50 مل في هذه التجربة

$$\text{ثباتية الرغوة} = \frac{\text{الحجم النسبي للرغوة بعد ربع ساعة}}{\text{الحجم النسبي للرغوة لحظة تشكلها}} \times 100\%$$

- سجل قيمة pH التي يعطي البروتين عندها الرغوة الأكبر والثانية الأعلى .

- أعد التجربة السابقة باستخدام الحليب مع مراعاة إجراء التخفيف المناسب للوصول إلى

تركيز بروتين في محلول الحليب المخفف يساوي تركيز البروتين في محلول الألبومين

- سجل ملاحظاتك في الجدول (20) وبين تأثير اختلاف نوع البروتين ودرجة الحموضة في القدرة على تشكيل الرغوة مع التعليب .

الجدول (20) : تأثير درجة pH ونوع البروتين في القدرة على تشكيل الرغوة

الطبيب		الألبومين		pH/ البروتين
الثانية	% للرغوة	الثانية	% للرغوة	
				5
				6
				7
				8

2. تأثير المضافات المختلفة (السكر ، الملح ، الدسم) في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها .

A. تأثير إضافة السكر

- خذ ثلاثة أنابيب زجاجية وأضف لكل منها 25 مل من محلول الألبومين المحضر و 25 مل محلول الموفي عند درجة pH التي أعطيت أعلى % للرغوة (ولنفرض كانت pH = 7)

- أضف السكر للأنبوب بالتراكيز التالية على الترتيب : 1% و 5% و 10% ، أي يضاف لـ 50 مل الموجودة في الأنابيب على التوالي الكميات التالية : 0.5 - 2.5 - 5 غ .

- اخلط لمدة دقيقة عند السرعة المقصوی .

- انقل كامل محتويات الخلط إلى السلندر وسجل الحجم الكلي المتحصل عليه .

- اترك محلول لمدة 15 دقيقة ثم أعد تسجيل الحجم الجديد .

- احسب كل من حجم الرغوة وثباتيتها كما ذكر سابقاً

- سجل النتيجة في الجدول (21) وقارن مع الشاهد دون إضافة سكر . ملـاذا تستنتج ؟ علل وفق المراجع المناسبة .

الجدول (21) : تأثير إضافة السكر في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها .

تركيز السكر %				
10	5	1	شاهد (0)	حجم الرغوة
				ثباتية الرغوة

B. تأثير إضافة الملح :

- أحد مامبيق واستبدل الماء بإضافة الملح على التوالي بالتركيزات التالية: (0.5، 1، 2، 5 %)
- احسب كلاً من حجم الرغوة وثباتيتها كما ذكر سابقاً
- قارن النتائج مع الشاهد دون إضافة ملح (الجدول 22). ماذا تستنتج ؟ علل وفق المراجع المناسبة.

الجدول (22) : تأثير إضافة الملح في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها .

تركيز الملح %				
5	2	0.5	شاهد	حجم الرغوة
				ثباتية الرغوة

C. تأثير إضافة الدسم :

- أحد مامبيق واستبدل الماء بإضافة الدسم على التوالي بالتركيزات التالية: (1، 0.5 %)
- احسب كلاً من حجم الرغوة وثباتيتها كما ذكر سابقاً.
- قارن النتائج مع الشاهد دون إضافة دسم (الجدول 23) . ماذا تستنتج ؟ علل وفق المراجع المناسبة.

الجدول (23) : تأثير إضافة الدسم في قدرة البروتين على تشكيل الرغوة وثباتيتها .

تركيز الدسم %				
5	1	0.5	شاهد	حجم الرغوة
				ثباتية الرغوة

تجربة (5) : العوامل المؤثرة في تكوين الجيلاتين للهلام

دراسة تأثير التركيز ودرجة الحموضة وتركيز السكر في لزوجة وتكون الجل للجيلاتين .

المواد المطلوبة :

جيلاتين - جهاز قياس اللزوجة سجهاز pH - أكواب بلاستيكية صغيرة - بيتر - حمض كلور الماء (N 6) - ماءات الصوديوم (N 6) - سكروز .

A. تأثير التركيز :

- حضر محلول جيلاتين بتركيز 6% ، عن طريق حل 30 غ من الجيلاتين بكمية كافية من الماء البارد المقطر ثم إضافة الماء المقطر المغلي لإكمال المحلول إلى 500 غ .
- بدءاً من هذا المحلول حضر سلسلة من التخفيفات التالية : 6 - 3 - 1.5 - 0.5 % بحجم نهائي للمحاليل 200 غ .
- قس لزوجة المحاليل المختلفة عند درجة حرارة الغرفة باستخدام جهاز بروتكفيلد وسجل النتائج .
- بين تأثير تغير تركيز اليكتين في لزوجة المحاليل المحضرة .
- صب المحاليل في كؤوس بلاستيكية واتركها لتبرد ولاحظ تحول شكل الهلام .
- سجل ملاحظاتك حول قوة الهلام المتشكل (الجدول 23) وعلل النتيجة بالاستعانة بالمراجع المناسبة .

B. تأثير درجة الحموضة :

- حضر محلول جيلاتين يوزن 9.5 غ من الجيلاتين وإضافة كمية كافية من الماء المقطر البارد ثم إضافة الماء المقطر المغلي للحصول على محلول يوزن 500 غ .
- قسم الكمية إلى 5 أقسام متساوية وأضبط رقم الحموضة pH على 1-2-6-7-12 باستخدام حمض كلور الماء أو ماءات الصوديوم .
- قس لزوجة المحاليل المختلفة عند درجة حرارة الغرفة باستخدام جهاز بروتكفيلد وسجل النتائج .
- بين تأثير تغير رقم الحموضة في لزوجة المحاليل المحضرة .
- صب المحاليل في كؤوس بلاستيكية واتركها لتبرد ولاحظ تحول شكل الهلام .
- سجل ملاحظاتك حول قوة الهلام المتشكل (الجدول 23) وعلل النتيجة بالاستعانة بالمراجع المناسبة .

C. تأثير السكروز :

- حضر 500 غ محلول جيلاتين بتركيز 1.5 % (قم بوزن الجيلاتين دون إضافة الماء) .
- وزع الكمية إلى 5 أقسام متساوية .
- أضف السكر إلى الجيلاتين في كل دورق بلتراكيز التالية : 0 - 0.1 - 0.05 - M 0.2 -
- أضف الماء المقطر البارد ثم أكمل إلى 100 غ بالماء المقطر الساخن .
- قس لزوجة المحاليل المختلفة عند درجة حرارة الغرفة باستخدام جهاز بروتكفيلا وسجل النتائج .
- بين تأثير تغير تركيز السكر في لزوجة المحاليل المحضرية .
- صب المحاليل في كؤوس بلاستيكية واتركها لتبرد ولاحظ تشكل الهلام .
- سجل ملاحظاتك حول قوة الهلام المتشكل (الجدول 24) وعمل النتيجة بالاستعانة بالمراجع المناسبة .

الجدول (24) : تأثير التركيز ودرجة الحموضة وتركيز السكر في لزوجة وتكوين الجل للجيلاتين

سكر (M)				pH					تركيز %				
0.2	0.1	0.05	0	12	7	6	1	5	3	1.5	0.5		اللزوجة
													القואم



9-الجلسة التاسعة : الصبغات الطبيعية في الأغذية



Natural Pigment in Food

الهدف من الجلسة

- فصل الكلوروفيل والأنثوسيانين
- التعرف على منحني امتصاصهما
- تأثير عوامل الوسط المختلفة في ثباتها .

مقدمة

يعود اللون في المادة الغذائية إلى صبغات طبيعية أو صناعية أو إلى نواتج تفاعلات كيميائية ناجمة عن العمليات التصنيعية. ولكن تكون المادة ملونة يجب أن تحتوي على مادة فعالة نشطة قادرة على امتصاص الأشعة الضوئية وعكس الشعاع الضوئي الذي تتلقى به. وبتألف المادة الملونة من ثلاثة أجزاء: مجموعة منتجة لللون، مجموعة حاملة للون، مجموعة مساعدة للون.

يمكن تقسيم الصبغات إلى:

- 1- مركبات رباعية البيرول : مثل الكلوروفيل والهيموغلوبين .
- 2- مركبات الإيزوبيرين: مثل الكاروتين .
- 3- مركبات البنزوبيرلن : مثل الأنثوسيانيدات ، الفلافونولات .
- 4- مركبات ناجمة عن المعاملات الصناعية : مثل الكراميل ، الميلاتودينات .

٩- أماكن وجود الصبغات في الأغذية :

- يوجد الكلوروفيل في الخضراوات و الخيار و السلق والبقدونس والتفاح الأخضر. بينما يوجد الهيموغلوبين في اللحوم و الأسماك.
- توجد الكاروتينات في الجزر والذرة الصفراء و دهن الحليب والبيض و الأسماك .
- توجد الفلافونونيدات والأنثوسيانيدات في العنب والرمان والحمضيات و التوت والغرizer ..
- توجد الميلاتودينات والكراميل في منتجات المخابز وبعض العصائر .

A. الكلوروفيل :

- وهو صبغة طبيعية رباعية البيرول، يوجد في مركزها ذرة مغنيسيوم .
- له مركبان A, B عند ذرة الكربون الثالثة تربط مجموعة ميتييل في الكلوروفيل A ، بينما ترتبط بها مجموعة الدهيد في الكلوروفيل B ويوجد المركبان بنسبة $A/B = 1/25$.
- يرتبط بحلقة البيرول كحول طویل السلسلة هو الفيتول (المترتب مع حمض البربيونيك برابطة استيرية) مما يجعل الكلوروفيل غير ذواب في الماء .
- يعد ثابتاً في الوسط القلوي ($\text{PH} < 8$) ، أما في الوسط الحامضي فيتم استبدال ذرة المغنيسيوم في الوسط بذرة هيدروجين ويعطى مركباً جديداً يدعى الفيروفايتين ذو اللون الأخضر الزيتوني الذي يتحول تدريجياً للبني.
- يوجد الكلوروفيل محاطاً بالبروتينات الدهنية التي تحمي أحياناً من الأثر الحامضي، بينما تزول هذه الحماية عند تعرض الخضار للحرارة التي تسبب من جهة في تفطر أو تشوه البروتين المحيط بالكلوروفيل مما يؤدي إلى انفصاله عنه وتقافص أثره الواقي و يجعل الكلوروفيل معرضاً لتأثير الحمض المباشر ، و من جهة أخرى تتشوه البروتينات الدهنية التي تشكل البلاستيدات الخضراء مما يخرب جدار الخلية ويزيد نفاذيتها للحمض .

B. الأثنوسيلانيين :

- وهي صبغة طبيعية تتحلل بالماء ، توجد ضمن العصير الخلوي، تعد مسؤولة عن نلون الشمار باللون الأحمر .
- توجد بشكل غليكوزيدات أي مرتبطة مع السكر ، تتربّك من حلقة بيران مع حلقة بنزن مع حلقة فينيل .
- يعد الأثنوسيلانيين شدود الحساسية لتفثير رقم الحموسة اذا تعطى لوناً ازرق في الوسط القلوي يتحوّل للبنفسجي في الوسط المتعادل وللأحمر في الوسط الحامضي .
- يتأثّر لون الأثنوسيلانيين بتراكيز هذه الصبغة إذ كلما زاد التركيز زادت دكانة اللون وف تمامته .
- تفقد أشاء الغسيل .
- تتفكك تدريجياً عند التعرض للحرارة (تفتخر بالطهي).
- تتحد مع شوارد المعادن وتعطى أملاماً رمادية اللون تفسد المنتج الغذائي.

التجارب المخبرية

التجربة (1) : التعرف على صبغة الكلوروفيل وفصليها والعامل المؤثرة فيها
أولاً : فصل الكلوروفيل الكلي من الخضراوات :
المواد المطلوبة:

عينة خضار خضراء اللون (سبانخ، بقدونس، نعنع، سلق....)، كربونات الكالسيوم أو الصوديوم،
رمل الكوارتز، أسيتون 85%.

الأدوات المطلوبة:

هاون، دورق مخروطي، قمع ترشيح مع ورق ترشيح، جهاز امتصاص ضوئي.

طريقة العمل:

- 1- خذ 1 غ من عينة الخضار واطحنه في مطحنة بورسلان .
- 2- أضف 0.1 غ من كربونات الكالسيوم أو الصوديوم للعينة مع قليل من رمل الكوارتز للمساعدة على تخريب الأنسجة الخلوية .
- 3- أضف قليلاً (10 مل) من الأسيتون 85% بشكل تدريجي ثم تابع الطحن إلى أن تصبح العينة ناعمة جداً .
- 4- انقل المزيج إلى قمع الترشيح وأغسل المتبقي بالأسيتون (3 مل) ثم أعده للهاون مع إضافة مزيد من الأسيتون (5 مل) ثم قم بالطحن ثانية ثم الترشيح والغسل حيث لا تتجاوز الكمية الكلية المستخدمة من الأسيتون 85% (2.5 مل).
- 5- كرر هذه العملية إلى أن تستخلص كامل اللون الأخضر من الأنسجة (أي يصبح لون محل شفافاً) .
- 6- انقل المستخلص لدورق معياري مع تسجيل الحجم النهائي للمستخلص.
- 7- قسم الامتصاصية للمحلول بواسطة جهاز امتصاص الضوئي (فإذا تجاوزت قيمة الامتصاصية القيمة 1.2 قم بتمديد العينة وإعادة قياس الامتصاصية مع الأخذ بعين الاعتبار عامل التمديد أثناء الحسابات).
- 8- احسب كمية الكلوروفيل الكلي (مغ/100 غ) من المنحنى البياني الذي يربط الامتصاصية و التركيز أو من خلال القوانين التالية :

تطبق القوانين التالية باستخدام محل داي ايتر للاستخلاص:

$$\text{كمية الكلوروفيل الكلي} = \left(A_{642.5} \times 7.12 + A_{660} \times 16.8 \right) \times \frac{\text{الحجم}}{\text{الوزن}} \times 100$$

$$\text{كمية الكلوروفيل A} = \left(A_{642.5} \times 0.777 - A_{660} \times 9.93 \right) \times \frac{\text{الحجم}}{\text{الوزن}} \times 100$$

$$\text{كمية الكلوروفيل B} = \left(A_{642.5} \times 2.81 - A_{660} \times 17.6 \right) \times \frac{\text{الحجم}}{\text{الوزن}} \times 100$$

بينما تطبق القوانين التالية عند استخدام الأسيتون 85% للاستخلاص :

$$\text{تركيز الكلوروفيل a (مغ)} = C_a = 11.75 A_{662} - 2.350 A_{645}$$

$$\text{تركيز الكلوروفيل b (مغ)} = C_b = 18.61 A_{645} - 3.960 A_{662}$$

مع الأخذ بعين الاعتبار الحجم والتخفيفات المحضره كما في المثال السابق

ثانياً: تحديد الامتصاصية العظمى لمركبي الكلوروفيل :

المواد اللازمة:

مستخلص الكلوروفيل المحضر بالتجربة السابقة، إيتر ، ماء مقطر ، كبريتات الصوديوم اللامائية.

الأدوات اللازمة:

قمع الفصل ، دورق معياري 100مل ، ماصة ، جهاز الامتصاص الضوئي ، قمع ، وورق ترشيح .

طريقة العمل:

1- خذ 25-50 مل من المستخلص وضعه في قمع الفصل الحاوي على 50مل إيتر .

2- أضف ماء مقطرًا بحذر إلى القمع للتأكد من أن جميع الصبغات الذواابة في الإيتير قد انتقلت إليه .

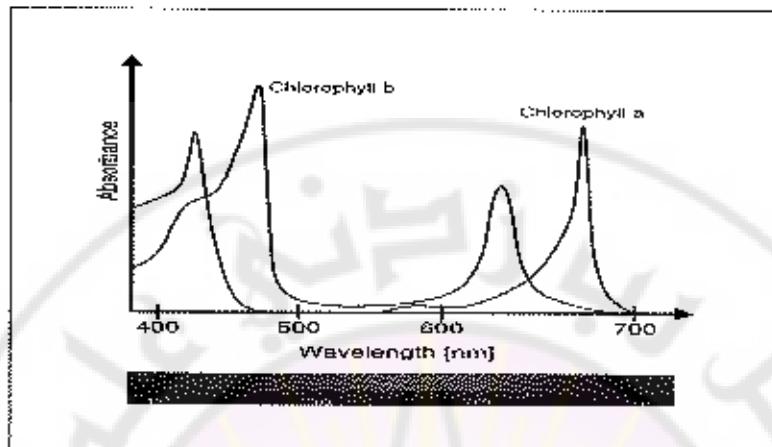
3- أغسل طبقة الإيتير بالماء مرات عددة للتخلص تماماً من الأسيتون .

4- انقل المستخلص لدورق معياري وأكمل الحجم حتى 100مل .

5- أضف قليلاً من كبريتات الصوديوم اللامائية للمستخلص الإيتيري عندما يصبح شفافاً.

6- رشح للتخلص من كبريتات الصوديوم المتبقية ثم خفف المستخلص بواسطة الإيتير لتحصل على قراءة لامتصاصية بين 0.8-0.2 .

- 7- قس الامتصاصية للمحلول ضمن المجال (400-750 nm) . وارسم العلاقة بين الامتصاصية وطول الموجة كما في الشكل (16)



الشكل (16) : العلاقة بين طول الموجة والامتصاصية للكلوروفيل a و b

ثانياً : دراسة تأثير كل من درجة pH والحرارة على مستخلص الكلوروفيل :

المواد المطلوبة:

خضار حضراء، حمض الليمون بتركيز 0.1% ، كربونات الصوديوم 0.1%.

الأدوات المطلوبة:

بيشر 200 مل، ماصة 10 مل، جهاز pH meter أو ورق عباد الشمس، جهاز الميسيكتروفوتوميتر.

طريقة العمل:

1- زن 3 غ من المادة الغذائية المحتوية على الكلوروفيل وضعها في بيشر يحوي 200 مل ماء.

2- أضف 3 مل من حمض غذائي ولتكن حمض الليمون بتركيز 0.1% للمزيج السالق وبتأكد بواسطة جهاز pH أو بواسطة ورقة عباد الشمس من الوسط الحامضي للمحلول .

3- قم بتسخين المزيج حتى درجة الغليان ودعه يغلي لمدة 10 دقائق .

4- قم بالاستخلاص للكلوروفيل كما في التجربة السابقة .

5- سجل الامتصاصية عند أطوال الموجة العظمى للكلوروفيل (A,B) لحساب كمية الكلوروفيل المتبقية بعد التعرض للحرارة والحموضة .

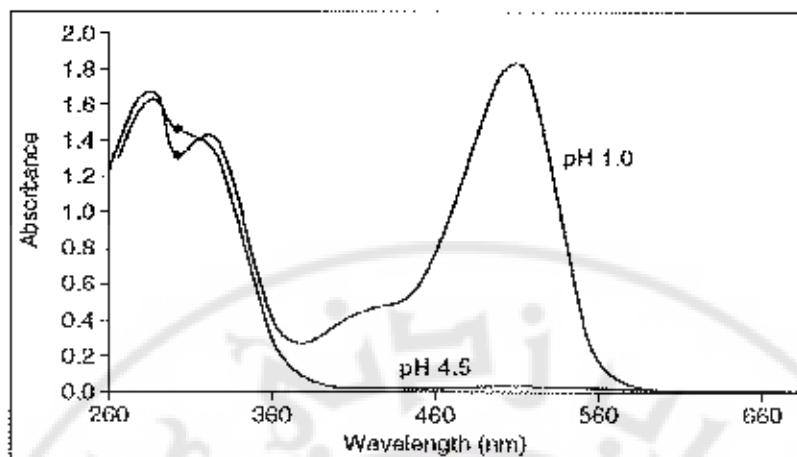
6- وبالمثل لدراسة تأثير كل من الوسط القلوبي والحرارة : أعد الخطوة (1) ثم أضف مادة قلوية ولتكن 3 مل من كربونات الصوديوم (0.1%) وتأكد من الوسط القلوبي بواسطة الـ pH أو بواسطة ورقة عباد الشمس، ثم سخن حتى الغليان ودع المحلول عند الغليان مدة 10 دقائق. ثم طبق خطوات الاستخلاص ثم سجل الامتصاصية عند أطوال الموجة العظمى للكلورو菲ل (B,A) لحساب كمية الكلورو菲ل المتبقية بعد التعرض للحرارة والقلوي .

التجربة (2): استخلاص صبغة الأنثوسيانين وتأثير درجة الحموضة فيها
المواد المطلوبة:

فاكهة (الرمان، العنب، التوت...)، ماء مقطر، HCl (N1) و NaOH (N1)، كحول ايثيلي.
الأجهزة المطلوبة:
ورق ترشيح مع قمع ترشيح، دورق مخروطي 100 مل عدد 5، جهاز pH، جهاز الامتصاص الضوئي.

طريقة العمل:

- 1- استخلص العصير من عينة الفاكهة (الرمان) (بالعصر والترشيح)
- 2-خذ حوالي 25 مل من العصير الزائق ، أضف فوقها 25 مل ماء مقطر أو كحول ايثيلي .
- 3- اخلط المزيج جيداً ثم قس درجة الـ pH له .
- 4- وزع العصير في خمسة دوارق وقم بضبط درجة الحموضة لها على الترتيب إلى 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5 باستخدام كل من المحاليل HCl (N1) ، NaOH (N1) .
مماذا تلاحظ .
- 5- قس الامتصاصية المقابلة لكل محلول ضمن المجال 500-800 شانوميتر لتحديد طول الموجة الذي تكون عنده شدة الامتصاص أعظمية في الحالات الثلاث (عندما يكون الوسط قلوياً، معتدلاً، حامضياً). وارسم العلاقة بين الامتصاصية وطول الموجة كما في الشكل (17) مماداً تستنتج ؟



الشكل(17) : العلاقة بين الامتصاصية وطول الموجة لمصبعة الأنثوسيانين

- 6- خذ 10 مل من العصير وأكمل الحجم الى 50 مل بمحلول $\text{pH} = 1$ ، ثم خذ 10 مل آخر وأكمل الحجم الى 50 مل بمحلول $\text{pH} = 4.5$
- 7- قس الامتصاصية لكلا المحلولين على طولي الموجة : 510 - 700 نانوميتر
- 8- احسب تركيز الأنثوسيانين من العلاقة التالية :

$$\text{Con. mg/L} = \frac{A}{\epsilon L} \times 10^3 \times M_w \times \text{Dilution}$$

$$A = (A_{510} \text{ pH } 1.0 - A_{700} \text{ pH } 1.0) - (A_{510} \text{ pH } 4.5 - A_{700} \text{ pH } 4.5)$$

$\epsilon L = 29.600$ Cyanidin 3- glycoside

$M_w = 445$ g

ملاحظة: تحضر المحاليل الموقرة المذكورة وفق الطريقة التالية :

محلول $\text{pH} = 1 = (50 \text{ مل من KCl تركيزه } 0.2 + 134 \text{ مل من HCl تركيزها } 0.2)$

محلول $\text{pH} = 4.5 = (100 \text{ مل فتالات البوتاسيوم الحامضية تركيزها } 0.1 + 22.2 \text{ مل NaOH تركيزها } 0.1)$



10- الجلسة العاشرة : الاسمرار اللاenzymic في الأغذية

Non-enzymatic browning in food

أهداف الجلسة :

- التعرف على الاسمرار اللاenzymic في الأغذية والعامل المؤثرة فيه

مقدمة : يحدث الاسمرار في الأغذية بنتيجة مجموعة من التفاعلات :

1- الاسمرار الانزيمى : ناتج عن تفاعلات أكسدة تحتاج لوجود أنزيمات مؤكدة (PPO) و الأكسجين والركيزة (المركبات الفينولية).

2- الاسمرار اللاانزيمى: تفاعلات ميلارد (سكريات مرجعة مع بروتينات)

3- الكرملة.

10-1- تفاعلات ميلارد : Maillard Reaction

وهي تفاعلات لا زالت غير معرفة ومدرومة بشكل كافٍ إلا أنه يمكن إيجاز التعريف بأنها مجموعة من التفاعلات الكيميائية المعقدة بين المركبات المحتوية على مجموعة كربونيلية حرة (السكريات المرجعة) مع المركبات المحتوية على مجموعة أمين حرة (الأحماض الأمينية والبروتينات)، تؤدي لتشكل مواد ملونة ذات لونبني أو أسود (تسمى الميلاردينات).

يحتاج الاسمرار اللاenzymic لتوفير الشروط الثلاثة التالية لحدوثه:

- مركب يحوي مجموعة أمين حرة (حموض أمينية (اللاستين)، بروتينات).

- سكر. مرجع (الغلوكوز).

- ماء.

ملاحظة : يمكن تتبع ومراقبة تفاعلات الاسمرار اللاenzymic من خلال تتبع تغيرات اللون باستخدام جهاز السبيكتروموميتر على طول موجة (420-490 نانوميتر)، أو تتبع إنتاج غاز CO_2 .

10-2- نتائج تفاعلات الاسمرار اللاenzymic (ميلارد):

هناك ظواهر مرغوبة وأخرى غير مرغوبة ويمكن إجمالها وبالتالي:

الظواهر المرغوبة للasmarrar اللاenzymic وتشمل :

أ- اللون الجميل والنكهة المميزة والمرغوبة لبعض المنتجات الغذائية (لون ونكهة قشرة الرغيف بعد خبزه واليسكويت والبطاطا المقلية، وبعض الحبوب المعالجة بالحرارة (التحميص) كحبوب القهوة والكاكاو).

بـ- تقوم بعض منتجات تفاعلات الإسمرار اللاائزيمي بدور مهم في النظم الغذائية كمضادات أكسدة لحماية الحمض الدسمة من الأكسدة والفساد .

الظواهر غير المرغوبية للإسمرار اللاائزيمي :

أ- اللون الداكن وظهور الطعم غير المرغوب فيه وكذلك الرائحة غير المستحبة عند تحضير بعض المنتجات الغذائية كعصر الفاكهة والشريبات الكثيفة .

بـ- انخفاض ملحوظ لقيمة الغذائية للمنتجات التي تعرضت لعمليات الإسمرار اللاائزيمي (مثل البروتينات حيث تختفي القدرة على هضمها كما تختفي نسبة الحمض الأميني اللايسين بشكل كبير)

3-10 العوامل المؤثرة في الإسمرار اللاائزيمي :

النشاط المائي: ويكون مثاليًا لحدوث تفاعلات ميلارد عند قيم لفعالية المائية ($aw = 0.6 - 0.7$) .

رقم الحموضة: ويكون الوسط المعبدل والقلوي مناسباً لتفاعلات ميلارد ، بينما يطلى أو يمكن أن ترتبط الأوساط الحامضية من هذه التفاعلات .

الشوارد المعدنية: إن وجود شوارد معدنية كالنحاس والمحديد من شأنها أن تسرع من تفاعلات ميلارد .

درجة الحرارة : تساهم درجات الحرارة العالية بتشريع وتسريع تفاعلات الإسمرار اللاائزيمي (علاقة خطية حتى 90°C) .

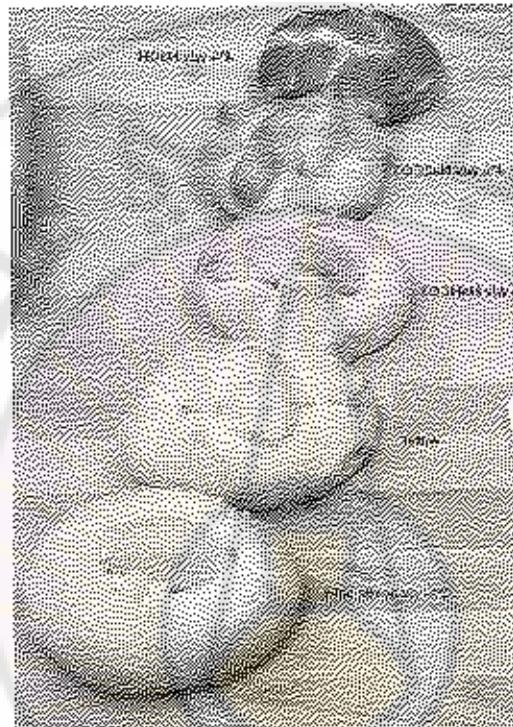
نوع الكربوهيدرات: يمكن ترتيب السكريات بحسب الفعالية العالية باتجاه الأقل فعالية بالشكل التالي :

- البينتوزات(الأكثر فعالية) - الهموزات - السكريات الشائكة - السكريات المتعددة - السكرورز (الأقل فعالية) .

- الفركتوز(السكريات الكيتوزية) أقل فعالية بكثير من الغلوكوز (السكريات الألدوزية) .

ومن الجدير ذكره أن تفاعلات الإسمرار للسكريات الثنائية غير المرجعة كالسكرورز مثلًا والسكريات المتعددة الأخرى والتي لا تملك مجموعة مرجعة حرة (كيتوزية أو الدوزية) لانحدرت في الظروف والشروط العادية ، ويمكن أن تحدث عند التحلل المائي للسكرورز أو للسكريات غير المرجعة الأخرى .

- نوع الأحماض الأمينية : كلما ابتعدت المجموعة الأمينية الهرة عن المجموعة الكربوكسيلية ، كلما كان الحمض الأميني أكثر فعالية للاشتراك في تفاعل ميلارد، ولذلك فإن الحمض الأميني من نوع لا ينافيه فعالية في هذا المجال من الحمض الأميني من نوع « ». ويوضح الشكل (15) تأثير بعض الإضافات في الاستمرار اللاذبي في المخبوزات .



الشكل (18) : تأثير بعض الإضافات في معدل الاستمرار اللاذبي في المخبوزات

كما يوضح الجدول (25) و(26) بعض الأمثلة عن النكهات المختلفة المتشكلة أثناء تفاعلات ميلارد تبعاً لنوع الحمض الأميني المستخدم عند مزجه مع سكر D-غlikorز بنسبة 50:50 وتأثير درجة الحرارة في نوع المركبات والنكهات المتشكلة .

الجدول (25): تأثير نوع الحمض الأميني في النكهة المتشكلة أثناء تفاعل ميلارد

الحمض الأميني	النكهة
غلايسين	الكراميل
فالين	الخنزير
غلوتامين	الشوكولا
ميستيدين	البطاطا
السيستيدين	لللحمة
السيستيدين	جلد الديك الرومي المحترق

الجدول (26): تأثير درجة الحرارة في النكهة المتشكلة أثناء تفاعل ميلارد

درجة الحرارة مع الحمض الأميني	النكهة
فالين عند 180°C	الشوكولا
برولين عند 100°C	بروتينات محترقة
برولين عند 180°C	خبز شهية
هيسيدين عند 100°C	لا يعطي نكهة
هيسيدين عند 180°C	خبز الذرة- الزبدة-
سكر محروق	

إن القتون الذي يتعرض له الغذاء أثناء عمليات الحفظ والتخزين من شأنه أن يؤثر في جودة الغذاء سلباً أو إيجاباً. وتشتمل المركبات المسئولة عن الشلون البنية والمتشكلة أثناء التصنيع بالميلاردينات. كما أن مركبات النكهة والزانحة المرتبطة بالاسمرار هي عبارة عن نواتج لتحطم المركبات بتفاعل ستريker، ونزع الماء من الكربوهيدرات مثل (مالتوس و المفورفونال).

4-10 - طرائق التشبيط و التحكم بتفاعلات الاسمرار اللانزيمي:

1- تخفيف رقم الحموضة (زيادة حموضة الوسط) .

2- خفض درجة الحرارة.

3- استخدام سكريات غير مرجعية.

- 4- إزالة الركيزة : مثل إضافة أنزيم (D - غلوكوز أكسيداز) قبل تجفيف بياض البيض لأكيدة الغلوكوز إلى شاكونو - γ- لاكتون.
- 5- استخدام مركبات السلفات اللامائية مثل NaHSO_3 .



التجارب المخبرية

التجربة (1) : استخلاص الصبغة وتقدير شدة لونها

يتأثر تشكل هذه المركبات بنوع الحمض الأميني (الغلايسين واللايسين) وبوجود كل من الحرارة والرطوبة والحموضة وكمية السكريات المرجعة الموجودة في العينة ويوجد كل من غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بالإضافة لوجود عوامل مثبتة مثل مضادات الأكسدة وغيرها .

المواد المطلوبة:

خيز - إيتانول 60%.

الأدوات اللازمة:

قمع وورق الترشيح، جهاز الامتصاص الضوئي.

طريقة العمل :

1- خذ عينة خيز وافعها في 25 مل من الإيتانول 60% لمدة 12 ساعة .

2- رشح بورقة ترشيح.

3- قس الامتصاصية عند طول موجة 420 نانوميتر بعد تصفيير الجهاز على الكحول الإيثيلي %60 الذي يستخدم كشاهد .

التجربة (2) : التعرف على تأثير العوامل المختلفة على تشكل وحجم الصبغة (اللون البني) ومواصفات النكهة الناتجة عن التفاعل بين مجموعات الكربونيل والأمين الحرة سنقوم أولاً بمقارنة نتائج تفاعل ميلارد باستخدام مزاج من الحمض الأميني الغلايسين مع أنواع مختلفة من السكريات، وثانياً بمقارنة نتائج تفاعل ميلارد باستخدام مزاج من الغلوكوز مع أحماض أمينية مختلفة.

المحاليل المستخدمة:

يتم تحضير جميع المحاليل ضمن محلول موقي من فوسفات البوتاسيوم (0.1M) (PH=7).

أولاً : يتم تحضير 6 مل من كل عينة من المزاجات التالية :

1. غلايسين (محلول تركيز 1%) + سكروز (محلول تركيز 2%)

2. غلايسين (محلول تركيز 1%) + غلوكوز (محلول تركيز 2%)، pH=3

3. غلايسين (محلول تركيز 1%) + غلوكوز (محلول تركيز 2%)، pH=10

4. غلايسين (محلول تركيز 1%) + لاكتوز (محلول تركيز 2%)

5. غلايسين (محلول تركيز 1%) + فركتوز (محلول تركيز 2%)

6. غلوكوز (محلول تركيز 2%) + لايسين (محلول تركيز 2%)

7. غلوكوز (محلول تركيز 2%) + اسبارجين (محلول تركيز 2%)

8. غلوكوز (محلول تركيز 1%) + ميتيونين (محلول تركيز 2%)

9. غلوكوز (محلول تركيز 2%) + غلوتامين (محلول تركيز 2%)

10. غلوكوز (محلول تركيز 2%) + حمض الاسبارتيك (محلول تركيز 2%)

11. غلوكوز (محلول تركيز 2%) + فاللين (محلول تركيز 2%)

الأدوات والأجهزة المطلوبة:

أنابيب اختبار مع سادة عدد 11 (تحتاج لعدد أكبر في حال وجود مكررات)، حمام مائي

100 °م .

طريقة العمل:

ضع المزاج السابقة في أنابيب اختبار ذات سادة توضع ضمن حمام مائي على درجة حرارة 100 °م لمدة نصف ساعة، حيث يتم تقييم كل من اللون والنكهة للعينات السابقة بعد الانتهاء المدة السابقة حيث يعطى اللون رقمًا من (1-10) بحسب شدته (الرقم صفر = لا يوجد لون)، بينما يتم إزالة الغطاء وشم الوانحة الناتجة وتسجيلها ضمن الجدول التالي (الجدول 27):
الجدول (27): تأثير العوامل المختلفة على اللون البني ومواصفات النكهة الناتجين عن تفاعل ميلار

العينة	اللون	النكهة
(2% w/v aq.) غلايسين + (1% w/v aq.) مكروز	10-1	
(2% w/v aq.) غلايسين + (1% w/v aq.) لاكتوز	10-1	

١١-الجلسة العاشرة: الأنزيمات والاسمرار الأنزيمي Enzymes and Enzymatic browning



أهداف الجلسة :

- التعرف على الاسمرار الأنزيمي
- التعرف على العوامل المؤثرة في النشاط الأنزيمي

١١-١-الأنزيمات عوامل مساعدة حيوية من طبيعة بروتينية تسمح للتفاعلات البيوكيميائية الضرورية للحياة والتклاث الخلوي أن تتم بسرعة عالية وبنوعية مميزة ضمن الظروف الطبيعية للكائنات الحية من خلال تحفيضها لطاقة التنشيط اللازمة لحدوث التفاعل .

١١-١-٢ خصائص الأنزيمات :

تشتمل الأنزيمات بعدة خصائص هي:

- الفعالية العالية : قدرة الأنزيم الواحد على تحويل عدة ألاف من جزيئات مادة التفاعل إلى ناتج خلال زمن قصير جداً.
- التخصص العالي : يسرع الأنزيم تفاعلاً واحداً أو مجموعة متشابهة من التفاعلات على الأكثر .
- الدقة : يحول الأنزيم مادة التفاعل إلى ناتج دون شوائب .
- عدم الش嬖بية : تتأثر الأنزيمات بشروط الوسط من درجة الحموضة ، درجة الحرارة ، تفاعلات الأكسدة والإرجاع ، وجود مواد مثبطة ومتنشطة .

١١-١-٣ أنواع الأنزيمات :

وتقسم الأنزيمات إلى نوعين :

- أنزيمات بسيطة : تحتوي على مادة بروتينية فقط وتشمل معظم أنزيمات التحلل المائي مثل الأنزيمات المحللة للبروتين .
- أنزيمات مركبة : وتتألف من جزء بروتيني وجزء غير بروتيني حيث لا يكون الأنزيم فعالاً إلا إذا ارتبط الجزءان سعاً، ويسمى للجزء البروتيني (أبو الأنزيم) وهو المحتوى على المركز الفعال بينما يسمى الجزء اللا بروتيني العامل المشارك ويمكن أن يكون مجموعة مرتبطة

بقوة مع البروتين (مجموعة ضميمية) ، أو مجموعة مرتبطة بشكل ضعيف (كو أنزيم) ، أو شاردة معدنية (عامل منشط) .

كما يمكن تقسيم الأنزيمات وفقاً للعمل الذي تقوم به إلى مجموعات عددة هي :

- أنزيمات الأكسدة والإرجاع . Oxido-Reductase
- الأنزيمات الناقلة Transferase
- أنزيمات الطلمبة Hydrolase
- أنزيمات التفكك Lyase
- أنزيمات التماكب Isomerase
- الأنزيمات الرابطة Ligase

٤-١-١١ الفعالية الأنزيمية :

تقاس الفعالية الأنزيمية بوحدات عددة منها :

- وحدة الأنزيم Enzyme Unit : وهي وحدة دولية وتعبر عن كمية الأنزيم التي تتوسط في تحويل ميكرومول واحد (10^{-6} مول) من مادة التفاعل إلى نواتج في الدقيقة الواحدة وضمن الشروط المثلثى لعمل الأنزيم من حرارة وحموضة وغيرها .
- الكاتال Katal Unit : كمية الأنزيم التي تتوسط في تحويل مول واحد من مادة التفاعل إلى نواتج في الثانية الواحدة وضمن الشروط المثلثى لعمل الأنزيم .
- الميكروكاتال = 60 وحدة أنزيمية .

٢-١١ الأسمرار الأنزيمي في الأغذية :

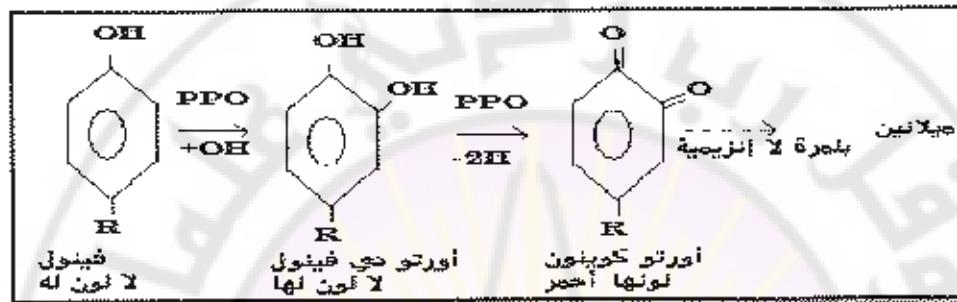
تحتوي بعض الفواكه والخضار كالتفاح والموز والبطاطا على أنزيمات مؤكدة من نوع البولي فينول أكسيداز أو الفينولاز التي تتوسط أكسدة الفينولات النباتية بالأكسجين الجوي وتحولها إلى بوليميرات ذات بنية كوبونية بنية أو سوداء تسمى الميلاتين . إن وجود الحديد أو النحاس يزيد من معدل التفاعل وهذا يمكن أن يلاحظ عندما تقطع الفاكهة بواسطة سكين صدئ .

٢-١٢ شروط الأسمرار الأنزيمي :

تحتاج ظاهرة الأسمرار الأنزيمي إلى أربعة عوامل لحيثها هي: الأنزيم - الأكسجين - المركبة - النحاس الموجود بالمركز الفعال للأنزيم .

لا يحدث الأسمار الأنزيمي في الخلايا السليمة لأنه لا يوجد اتصال بين الأنزيم ومادة التفاعل (حيث توجد المركبات الفينولية ضمن الفجوة في الخلية النباتية ، بينما توجد أنزيمات الأكمدة في السيتوبلازم والغشاء الميتوپلازمي).

أما عند التعرض لعوامل التخريب مثل التقطيع الميكانيكي أو أمراض فيزيولوجية أو التعرض لصدمة حرارية، يحدث تهدم للخلايا النباتية فتشتت مكوناتها و يتم اللقاء بين الأنزيم ومادة التفاعل، كما في الشكل (19) :



الشكل (19) : الأسمار الأنزيمي في الأطعمة

يشكل الأسمار الأنزيمي مشكلة أساسية في مجال التصنيع الغذائي حيث ينذر في فترة صلاحية العديد من الفواكه والخضار التي لا تتعرض للمعاملة الحرارية الكافية، هنا بالإضافة إلى أن الأسمار الأنزيمي لا يعد عيناً دائمًا فهو يساهم في تشكيل اللون في التفاح والزبيب والقهوة والشاي.

11-2-2 تثبيط الأسمار الأنزيمي :

يمكن تثبيط الأسمار الأنزيمي بطريقتين عدة هي:

- تثبيط الأنزيم (الحرارة ، الضغط العالي ، تثبيط المركز الفعال ، تغيير pH)
- التخلص من أحد الركائز على الأقل (المركبات الفينولية أو الأكسجين) .
- إضافة مركبات تمنع تشكيل الميلاتين مثل :

- الكربونات : يمنع تشكيل الميلاتين عن طريق تحرير شاردة الكبريتات
- حمض الأسكوربيك : الذي يمنع تشكيل الميلاتين من خلال الفعل المضاد للأكسدة، حيث يرتبط الأوكسجين بشكل مفضل مع حمض الأسكوربيك بالمقارنة مع المركبات الفينولية في الفواكه والخضروات، ومن ثم لا يحدث تفاعل الأسمار الأنزيمي حتى يخرج حمض الأسكوربيك من التفاعل .

- حمض الليمون وحمض الخل: يخفض رقم الحموضة pH لأسجة الفواكه وبالتالي يعيق عمل أنزيم بولي فينول أوكسيدياز، حيث يقيط نشاط الأنزيم عند رقم pH ، كما أن حمض الليمون يقوم بدور المركب المخلوي لالتقط المعدن كأيونات النحاس المهمة في عمل الأنزيم.

١٢-٢-١١ - تأثير الحرارة في النشاط الأنزيمي :

الأنزيمات هي مواد بروتئينية لها ظروف بيئية مناسبة لفعاليتها . تفاص فعالية الأنزيم عن طريق قياس تحويل مادة التفاعل إلى ناتج تحت شروط مفضلة وبائية من الحرارة ودرجة الحموضة من خلال قياس تركيز مادة التفاعل ومتباينة تناصها أو زيادة الناتج. (مراجعة كتاب كيمياء حيوية - عملي).

إن التحكم بالنشاط الأنزيمي غير المرغوب مثلاً في الخضار والفواكه المصنعة يمكن أن يتم من خلال التحكم بدرجة الحرارة واستخدام عملية الساق في تثبيط عمل الأنزيم. سوف تقوم من خلال التجربة (2) توضيح إمكانية التحكم بالأنزيمات من خلال التأثير في ظروف الوسط المحيط كالحرارة ومادة التفاعل

التجارب المخبرية

التجربة (1) : دراسة بعض العوامل المؤثرة في تبييض الأسمرار الأنزيمي
المواد المطلوبة :

تفاح - قطاعة - بشر - ورق تشيف - ماء مقطر - محلول حمض الليمون تركيز 1% .
محلول مختلف تركيز (0.1%) من: حمض الأسكوربيك - كلور الكالسيوم - كاتيكول -
كيربيت الصوديوم - EDTA - محلول سكري - حمض الليمون .
طريقة العمل :

- اغسل التفاح وقشره ثم قطعه بشكل سريع إلى شرائح ذات سمك واحدة (0.5 سم) .
- اغمض الشريحة في أحد محليلات المحضر مسبقاً (20 مل من محلول) واتركها لمدة دقيقة واحدة

- قم بإجراء عينة شاهد بترك الشريحة المقطعة في الهواء
- أخرج الشريحة من محلول واتركها لتجف في الهواء وسجل تقييمك لللون بدءاً من الزمن صفر (لحظة إخراج الشريحة) وحتى الزمن 40 دقيقة بفواصل 3 دقائق .
- اعط اللون رقمياً يتناسب مع شدة اللون من 1 إلى 5 كما يلي :

5 : عدم وجود ثلون ، 4 : ثلون بسيط ، 3 : ثلون بني فاتح ، 2 : ثلون بني متوسط ، 1 :
ثلون بني شديد

- سجل النتائج في الجدول (28).

جدول (28): تأثير العوامل المختلفة في تبييض الأسمرار الأنزيمي

نوع الماء	محلول كاتيكول (0.1%)	كلور الكالسيوم (0.1%)	حمض الليمون (1%)	حمض الليمون (0.1)	حمض الاسكوربيك (0.1%)	شاهد بدون معاملة	الزمن (د)
							0
							10
							20
							30
							40

- ملذا نستخرج ؟ فسر النتائج بالاعتماد على المراجع المناسبة .

التجربة (2) : تأثير درجة الحرارة في نشاط أنزيم اللاكتيك ديبيايدروجيناز يحول أنزيم اللاكتيك ديبيايدروجيناز المؤكسد مادة اللاكتات إلى بيروفات وفق مايلي :

$$\text{CH}_3\text{CHOHCOO}^- - 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOCOO}^-$$

و في النظم الحية ينتقل بروتونان إلى المراافق الأنزيمي (NAD^+) وهو نيوكوتين أميد ثانوي دكليوتيدي أدينين الذي يتحول إلى (NADH_2).

تستخدم صبغة أزرق الميثن كمستقبل لشوارد البيبروجين، حيث يكون لونها أزرق عندما توجد بالصورة المؤكسدة، بينما تصبح عديمة اللون عندما تكون بشكلها المرجع .
يكون أزرق الميثنين في البداية بالحالة المؤكسدة بلون أزرق ، وعندما تتم عليه عملية الإرجاع (ضم H^+) بفعل الأنزيم يصبح عديم اللون .

الأنزيم (معلق الخميرة) + الركيزة (اللاكتات) + أزرق الميثن زوال اللون الأزرق للكاشف

توجد الأنزيمات في الأحياء الدقيقة وكلما كان تعداد الأحياء الدقيقة الملوثة للأغذية أعلى كلما كانت كمية الأنزيمات أكبر ، وبعد اختبار أزرق الميثنين من الاختبارات البسيطة التي تجرى على الحليب للكشف عن التعداد الكلي للأحياء الدقيقة، حيث يزول لون أزرق الميثن المضاف للحليب بسرعة أكبر مع زيادة التعداد الكلي للأحياء الدقيقة، و تجدر الإشارة إلى أن الحليب الجديد يحتاج إلى أكثر من 3 ساعات لزوال لون المشعر .

المواد المطلوبة :

صبغة أزرق الميثنين (0.1% بالماء المقطر) - معلق الخميرة (1%) - لاكتات الصوديوم (5%)

حمام مائي - أنابيب زجاجية .

طريقة العمل :

- خذ 5 أنابيب اختبار وضع في كل منها 5مل من صبغة أزرق الميثن .
- أضف 0.5 مل من محلول لاكتات الصوديوم وللشاهد 0.5 مل من الماء المقطر .
- أضف 5مل من معلق الخميرة.

- امزج محتويات الأنابيب بشكل جيد وقم بتنعفيها بحوالى 2مل من البارافين أو الزيت المعدني (لأن أزرق الميثنان يتاكسد ياسجين الهواء ثانية) .
- ضع الأنابيب في حمام مائي بالدرجة (-0 - 30 - 40 - 50 - 60 م)م وراقب زوال اللون .
- سجل زمن اختفاء لون أزرق الميثنان في الجدول (29) .
- ارسم العلاقة بين درجة الحرارة وزمن اختفاء لون أزرق الميثنان.
- سجل درجة الحرارة المثلث لنشاط الأنزيم ودرجة حرارة التنشيط .
- قارن نتائجك مع المراجع المناسبة .

جدول (29) : تأثير درجة الحرارة في فعالية أنزيم اللاكتيك ديبيهيدروجيناز .

رقم الأنزيم	درجة الحرارة °م	زمن اختفاء اللون	مجال الزمن للمجموعات
1	0		
2	30		
3	40		
4	50		
5	60		

تجربة (3) : تأثير رقم الحموضة (pH) في نشاط أنزيم الكاتالاز .

إن لكل أنزيم درجة حموضة مثلى يعمل عليها بشكل أعظمي وتهدف هذه التجربة إلى تتبع نشاط أنزيم الكاتالاز في درجات حموضة مختلفة ليصار إلى تحديد درجة الحموضة المثلث لنشاطه.

المواد المطلوبة :

- محليل فوسفات منظم pH = 3، 5، 7، 9. تحضر وفق الجدول (30)
- ماء أوكسجيني تركيز 3% في محليل منظمة عند pH = 9، 7، 5، 3.
- محلول قياسي من برمذنرات البوتاسيوم N 0.05

- حمض كبريت تركيز 4 N.
- المستحضر الأنزيمي: قشر درنات البطاطا، وقم بوزن 50 غ منها، ضع القشور في 50 مل من الماء المقطر البارد مع قليل من قطع الثلج وانقلها إلى خلاط مبرد مسبقاً، وأخلط لمدة 30 ثانية، رشح الناتج بقطعة قماش نظيف وانقله إلى دورق معياري سعة 100 مل وأكمل الحجم بالماء المقطر البارد إلى العلامة (ملاحظة: تركيز الأنزيم 100 وحدة /مل).

طريقة العمل :

- رقم شفافية دورق مخروطية صغيرة وضع فيها الكميات التالية من مادة التفاعل :

 - الدورق 1 و 2 25 مل H_2O_2 في $pH = 3$
 - الدورق 3 و 4 25 مل H_2O_2 في $pH = 5$
 - الدورق 5 و 6 25 مل H_2O_2 في $pH = 7$
 - الدورق 7 و 8 25 مل H_2O_2 في $pH = 9$
 - أضف 2 مل أنزيم إلى كل من الدورق 1 و 3 و 5 و 7 تاركاً الأخرى كشواهد.
 - أوقف التفاعل بعد 5 دقائق بإضافة 5 مل حمض كبريت إلى كل دورق .
 - أضف 2 مل أنزيم إلى الدورق 2 و 4 و 6 و 8 بعد [ضافة الحمض] .
 - عاير المتبقي من H_2O_2 في كل دورق بمحلول برميغنتات البوتاسيوم حتى اللون الوردي الفاتح.
 - اطرح كمية البرميغنتات التي استخدمتها لمعايرة الدورق 1 و 3 و 5 و 7 و التي تحتوي الأنزيم، من نظيراتها الشواهد.
 - احسب نشاط الأنزيم ك ميكرومول H_2O_2 متكثك /د .
 - ربّ التردد الذي حصلت عليها وفق الجدول للمرين أدناه (الجدول 30) ، ثم ارسم المنحنى البياني الذي يبين العلاقة بين درجة pH والعنصر من H_2O_2 ، وهو pH المثالي ٤

جدول (30) : تأثير رقم المجموعة (pH) في نشاط إنزيم الكاتالاز

رقم الدورق	pH	H ₂ O ₂ (مل)	حجم الأنزيم (مل)	حجم حمض الكبريت (مل)	حجم البرمنفات (مل)	كمية H ₂ O ₂ المتبقية	كمية H ₂ O ₂ المختلطة	كمية H ₂ O ₂ المختلطة
1	3	25	2	5	-			
2	3	25	-	5	-			
3	5	25	2	5	-			
4	5	25	-	5	-			
5	7	25	2	5	-			
6	7	25	-	5	-			
7	9	25	2	5	-			
8	9	25	-	5	-			

التجربة (4) : تحويل السكروز إلى سكر محلول باستخدام β فركتوفورانوزيداز .

يعرف هذا الإنزيم تحت اسم الانفرتاز أو السكراز حيث يقوم بحطمة السكريات الحاوية على الفركتوز في الصيغة [3] محطمها الرابطة β الفركتوزيدية (السكروز - الراقينوز) .

يوجد هذا الإنزيم في النباتات والأنبياء الدقيقة ويمكن الحصول على المستحضرات النشطة منه من الخميرة، ويستخدم هذا الإنزيم في صناعة الحلويات حيث أن السكر المنتظر المتشكل تحت تأثيره يعيق بلورة السكروز في منتجات الحلويات .

المواد المطلوبة :

محلول سكروز (62%) - دورق - حمام مائي - خميرة - كبريتات النحاس (6%) - ماء مقطر - محلول يود .

طريقة العمل :

- ضع 1 مل من محلول السكروز (62%) في دورق .
- ضع الدورق في حمام مائي درجة حرارته (40)°C / 10-15 دقيقة .

- أضف 1 مل من محلول الخميرة العادي على أنزيم الأسكرباز النشط حيث تجري الجلمة الأنزيمية بالدرجة (40)° لمدة 20 دقيقة .

- أضف 5 مل من كبريتات النحاس الممحضرة لوقف نشاط الأنزيم و 13 مل ماء مقطّر لإكمال الحجم حتى 20 مل .

- بالتوالي أعد الخطوات نفسها على الشاهد العادي على أنزيم معامل حراري بدرجة الغليان .

- حدد كمية السكر المنقلب بطريقة فهانغ للعينة والشاهد .

- عبر عن نشاط الأنزيم من خلال المعادلة التالية

$$\text{نشاط الأنزيم} = \frac{(X_1 - X_2)}{100 \times \text{وزن السكر}} \times 100$$

X_1 : كمية السكر المنقلب في العينة ، X_2 : كمية السكر المنقلب في الشاهد

- أحسب الفعالية الأنزيمية ك ميكرومول سكر محوّل / دقيقة .

- سجل ملاحظاتك في الجدول 31 مع تفسير النتيجة .

جدول (31) : تأثير الريخنة والحرارة في نشاط أنزيم الأسكرباز

اختبار الريخنة		اختبار فهانغ		الأنزيم المستخدم
نشاء	سكر	نشاء	سكر	
				ماء مقطّر
				خميرة
				خميرة مائية

ملاحظة: من أجل تحضير المحلول المائي ذي درجات المحموضة المختلفة اتبع الجدول (32):

الجدول (32) : تحضير محلائل موقبة ذات درجات المحموضة مختلفة		pH
مزيج ملحي : اكمل حجم الخليط الملحي المحضر إلى 1 ل بالماء المقطر		
10.21 غ فتالات هيدروجين البوتاسيوم و 223 مل من حمض كلور الماء (M 0.10)	3	
10.21 غ فتالات هيدروجين البوتاسيوم و 1 مل من حمض كلور الماء (M 0.10)	4	
10.21 غ فتالات هيدروجين البوتاسيوم و 226 مل من ماءات الصوديوم M 0.10	5	
10.21 غ فتالات هيدروجين البوتاسيوم و 56 مل من ماءات الصوديوم M0.10	6	
6.81 غ فتالات هيدروجين البوتاسيوم و 291 سل من ماءات الصوديوم M0.10	7	
6.81 غ فتالات هيدروجين البوتاسيوم و 467 مل من ماءات الصوديوم M0.10	8	
4.77 غ صوديوم رباعي البورات و 46 مل من ماءات الصوديوم M 0.10 HCl	9	
4.77 غ صوديوم رباعي البورات و 183 من ماءات الصوديوم M 0.10	10	
2.10 غ صوديوم رباعي البورات و 277 مل من ماءات الصوديوم M0.10	11	

المراجع

References

- الباقرني ، محمد رياض.(2006). كيمياء الأغذية . مديرية الكتب والمطبوعات ، جامعة البحث .
- الخلياط ، عصان حمادة - محمد ، محمد عبد الرحمن. (2000) . كيمياء مكونات أغذية. مذشورات جامعة دمشق .
- الفلق، عصام - محفوظ، جمال - شمس الدين، نور الدين - نصیر، مها. (1993). تجارب في الكيمياء التحليلية . مذشورات جامعة دمشق .
- ديمان. (1996). أساسيات كيمياء الأغذية . الدار العربية للنشر والتوزيع .
- سليمنة، ثبات - محمد، محمد عبد الرحمن. (1997) . علمي الكيمياء الحيوية . مذشورات جامعة دمشق .
- A.O.A.C.(2002) Official Methods of Analysis,17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington,D.C.
- Anon.(2000). Food chemistry experiments. Institute of Food Technologists, IFT Experiments in Food Science Series. Purdue Research Foundation,
- Dere, S., Güneş,T., SIVACI,R.(1998). Spectrophotometric Determination of Chlorophyll – A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. Tr. J. of Botany.22: 13-17.
- Kravchuk,O.,Elliott,A., and Bhandari,B.(2005). A Laboratory Experiment, Based on the Maillard Reaction, Conducted as a Project in Introductory Statistics. Journal of food science education.vol. 4:70-75.
- Lomakina,k., and Miková,k.(2006). Study of the Factors Affecting the Foaming Properties of Egg White, Review. Czech J. Food Sci. Vol. 24, No. 3: 110-118

- Nielsen,S.S.(1998). Food analysis. 2ed edition. Aspen Publisher ,Gaithersburg,Maryland.
- Salaun,F., Mietton,B., and Gaucheron,F.(2005). Buffering capacity of dairy products. International Dairy Journal 15 : 95–109
- Stadelman, W.J.(1989). Modifying viscosity of egg yolk. Department of Food Science, Purdue University,West Lafayette, IN.Resource: Student Research Projects in Food Science, Food Technology and Nutrition, College of Agriculture, Ohio State University.
- Weaver, G.M., and Daniel, J.R.(2003). The Food Chemistry Laboratory.A Manual for Experimental Foods,Dietetics, and Food Scientists.Department of Foods and nutrition, CRC.press, London.
- Fennema, O.R. 1996.,Food Chemistry,3rd ed., Marcel Dekker, New York.
- Heimann, W.(1980) .Fundamentals of Food Chemistry, AVI Publishing.
- Lee, F.A.(1983).Basic Food Chemistry, AVI Publishing, Westport, CT.
- McWilliams, M.(1993). Foods: Experimental Perspectives, Macmillan, New York,.
- Paul, P.C. and Palmer, H.H.(1972). Food Theory and Applications, John Wiley & Sons, New York.
- Phillips, G.O., Wedlock, D.J., and Williams, D.A., Eds.(1982). Gums and Stabilizers for the Food Industry: Interactions of Hydrocolloids, Pergamon Press, Elmsford, NY,.
- Potter, N.N.,Food Science, Roulledge, Chapman and Hall, Incorporated, Georgetown, Ontario, 1986.
- Szczesniak, A.S., Branst, M.A., and Friedman, H.H., Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture

اللجنة العلمية

- أ.د. صباح أبو غرة
- أ.د. أنور الحاج علي
- أ.د. عبد الحكيم عزيزية

المدقق اللغوي :

- د. منى طعمة

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية