خطة المقرر الدراسية

الأسبوع الأول : الرقم الهيدروجيني pH

الأسبوع الثاني : المحاليل المنظمة Buffer Solutions

الأسبوع الثالث : غشاء الخلية والنفاذية

الأسبوع الرابع : سكر اللاكتوز في اللبن

الأسبوع الخامس : سكر الجلوكوز في الدم

الأسبوع السادس : الإنزيمات + مراجعة

الأسبوع السابع : اختبار عملي فصلي

الأسبوع الثامن : الأحماض الأمينية Aminoacids - البروتينات Proteins

الأسبوع التاسع : الكربوهيدرات Carbohydrates

الأسبوع العاشر : الدهون/الليبيدات Fats\Lipids

الأسبوع الحادي عشر : مراجعة

الأسبوع الثاني عشر : اختبار عملي نهائي

الرقم الهيدروجيني pH والمحاليل المنظمة Buffer Solutions

عُرِّف الحمض Acid من قبل أريهينوس Arrhenius بأنه المادة التي إذا ذابت في الماء أعطت أيونات الهيدرنيوم Hydronium ions ($H3O^+$) .

$$HCl + H2O \rightarrow Cl + H3O +$$

عُرِّفت القاعدة Base / Alkaline من قبل أريهينوس Arrhenius بأنه المادة التي إذا ذابت في الماء أعطت أيونات الهيدروكسيد Hydroxide ions (OH^-) .

$$NaOH \rightarrow Na + + OH -$$

وبناء على كل من برونشتد ولوري Brønsted and Lowry كل على انفراد فإن تعريف الحمض هو المادة (جزئ أو أيون) التي تستقبل البروتونات.

$$\underset{\text{حمض}}{HA} \leftrightarrow \underset{\text{بروتون}}{H^+} + \underset{\text{قاعدة مقابلة}}{A^-}$$

$$\underset{\text{قاعدة}}{B} + \underset{\text{بروتون}}{H^+} \leftrightarrow \underset{\text{حمض مقابل}}{BH^+}$$

ويصبح التفاعل الكلي لقاعدة وحمض كالآتي :

$$\underset{\text{حمض}}{HA} + \underset{\text{قاعدة}}{B} \leftrightarrow \underset{\text{حمض}}{BH^+} + \underset{\text{قاعدة}}{A^-}$$

الرقم الهيدروجيني (الأس الهيدروجيني) PH

الحاصل الأيوني للماء Kw هو الأساس في حساب الأس الهيدروجيني أو pH ، وهو من أهم الطرق لمعرفة تركيز أيون الهيدروجين أو أيون الهيدروكسيل في أي محلول مائي . يلعب تركيز أيون الهيدروجين في المحاليل دوراً رئيسيا في الأنظمة البيولوجية ويعرف بأنه لوغريتم مقلوب تركيز أيون الهيدروجين ، و بطريقة أخرى : هي سالب لوغاريتم تركيز الهيدروجين في محلول ما.

$$pH = - \log [H^+] \quad \text{أو} \quad pH = \log [\frac{1}{H+}]$$

وهذه القيمة تدل على تركيز أيون الهيدروجين والتي يسهل تقديرها ومعرفة ما إذا كان المحلول حمضياً أو قاعدياً . فالماء المتعادل يبلغ تركيز أيون الهيدروجين فيه ($١٠^{-٧}$) . يمتد الرقم الهيدروجيني من ١- ١٤ حيث أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المتعادل pH=7 ، وكلما انخفضت قيمة PH عن ٧ كلما زادت قوة الحموضة . فالمحلول الذي قيمة PH له تساوي ٣ يكون أكثر حامضية من المحلول الذي قيمة PH له تساوي ٥ .

* الحاصل الأيوني للماء (ثابت تفكك الماء) Kw : هو حاصل ضرب تركيزي أيون الهيدروجين وأيون الهيدروكسيل الناتجين من تأين الماء $[H^+] \times [OH^-]$ ، وهو يساوى مقدار ثابت عند درجة الغرفة ٢٥°م ($١٠^{-١٤}$ مول / لتر) .

يوضح الجدول التالي طبيعة المحلول عند رقمه الهيدروجيني :

طبيعة المحلول	نسبة $[H^+]$ إلى $[OH^-]$ في المحلول	تركيز أيون الهيدروجين في المحلول	الرقم الهيدروجيني للمحلول $[pH = - \log H^+]$
متعادل	$[OH^-] = [H^+]$	10^{-7}	٧
حمضي	$[OH^-] < [H^+]$	أكبر من 10^{-7}	أقل من ٧
قلوي	$[OH^-] > [H^+]$	أقل من 10^{-7}	أكبر من ٧

عند دراسة أثر حمض أو قاعدة أو تعادلهما في محلول يمكن استخدام ما يسمى بالدليل اللوني Colored indicator ، ولا يشترط عند الوصول إلى نقطة التعادل أن يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول ٧ (pH=7) ، ويمكن اختيار الدليل المناسب لعمليات التعادل . يوضح الجدول التالي بعض أمثلة الأدلة اللونية والمدى من الرقم الهيدروجيني الذي يغير فيه الدليل لوجه :

الدليل	مدى الرقم الهيدروجيني	اللون في الوسط الحمضي	اللون في الوسط القاعدي
الميثيل البرتقالي	٣,١-٤,٤	أحمر	أصفر
الفينولفثالين	٨,٣-١٠,٠	عديم اللون	أحمر وردي
عباد الشمس	٦,٦-٧,٥	أحمر	أزرق
الميثيل الأحمر	٤,٢-٦,٣	أحمر	أصفر
الكريزول الأحمر	٧,٢-٨,٧	أصفر	أحمر

يستخدم جهاز مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter في قياس وتحديد الرقم الهيدروجيني مباشرة للمحاليل حيث توجد أنواع متعددة تنتجها الشركات المصنعة له . كما يستخدم الورق الكشاف العالمي وهو عبارة عن ورق يتغير لونه بغمسه في المحلول الذي يلامس الورقة حسب درجة حموضته ، ثم يتم حساب تركيز الرقم الهيدروجني من ١-١٤ بمقارنته مع دليل الألوان المرفقة به واختيار اللون الطابق من الكاشف وقراءة درجة الحموضة للمحلول على الدليل . تتوفر منه أنواع متعددة وتختلف في دقتها وجودتها لكنها في محملها أقل دقة في قياس الرقم الهيدروجيني من جهاز pH meter .

الرقم الهيدروجيني للدم والبول :

للحصول على حالة صحية متوازنة يجب أن يميل مقياس حموضة الدم إلى أن يكون قلوياً بين ٧.٣٥-٧ ، بينما يعتبر البول قلوياً أكثر صحة من البول الحامضي .

إذا أُخذت عينة بول مفرز حديثاً فإن تفاعلها إما يكون حامضياً أو قلوياً . فالبول الحامضي والقلوي يرجعان لعدة أسباب منها : نوع الوجبات الغذائية والتي تتضمن كمية كبيرة من البروتينات التي تجعل البول أكثر حامضية بسبب وجود عناصر الكبريت والفوسفور التي تتأكسد أثناء عملية التحول الغذائي لتتحول إلى حامض الكبريتيك و الفوسفوريك . كما تزيد حامضية البول أثناء الصيام وع ند تناول وجبة فقيرة في الكربوهيدرات بسبب زيادة عملية هدم المواد البروتينية ، وكما تزيد حامضية البول بعد مجهود عضلي عنيف بسبب زيادة حامض اللاكتيك وخروجها مع البول . في حالات أمراض السكر يظهر البول حامضي بسبب تكوين الأجسام الكيتونية. البول قلوياً عند احتواء الوجبات الغذائية على كميات كبيرة من الخضروات والفواكه لاحتوائها على

نسبة عالية من الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم في صورة أملاح لأحماض عضوية حيث أثناء التحول الغذائي يتأكسد الشق الحامضي إلى ماء وثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من الجسم عن طريق الرئتين ، أما الشق القاعدي (الصوديوم ، البوتاسيوم ، المغنيسيوم) فتتفاعل جميعها لتعطي أملاح البيكربونات التي تفرز مع البول فتكسبه القلوية . عند زيادة إفراز حامض المعدة HCl تقل نسبة الكلوريد في الدم ويحل محلها أيونات البيكربونات فيزداد إفرازها في البول فيصبح قلوياً ، كذ لك تزداد قلوية البول في بعض الحالات المرضية مثل القيء الشديد وهذا بسبب فقدان كمية كبيرة من الكلوريد فتقل نسبتها في الدم .

يستخدم شريط الاختبار المدرج لفحص البول حيث يتم مقارنة نتيجة الفحص بورقة الألوان التي تشير إلى حمضيته أو قلويته .

تجربة : دراسة أثر الحامضية والقلوية لمحاليل ذات قيم مختلفة في الرقم الهدروجيني

تجهيزات التجربة : محلول هيدروكلوريك ، محلول هيدروكسيد الصوديوم ، محلول كلوريد الصوديوم ، ورق تباع الشمس الأحمر ، ورق تباع الشمس الأزرق ، أنابيب اختبار

خطوات العمل :

١. ضعي في ٣ أنابيب اختبار ٢ مل من كل من المحاليل التالية كل على حدة : محلول هيدروكلوريك ، محلول هيدروكسيد الصوديوم ، محلول كلوريد الصوديوم
٢. افحصي كل محلول بورق تباع الشمس الأحمر والأزرق
٣. دوني ملاحظاتك ، وادرسي تأثير المحاليل المختلفة على ورق تباع الشمس

الملاحظة والاستنتاج :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

المحاليل المنظمة Buffer Solutions

المحلول المنظم هو محلول مادة أو خليط من المواد تقاوم التغير الكبير في الرقم الهيدروجيني للوسط عند إضافة كميات قليلة من الحمض أو القاعدة له .

تعتبر المحاليل المنظمة ذات أهمية كبيرة في عملها بالمحافظة على الرقم الهيدروجيني للأنظمة الحية ؛ وذلك لأن تغير الرقم الهيدروجيني داخل الخلايا في السوائل الحيوية يؤدي إلى ضعف نشاط الإنزيمات و ربما إلى فقدانه وتغير في شكل البروتينات وربما فقدانها للفعاليات الحيوية التي تقوم بها مثل نقل الأكسجين ومقاومة العدوى الخارجية والحركة . كما يستفاد من المحاليل المنظمة في المحافظة على الرقم الهيدروجيني أثناء إجراء تجربة بحثية معينة عند رقم هيدروجيني معين دون السماح لقيمته بالتغير أثناء إجراء التجربة .

أنواع المحاليل المنظمة

تنقسم المحاليل المنظمة من حيث تكوينها الكيميائي إلى نوعين :

١ - المحاليل المنظمة الحمضية : وهي تتكون من حمض ضعيف وقاعدته القرينة مثل حمض الخل الذي يتفكك حسب المعادلة :

$$CH_3COOH \quad \leftrightarrow \quad CH_3COO^- + H^+$$

حمض ضعيف(حمض قرين) **القاعدة القرينة**

ويفضل استخدام هذه المحاليل في الأوساط الحمضية .

٢ - المحاليل المنظمة القاعدية : وهي تتكون من قاعدة ضعيفة وحمضها القرين مثل المركبات الحاوية لمجموعة أمينية مثل تلك المرتبطة بالحموض الأمينية .

$$R - NH_2 + H^+ \quad \leftrightarrow \quad R - NH_3^+$$

الحمض القرين قاعدة ضعيفة (القاعدة القرينة)

ويفضل استخدام هذه المحاليل المنظمة في الأوساط القاعدية .

معادلة هندرسون-هسلباك Henderson Hasselbalch

تستخدم معادلة هندرسون – هسلباك للربط بين الرقم الهيدروجيني للوسط ، القيمة الأسية لثابت تفكك الحمض أو القاعدة و نسبة القاعدة القرينة إلى الحمض القرين.

نص المعادلة :

$$pH = pK_a + \log \frac{[OH-]}{[H3O+]}$$

أو بطريقة أخرى $$pH = pKa + \log \frac{(\text{تركيز أيون الهيدروكسيد})}{(\text{تركيز أيون الهيدرونيوم})}$$

* pK_a : هو معامل التحلل (ثابت التحلل) . وكل حمض أو قاعدة لها معامل تحلل ثابت يختلف عن الأحماض والقواعد الأخرى.

يستفاد من هذه المعادلة في حساب إحدى الكميات المبنية عندما يكون معلوم لدينا الكميتان الأخريتان ، فبمعرفة تركيز القاعدة القرينة والحمض القرين وثابت التحلل للحمض يمكن حساب الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم .

أمثلة لمحاليل منظمة في الأنظمة البيولوجية :

١ - المحلول المنظم الفوسفاتي والذي يوجد داخل الخلايا الحية ، وقيمة الرقم الهيدروجيني له ٦.٨٦
٢ - المحلول المنظم (للبيكربونات) والذي يوجد في الدم وقيمة الرقم الهيدروجيني له ٧.٤ فزيادة الرقم الهيدروجيني تسبب ما يسمى بداء القلوية Alkalosis ، والنقصان في الرقم الهيدروجيني يسبب ما يسمى بداء الحموضة Acidosis .
٣ - بروتينات مصل الدم تحتوي على أحماض أمينية ذات حمضية ضعيفة مثل الجلوتاميك وحوامض أمينية ذات قاعدة ضعيفة مثل حامض اللايسين هذه الأحماض تصلح أن تكون محاليل منظمة.

هناك كثير من الميكانيكيات التي تحدث داخل الجسم وتعمل على الحفاظ وثبات هذه التراكيز للرقم الهيدروجيني لهذه المحاليل المنظمة.

تحضير المحاليل المنظمة باستخدام معادلة Henderson Hasselbakh

تجربة : تحضير محلول منظم فوسفاتي

الهدف من التجربة : تحضير محلول فوسفاتي برقم هيدروجيني معين

تجهيزات التجربة: جهاز قياس الأس الهيدروجين (pH meter) – محلول فوسفات الصوديوم (محلول منظم) – محلول هيدروكلوريك ٠.١ مولر (حمض) – محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠.١ مولر (قاعدة) – كاسات اختبار زجاجية

خطوات العمل :

لتحضير محلول منظم فوسفاتي رقمه الهيدروجيني ٧.٢ على سبيل المثال نتبع الخطوات التالية :

١ -يقاس الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول الناتج بواسطة pH meter (وهو جهاز يقيس تركيز أيونات الهيدروجين مباشرة) ثم يضبط إلى الرقم الهيدروجيني المطلوب وذلك عن طريق إضافة بضع نقاط بالتدريج بواسطة قطارة صغيرة إما من:

- محلول حمض الهيدروكلوريك ٠.١ مولر إذا كان الرقم الهيدروجيني للمحلول أعلى من ٧.٢
- أو محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠.١ مولر إذا كان الرقم الهيدروجيني للمحلول أقل من ٧.٢

٢ -وبذلك نحصل على المحلول المطلوب والذي رقمه الهيدروجيني ٧,٢

تدريبات حسابية على حساب pH باستخدام معادلة Henderson Hasselbakh

- إذا علمتي أن ثابت التأين (ثابت التحلل) لحمض الأكساليك هو $pK_a = 1.23$ ، وتركيز أيون الهيدروكسيد 1×10^{-5} وتركيز أيون الهيدرونيوم 1×10^{-9} ، احسبي pH الحمض
- يتأين حمض الفيتريك بثابت مقداره $pK_a= 2.75$ ، احسبي الرقم الهيدروجيني له علماً بأن تركيز أيون الهيدرونيوم 1×10^{-12} له بينما تركيز أيون الهيدروكسيد هو 1×10^{-12}
- إذا علمتي أن ثابت التأين (ثابت التحلل) لحمض الخليك هو $pK_a = 0.76$ ، وتركيز أيون الهيدروكسيد 1×10^{-5} وتركيز أيون الهيدرونيوم 1×10^{-7} ،احسبي الأس الهيدروجيني لحمض الخليك
- تم فحص عينة بول بمقياس الرقم الهيدروجيني pH meter وكانت القراءة 8.3 ، احسبي ثابت التأين للبول في عينة البول هذه إذا علمتي أنّ $[OH^-] = 1\times10^{-8.3}$ وَ $[H^+] = 1\times10^{-10}$

غشاء الخلية و النفاذية Plasma Membrane & Permeability

كل خلية محاطة بغشاء رقيق جداً يتركب من بعض الدهون والبروتينات وتبعا لذلك فإنه كلما كانت المواد أكثر قابلية للذوبان في الدهون كلما كان معدل انتشارها أسرع خلال الأغشية الخلوية ، حيث أظهرت بعض المشاهدات وجود طبقة بروتينية في غشاء الخلية تعتبر امتدادات ليفية م تغلظة من أغشية الخلايا المتجاورة .

يقوم غشاء الخلية بدور أساسي في تنظيم مرور المواد الذائبة بين الخلية والوسط المحيط بها ، ويطلق على هذه الخاصية بصفة عامة النفاذية Permeability . ولنفاذية الخلية أهمية خاصة ، فهي الوسيلة التي تعمل على تنظيم دخول مواد معينة ذات أهمية أساسية في بناء المادة الحية للخلية . كذلك يقوم غشاء الخلية بتنظيم خروج النواتج التالفة والمواد الإفرازية ، وكذلك الماء الزائد عن حاجة الخلية . وتعتمد نفاذية الخلية على الحالة الفسيولوجية للخلية ، ودرجة تركيز الأملاح في الوسط المحيط بالخلية ، ودرجة الحرارة وتلعب نفاذية غشاء الخلية دوراً هاماً في التحكم في خروج نواتج أنشطة الأيض المختلفة من الخلية .

يتأثر غشاء الخلية بصورة واضحة بعوامل معينة تتسبب في تحلله وتفككه ، مثل الأ جسام المضادة والمعادن الثقيلة والأشعة السينية ومذيبات الدهون .

تركيب الغشاء الخلوي

كل خلية حية محاطة بغشاء دقيق وناعم . يفصل الغشاء بين داخل الخلية وبين بيئتها الخارجية ، غير أنه في الحقيقة ليس مجرد غلاف : فالغشاء يقيم علاقةً ثنائية الاتجاه بين الخلية وبيئتها . هذه العلاقة تتضمن انتقال مواد ومعلومات إلى الخلية ومنها ، وردود فعل الخلية للتغييرات في البيئة الخارجية.

سُمك الغشاء حوالي ٧.٥ نانومتر (7.5×10^{-9} متر) . أي أنه إذا وضعنا ٤٠.٠٠٠ غشاءً فوق بعضها البعض نحصل على غشاء بسمك ورقة واحدة .

يدل فحص التركيب الكيماوي لأغشية الخلايا أن جميع هذه الأغشية في كل أنواع الخلايا مبنيةٌ من عائلتين من المواد : الدهنيات والبروتينات. أغلب الدهنيات التي تركب أغشية الخلايا هي فوسفوليبيدات . يوجد أنواع كثيرة جداً من الفوسفوليبيدات التي تشترك في تركيب أغشية الخلايا . كما ينتشر على سطح الغشاء البلازمي عدد كبير من المستقبلات التخصصية التي تقوم بالتعرف على المركبات الحيوية : مثل الهرمونات والتأثيرات العصبية وتوصيل مفعولها إلى داخل الخلية.

* ملاحظة : الفوسفوليبيدات هي مجموعة من الدهنيات التي تتركب من جزيء جليسيرول واحد يرتبط به جزيئين من الحوامض الدهنية والرابط الثالث بدل الحامض الدهني الثالث ترتبط مجم وعة فوسفاتية ، لذلك سُميت فوسفوليبيدات .

نموذج سنجر و نيكلسون Singer and Nicolson model:

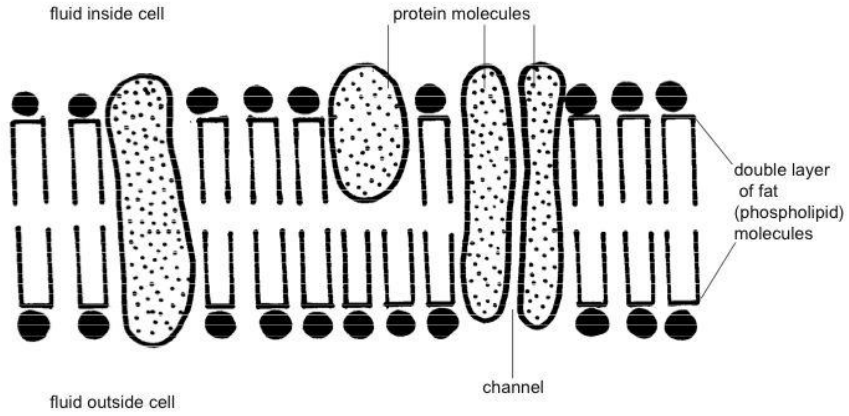
وضع هذان العالمان عام ١٩٧٢ نموذجاً أسمياه نموذج الفسيفساء السائل Fluid Mosaic وقد أخذا في الاعتبار علاقة تركيب الغشاء البلازمي بوظائفه مستعينين في ذلك بالتقدم الذي تم في تقنيات دراسة تركيب ووظائف الخلية.

ويتلخص هذا النموذج في أن بروتينات الغشاء البلازمي من النوع الحبيبي globular وأنها تتردد بين القطبية واللاقطبية، وتكون مغمورة كلياً أو جزئياً في طبقة مركزية سائلة من الدهن الثنائي الجزيئات، وتكون جزيئات البروتين على شكل وحدات متفرقة ومستقلة وليست على شكل طبقة مستمرة ومتصلة . أي أن هذا النموذج يصور البروتينات كجزيئات مطمورة أو سابحة في السائل الدهني، بحيث تسمح خاصيتا الحركة والتركيب الحبيبي لهذه الجزيئات بالقيام بالتفاعلات اللازمة لإتمام نقل جزيئات معينة خلال الغشاء البلازمي.

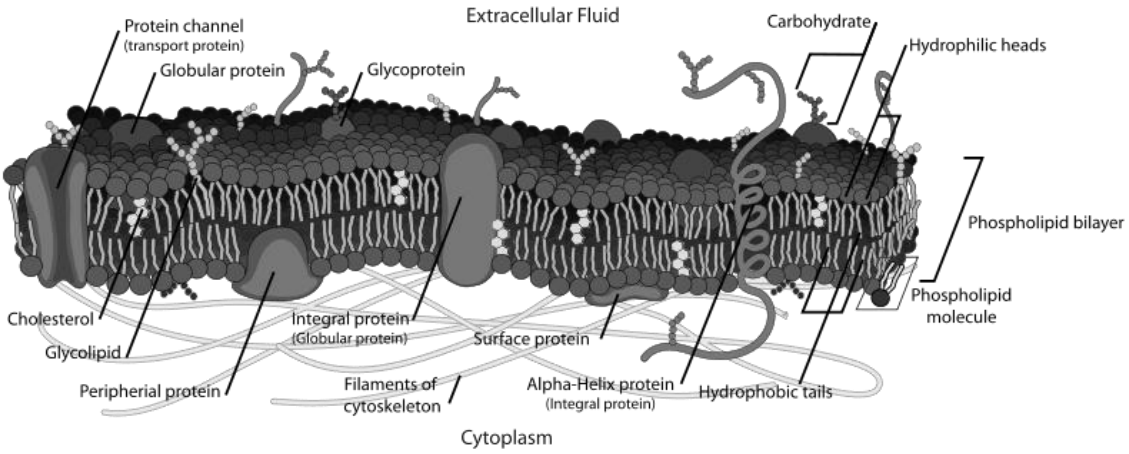
البناء الأساسي لغشاء الخلية هو طبقتين مزدوجتين من الفوسفوليبيدات والبروتينات . جزيئات الفوسفوليبيدات مرتبة بطبقتين متعاكستين (قطب إلى قطب) حيث أن الذنب الغير ذائب في الماء (هيدروفوبي Hydrophobic) يتجه إلى داخل الغشاء ، والقطب الذائب في الماء (هيدروفيلي Hydrophilic) يتجه إلى خارج الغشاء أي إلى البيئة المائية المحيطة بالغشاء من الناحيتين : من الخارج البيئة المائية في السائل البين خلوي ، ومن الداخل السيتوبلازم (والذي هو أيضاً ماء مع مواد مذابة) . أي كأن طبقتي الفوسفوليبيدات تكوِّن "ساندويتش" الجزء الداخلي منه غير ذائب في الماء ، بينما الجزء الخارجي يذوب في الماء . نستنتج من ذلك أن طبقتا الدهنيات في الغشاء تفصل بين بيئتين مائيتين ، الأولى داخل الخلية والثانية خارج الخلية .

تتواجد جزيئات البروتينات في الغشاء بطبقتين ولكن على عدة أشكال : متداخلة بين جزيئات الفوسفوليبيدات ، مرتبطة مع الدهنيات ، أو مرتبطة من بروتينات أخرى (باتجاه داخل الخلية أو باتجاه خارج الخلية) . كذلك ترتبط جزيئات سكر مع قسم كبير من الدهنيات والبروتينات المتجهة إلى البيئة الخارجية للخلية.

وقد أدت مرونة النموذج إلى إمكان تفسير كثير من الخواص الديناميكية للغشاء مثل النفاذية ، التجزئة ، التشوه ، والنمو. ويعد هذا النموذج الأكثر قبولاً حتى الآن لشرح التركيب الدقيق للغشاء البلازمي.



شكل تخطيطي لتركيب الغشاء الخلوي



شكل تخطيطي للتركيب الدقيق للغشاء الخلوي تبعا لنموذج الفسيفساء

الانتشار Diffusion و الاسموزية Osmosis

يستطيع الغشاء الخلوي أن يقوم بعملية تنظيم دخول وخروج المواد من وإلى الخلية عن طريق خاصية الانتشار و الاسموزية (خواص فيزيائية لا تحتاج إلى طاقة لإتمامها) ، وعملية النقل النشط والتي تحتاج إلى بذل طاقة من قبل الخلية .

خاصية الانتشار Diffusion تعني أنه عندما يكون تركيز المواد المذابة خارج الخلية أكبر من تركيزها داخل الخلية فإن ذلك يعمل على انتقال جزيئات المذاب من خارج الخلية إلى داخلها عبر غشاء الخلية وتعتمد سرعة الانتشار على حجم الجزيئات وتركيزها ودرجة حرارة الوسط.

الاسموزية/التناضح Osmosis هي مرور جزيئات المذيب (الماء مثلا) عبر غشاء شبه منفذ من المحلول الأقل تركيزاً إلى المحلول الأكثر تركيزاً .

الأغشية الخلوية الحية هي حالة مميزة تجمع بين صفات الأغشية شبه المنفذة والأغشية غير المنفذة وتسمى أغشية ذات نفاذية اختيارية فتسمح بمرور جزيئات المذيب وتختار من جزيئات المذاب كأملاح العناصر الغذائية التي يحتاجها الكائن الحي فتسمح بدخولها إلى الخلية ولا تسمح بخروجها منها.

دراسة تأثير المحاليل ذات التركيزات المختلفة على خلايا الدم الحمراء

تحاط خلايا الدم الحمراء ، شأنها شأن باقي خلايا الجسم بغشاء بلازمي plasma membrane . ويتحكم هنا الغشاء بما له من خاصية نفاذ اختيارية في دخول وخروج المواد المختلفة إلى ومن الخلية. فهو شديد النفاذية للماء ، وقليل النفاذية للجلوكوز ، ومنعدم النفاذية لكل الأيونات مثل الصوديوم و البوتاسيوم .

السلوك الاسموزي لخلايا الدم الحمراء :

يعتمد الضغط الاسموزي لأي محلول على عدد الايونات أو الجزيئات الذائبة فيه وليس على أحجامها لذا فإن الضغط الاسموزي لمحلول المادة ذات الوزن الجزئي العالي كالبروتين مثلا يكون أقل بكثير من الضغط الاسموزي لمحلول مادة ذات وزن جزئي منخفض بشرط تساوي تركيز المحلولين.

يتغير سلوك خلايا الدم الحمراء في المحاليل المختلفة تبعا لخروج أو دخول الماء من والى هذه الخلايا :

١. إذا وضعت كريات الدم الحمراء في محلول ملحي ضغطه الاسموزي يعادل تماما الضغط الاسموزي للبلازما (وهو ٠.٩% من كلوريد الصوديوم NaCl وهو ما يسمى بالمحلول الملحي الفسيولوجي) : نجد أن معدل دخول الماء للكرية وخروجه منها متساويان ، لذلك تحتفظ الكريات بحجمها وشكلها فلا يحدث انتفاخ أو انكماش

ويسمى هذا المحلول المتعادل أو المتساوي التوتر Isotonic Solution.

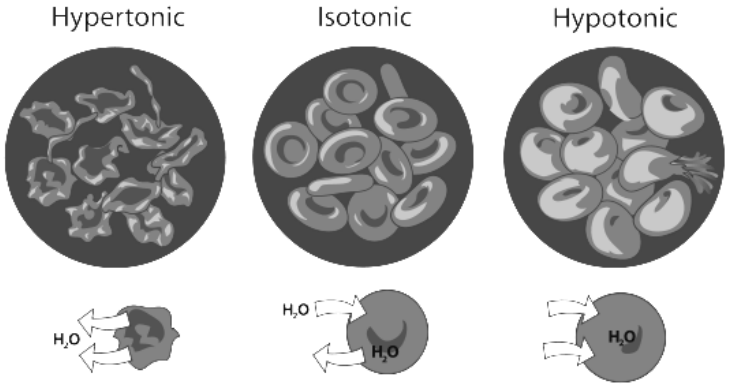
٢. إذا وضعت كريات الدم الحمراء في محلول ملحي ضعيف ضغطه الاسموزي أقل من الضغط الاسموزي للبلازما (أي زاد الماء بالمحلول فنقص تركيز المذاب): نجد أن الماء يدخل إلى الكريةفتبدأ في الانتفاخ. ويزداد انتفاخ الخلايا كلما زاد ماء المحلول وقل تركيز المذاب حتى يصل إلى حجم معين تكون فيها وصلت لدرجة يزيد فيها الضغط الهيدروستاتيكي على جدران الخلايا . ولما كانت هذه الجدران غير مرنة فإنها تنفجر ويتمزق غشاء الكريات الحمراء وتتحلل وينطل ق محتواها من الهيموجلوبين . ويعرف ذلك بالتحلل الدموي Hemolysis ، ويحدث عند وضع كريات الدم الحمراء في محلول مخفف جدا أو في ماء مقطر ، ولا يتبقى من كريات الدم الحمراء سوى كيس منتفخ شفاف عديم اللون يسمى شبح كرية الدم الحمراء .

ويسمى المحلول الذي يسبب هذا التحلل بالمحلول منخفض التوترHypotonic solution.

٣. إذا وضعت خلايا الدم الحمراء في محلول ملحي مرتفع التركيز (أي ضغطه الاسموزي أعلى من الضغط الاسموزي للبلازما) فإن الماء يترك الكريات ويخرج إلى البلازما فتبدأ الكريات بالإنكماش والتجعد ويتشوه شكلها الخارجي ، ويعرف ذلك بالتسنن crenation .

ويسمى المحلول الذي يحدث هذا التأثير بالمحلول عال التوتر Hypertonic Solutin .

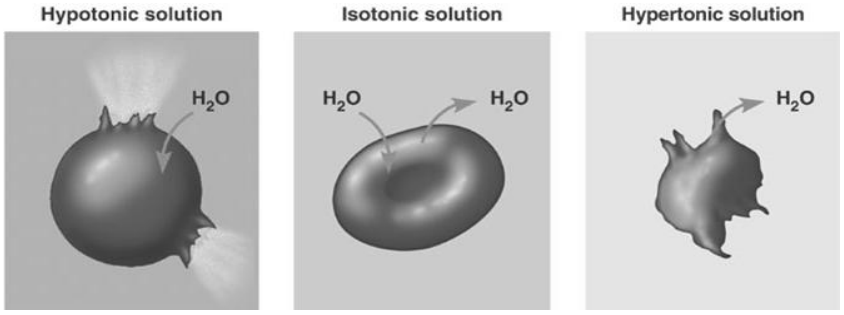
ولاختبار السلوك الاسموزي لخلايا الدم الحمراء يلزم استخدام محلول مادة تكون أغشية الخلايا غير منفذة لها مثل كلوريد ا لصوديوم أو الجلوكوز لأ ن أيونات الصوديوم والكلور وجزيئات الجلوكوز لا تنفذ من أغشية الخلايا بسهولة.



* محلول متساوي التوتر Isotonic Solution هو المحلول الذي ضغطة التناضحي مثل ضغط البلازما وليس له تأثير على شكل كريات الدم الحمراء أو حجمها .وهو في الثدييات = ٠.٨٥ – ٠.٩ % من كلوريد الصوديوم ، وفي الأسماك و البرمائيات = ٠.٦ – ٠.٦٥ % من كلوريد الصوديوم.

* محلول عالي التوتر Hypertonic Solution هو المحلول الذي له ضغط تناضحي اكبر من ضغط البلازما ، مسببا سحب الماء من الكريات الحمراء ويؤدي ذلك إلى انكماشها crenated red cell

* محلول منخفض التوتر Hypotonic Solution هو المحلول الذي له ضغط تناضحي اقل من ضغط البلازما ، مسببا زيادة دخول الماء للكريات الحمراء فتزيد في الحجم وتنفجر مسببة خروج هيموجلوبين الدم.



تجربة : دراسة تأثير المحاليل ذات التركيزات المختلفة على خلايا الدم الحمراء

تجهيزات التجربة : أنابيب زجاجية – شرائح زجاجية – أغطية شرائح زجاجية - قطارة – أعواد خشبية – إبر وخز- مسحات كحول - مجهر ضوئي - ماء مقطر - محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز ٠.٩ % - محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز ٥ % -

الخطوات :

١ -خذي أربعة أنابيب اختبار نظيفة بالأحرف ا ، ب ، ج وضعي في كل منها ما يلي:

الأنبوبة (ا) ٤ مل من ماء مقطر.

الأنبوبة (ب) ٤ مل من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز ٠.٩ %

الأنبوبة (ج) ٤ مل من محلول كلوريد الصوديوم ذي التركيز ٥ %

٢ -قومي بعمل وخز في إصبع إبهامك بعد تعقيمه بإبرة وخز معقمة
٣ -أضفي قطرة من دم إلى ٣ شرائح زجاجية نظيفة ، ثم بواسطة قطارة ضعي قطرة من كل محلول بالتوالي على شريحة كل على حدة
٤ -امزجي الخليط من الدم والمحلول على كل شريحة بأعواد خشبية لعدة ثواني ثم افرديها بواسطة شريحة أخرى
٥ -قومي بتغطية الشرائح بواسطة أغطية الشرائح الزجاجية ، ثم افحصيها تحت المجهر ودوني ملاحظاتك.

الملاحظة والاستنتاج :

.....
.....

سكر اللاكتوز في اللبن Milk Lactose sugar

اللبن هو إفراز الغدد الخاصة لإناث الحيوانات الثديية . اللبن سائل أبيض شفاف مائل إلى الصفرة ذو رائحة خفيفة ، ويعتبر أكمل الأغذية من الناحية البيولوجية باستثناء أنه ناقص في فيتامين ج و د ومعادن الحديد والنحاس ، إلا أنه يتميز باحتوائه على نسبة عالية من الكالسيوم ، والفوسفور ، وفيتامين أ ، وفيتامين ب١٢ .

يتركب اللبن من الماء والدهن والبروتينات والكربوهيدرات ، كما يحتوي على أملاح ومعادن وفيتامينات .

اللاكتوز هو المادة الكربوهيدراتية الوحيدة الموجودة في اللبن ، لذلك عندما يلجأ بائعو ا اللبن إلى الغش بإضافة الماء لزيادة كمية اللبن المباعة للمستهلك ، ثم يضاف النشا للبن بهدف إخفاء عملية إضافة الماء إليه حيث إن النشا يعمل على ربط جزيئات الماء مع بعضها فتزداد لزوجة الحليب الظاهرية . ويتم الكشف عن الغش في اللبن بالكشف عن وجود النشا فيه باختبارها بمحلول اليود و عند تشكّل اللون الأزرق هو دليل وجود النشا وبالتالي الغش في اللبن .

وتختلف نسبة اللاكتوز في اللبن مابين ٤-٦% من مجموع عناصر اللبن ، ويوجد في حالة محلول يشبه في التركيب السكر العادي ، ولكنه أقل حلاوة وذوباناً ، ويتحلل بسهولة بتأثير بكتيريا حمض اللاكتيك إلى حمض اللاكتيك ، وعند تكوّن كمية كافية من هذا الحمض فإن اللبن يتجبّن.

عند إجراء اختبارات الكشف عن وجود المركبات الكربوهيدراتية في اللبن نحتاج إلى نزع بروتين اللبن Deproteinization والعمل على المعلق الناتج Supernatant بعد الترسيب وترشيحه لإجراء الاختبار .

تجربة ١ : نزع بروتين اللبن Deproteinization :

مبدأ التجربة : تقوم عملية نزع بروتين اللبن بإضافة ملح كلوريد الكالسيوم ، ذلك أن للكالسيوم دور هام أساسي في ربط جزيئات الكازيئين (بروتين اللبن) مع بعضها مما يجعلها تعطي شكلاً صلباً فتترسب .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة – قطن أو ورق ترشيح – محلول كلوريد الكالسيوم ٤% – لبن

الخطوات :

١. نأخذ ٥ مل من اللبن في أنبوب اختبار ونضيف لها ٥ نقاط من محلول كلوريد الكالسيوم ٤% ونغلق الأنبوب.
٢. نضع الأنبوب في حمام مائي بدرجة الغليان لمدة ٥ دقائق.
٣. نخرج الأنبوب من الحمام المائي ونبرده حتى الدرجة 15°م.
٤. نفتح الأنبوب ونرشح المصل باستخدام قطعة من القطن أو ورق ترشيح .
٥. نأخذ الراشح الرائق ونستعمله في عمليات الكشف عن وجود الكربوهيدرات في اللبن .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

تجربة ٢ : الكشف عن وجود سكر اللاكتوز في اللبن (عن طريق اختبار بندكت Benedict)

مبدأ التجربة : في اختبار بندكت **Benedict** يمكن يتفاعل سكر اللاكتوز في اللبن مع كاشف بندكت مكوّناً راسبًاأحمر برتقالي .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول كاشف بندكت – محلول اللبن بعد نزع البروتين

الخطوات :

١. خذي أنبوب اختبار زجاجي وأضيفي لها ٥مل من محلول اللبن .
٢. أضيفي لكل أنبوب ٤مل من كاشف بندكت ورجي جيداً .
٣. سخني المزيج لدرجة الغليان مدة ٢-٣ دقائق ، واتركيها لتبرد قليلا ودوني ملاحظاتك والنتيجة .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

تجربة ٣ : الكشف عن وجود النشا في اللبن المغشوش (عن طريق اختبار اليود)

مبدأ التجربة : في اختبار اليود Iodine يمكن تمييز النشا بواسطة اللون الأزرق المميز الذي يتلون به محلوله في وجود اليود (محلول اليود في حالة يوديد البوتاسيوم) .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة – محلول يوديد البوتاسيوم – محلول اللبن بعد نزع البروتين

الخطوات :

١. خذي أنبوبة اختبار زجاجية وأضيفي لها ٢مل من محلول اللبن بعد نزع البروتين .
٢. أضيفي لكل أنبوب بضع قطرات من محلول اليود (يوديد البوتاسيوم) ، دوني ملاحظاتك والنتيجة .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

سكر الجلوكوز في الدم Blood Glucose Sugar

الجلوكوز هو السكر الرئيسي في دم الإنسان ، ومصدر رئيسي للطاقة لجميع خلايا وأنسجة الجسم . المعدل الطبيعي لتركيز سكر الجلوكوز في دم الإنسان يتراوح بين ٧٠ – ١٠٠ ملجم/١٠٠مل من الدم في حالة الصيام . يرتفع معدل تركيز الجلوكوز في الدم ليصل إلى ١٢٠-١٥٠ ملجم/١٠٠مل دم بعد وجبة غنية بالسكر ، وهذا الارتفاع في تركيز جلوكوز الدم يُعرف باسم الارتفاع الفسيولوجي لسكر الدم Physiological Hyperglycemia ، ولا يلبث الارتفاع أن يعود إلى المعدل الطبيعي في حال الصيام بعد ٢-٣ ساعات بعد الأكل . وعند الصيام لفترة طويلة (١٢-١٨ساعة) ينخفض مستوى سكر الدم بين ٦٠-٧٠ملجم/١٠٠مل دم وتسمى هذه الحالة بالانخفاض الفسيولوجي للدم Physiological Hypoglycemia .

يتم تنظيم معدل سكر الجلوكوز في الدم بواسطة هرمونين يعملان بشكل متعاكس هما هرمون الأنسولين Insulin وهرمون الجلوكاجون Glucagon . يتم إفراز هرمون الأنسولين من خلايا بيتا Beta Cells في جزر لانجر هانز بالبنكرياس ، ويعمل الأنسولين على خفض مستوى سكر الجلوكوز في الدم عند ارتفاعه حتى يصل لمعدلاته الطبيعية ، بينما يتم إفراز هرمون الجلوكاجون من خلايا ألفا Alpha Cells في جزر لانجر هانز في البنكرياس ، ويعمل على رفع مستوى سكر الجلوكوز في الدم عند انخفاضه حتى يصل لمعدلاته الطبيعية .

حديثاً تم تطوير أجهزة تحليل وقياس تركيز سكر جلوكوز الدم Glucose Analyzers (أو ما يعرف باسم Blood Glucose Meter) التي تستعمل لقياس تركيز سكر جلوكوز الدم ، فأصبحت ذات تقنية رقمية ولا تتطلب عينة كبيرة من ال دم ، بل يكفي قطرة من الدم للفحص ، ويمكن استخدامها منزلياً نظراً لسهولة استخدامها . تقوم فكرتها على قياس الشدة اللونية لتحديد تركيز الجلوكوز لقطرة الدم على شرائط التحليل .

لكل جهاز تعليمات تشغيل خاصة به يجب معرفتها وتطبيقها ، كما يجب مراعاة تنظيف الجهاز من الأوساخ وبقايا الدم وتعقيمه عند كل استخدام . يجب الانتباه لإعادة معايرة الجهاز في كل مرة نستعمل فيها علبة شرائط تحليل جديدة باستعمال شريط المعايرة للتأكد من صحة قراءة الجهاز .

تجربة : تقدير تركيز سكر جلوكوز الدم

تجهيزات التجربة : إبر وخز – مسحات كحول – جهاز تحليل جلوكوز الدم المنزلي Home Glucose Analyzers أو ما يعرف باسم Home Blood Glucose Meter - شرائط التحليل

الخطوات :

١. قومي بوخز إصبع إبهامك بعد تعقيمه بإبرة وخز معقمة
٢. خذي قطرة من الدم مكان الوخز على شريط التحليل
٣. ضعي شريط التحليل في المكان المخصص له في جهاز تحليل جلوكوز الدم المنزلي
٤. انتظري قليلاً حتى تظهر قراءة الجهاز ، دونيها وادرسي النتيجة

الملاحظة والاستنتاج :

.....

الإنزيمات Enzymes

الإنزيمات هي عوامل مساعدة عضوية تكونت بواسطة الخلايا الحية ، ولا تعتمد عليها في عملها ، وقد وُجد حديثاً أنها عبارة عن مواد بروتينية تكوّنت بواسطة الخلايا الحية وهي متخصصة تساعد تفاعلات معينة بدون التأثير على ثابت الاتزان للتفاعل . حيث بتجارب عديد ة وُجد أنّ جميع الأنزيمات عبارة عن بروتينات في تركيبها الكيميائي ، وأنّ للإنزيمات تخصص في عملها حيث نجد أنّ لكل مركب إنزيم معين يستطيع أن يحلله .

وجد أن الحرارة العالية والكحولات وأملاح المعادن الثقيلة والأحماض المعدنية المركزة تسبب ترسيب الأنزيمات وبالتالي فقدان نشاطها .

العوامل المؤثرة على نشاط الأنزيمات :

١. **التخصص والنوعية :** حيث أن الإنزيمات متخصصة في تأثيرها ولا تؤثِّر إلا في نوع معين من الجزيئات ، فكل إنزيم يوائم أو يوافق مادة يؤثر فيها ولا يؤثر في غيرها ، فالإنزيمات المؤثرة على الكربوهيدرات لا تؤثر على البروتينات والدهون . ليس ذلك فحسب بل الإنزيمات أكثر تخصصا ، مثلاً: إنزيم الأميليز Amylase Enzyme يعمل على تحلل الكربوهيدرات التي تتركب جزيئاتها من شكل خاص من أشكال الجلوكوز تعرف بوحدات ألفا جلوكوز كالنشا والجلايكوجين ، أما الكربوهيدرات المتكونة من وحدات بيتا جلوكوز مثل السليلوز لا تؤثر فيها .
٢. **درجة الحرارة :** لكل إنزيم درجة حرارة خاصة به تسمى (درجة الحرارة المثلى لفعل الإنزيم) يصل عندها نشاط الإنزيم إلى أقصى معدل له . درجة الحرارة المثلى تتراوح بين ٤٠-٥٠ °م لمعظم الإنزيمات ، فإن ارتفعت عن ذلك أتلفت الإنزيم.
٣. **درجة تركيز أيون الهيدروجين (الرقم الهيدروجيني pH) :** الإنزيمات حساسة لأي تغيّر في تركيز أيون الهيدروجين للوسط الذي تعمل فيه . ومعظمها لا يعمل إلا في مدى محدود من الرقم الهيدروجيني . بعض الإنزيمات يعمل في وسط حامضي مثل إنزيم الببسين Pepsin ، بينما البعض يعمل في وسط قلوي مثل التربسين Trypsin .
٤. **مساحة سطح التركيز :** تعتمد سرعة الهضم إلى حد كبير على المزج الجيد للإنزيمات مع ركائزها أو المواد التي تساعد على هضمها ، فوجد أنّ الدهون في صورة مستحلب يساعد على امتزاج الإنزيمات بها والإسراع من عملية الهضم .
٥. **المنشطات :** تساعد وجود بعض الأيونات أو المواد على زيادة نشاط الإنزيمات ، مثل أيونات الهالوجينات التي يساعد وجودها على تنشيط إنزيم الأميليز .
٦. **المثبطات :** وجود بعض المواد على تقليل أو تثبيط نشاط بعض الإنزيمات أو إيقافه كليةً ، ومن أمثلة هذه المواد أملاح الزئبق والفضة والرصاص .
٧. **المحولات :** تفرز بعض الإنزيمات بصورة غير نشطة في البداية تُعرف باسم الزيموجين Zymogens وتحتاج إلى توفّر مواد أخرى تُعرف بالمحولات لتحويلها إلى الصورة النشطة كي تبدأ نشاطها ، ومن أمثلة ذلك تحوّل إنزيم التربسينوجين Trypsinogen إلى التربسين Trypsin (الصورة النشطة) بفعل إنزيم الإنتروكينيز Introkinase
٨. **الإنزيمات المساعدة :** تحتاج بعض الإنزيمات إلى وجود بعض المجموعات الذرية النشطة معها مرتبطة بجزيئاتها وتعرف باسم الإنزيمات المساعدة كما هي الحالة في بعض أنواع فيتامين ب المركب والتي تعمل كإنزيمات مساعدة .

استعمالات الإنزيمات :

١. لدراسة مسار أحد التفاعلات البيولوجية وتنظيم هذه التفاعلات .

٢. لدراسة تركيب عمل الإنزيمات وآليتها .
٣. تستخدم في الصناعة كعوامل مساعدة بيولوجية لتصنيع الهرمونات والعقاقير .
٤. تستخدم دراسة فعالية الإنزيمات الموجودة في مصل الدم سريرياً كمؤشر لمعرفة حالة مرضية معينة .

دراسة نشاط إنزيم أميليز اللعاب :

يبدأ هضم المواد الكربوهيدراتية في الفم حيث يحتوي اللعاب على إنزيم الأميليز الذي تفرزه الغدد اللعابية ، ويعمل إنزيم الأميليز في وسط قاعدي حيث يقوم بهضم النشا (سكر عديد) وتحويله إلى سكر المالتوز (سكر ثنائي) .

تجربة : الكشف عن نشاط إنزيم الأميليز وتأثير درجة الحرارة و pH على نشاط الإنزيم

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – محلول نشا مذاب ٥-٧% حديث التحضير – محلول إنزيم أميليز اللعاب ٠.٥% أو لعاب – حمض الهيدروكلوريك – محلول اليود في يوديد البوتاسيوم (للكشف عن وجود النشا) – محلول بندكت (للكشف عن وجود سكر المالتوز)

الخطوات :

١. حضري ٤ أنابيب اختبار زجاجية ورقميها من ١-٤ .
٢. ضعي في الأنابيب رقم (١) ، (٢) ، (٣) ١-٢مل إنزيم أميليز اللعاب .
٣. قومي بتسخين الأنبوبة رقم (٢) لدرجة ٨٠ °م أو حتى الغليان ، ثم اتركيها لتبرد .
٤. أضيفي إلى الأنبوبة رقم (٣) ٢ مل من حمض الهيدروكلوريك وامزجي مكونات الأنبوبة جيداً .
٥. أضيفي ٢١-مل من محلول النشا إلى الأنابيب رقم (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤) وامزجي مكونات الأنابيب جيداً .
٦. ضعي الأنابيب رقم (١) ، (٢) ، (٣) في حمام مائي ٣٥ °م لمدة ١٠ دقائق
٧. خذي ١مل من كل أنبوب في أنبوب جديد – كل على حدة - وأضيفي عليها بضع نقاط من محلول اليود وسجلي ملاحظاتك (يعطي اليود لوناً أزرقاً في المحلول في حالة وجود النشا)
٨. خذي ١مل من كل أنبوب في أنبوب جديد – كل على حدة - وأضيفي عليها بضع نقاط من محلول بندكت ثم ضعيها في حمام مائي ٣٥ °م لمدة ١٠ دقائق وسجلي ملاحظاتك (عند تكوّن راسب أحمر برتقالي أو أصفر يدل على حدوث الاختزال وتكوّن السكريات المختزلة أي تكوّن سكر المالتوز)

الملاحظة والاستنتاج :

الاختبار	**الأنبوبة رقم (١)** نشا + إنزيم	**الأنبوبة رقم (٢)** نشا + إنزيم تم تسخينه للغليان	**الأنبوبة رقم (٣)** نشا + إنزيم أضيف له حمض	**الأنبوبة رقم (٤)** نشا فقط
محلول اليود				
محلول بندكت				

.....

.....

الأحماض الأمينية Aminoacids

الأحماض الأمينية هي ال لِبنة الأساسية لبناء جميع البروتينات ، كما تعد مواد أولية لتوليد بعض الهرمونات Hormones والبيورينات Purines والبيريميد ينات Pyrimidines والفيتامينات Vitamines . إن عدد الأحماض الأمينية التي تبنى منها البروتينات في الطبيعة ٢٠ حمضاً أمينياً تُنتج هذه الأحماض الأمينية إما عن التحلل الكامل للبروتين ، أو تُصنّع بالطرق الكيمياوية .

لجميع المركبات العضوية اختبارات كشف تعتمد على المجموعة الفعالية لهذه المركبات العضوي ة وكذلك المجاميع الفعالة الأخرى في السلاسل الجانبية تعطينا مزيداً من المعلومات عن المركبات التي يتم الكشف عنها . للأحماض الأمينية عدة تفاعلات كشف لكن التفاعل المختبري الذي يستعمل بصورة واسعة للكشف عن هذه الأحماض ، هو تفاعل ننهيدرين ninhydrin . يتفاعل الحمض الأميني مع النهيدرين ويؤدي إلى تكوين ناتج أزرق أو بنفسجي اللون ، ما عدا الحمض الأميني البرولين يتكون ناتج أصفر متميز .

البروتينات والمحاليل الأخرى كالسكريات تعطي نتيجة سالبة مع هذا الاختبار .

تجربة : الكشف عن الأحماض الأمينية (النهيدرين Ninhydrin)

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول ننهيدرين ٠.١% - محلول ألبيومين البيض (بروتين) – محلول الحمض الأميني جلايسين ٠.٥% (ويمكن استعمال أنواع أخرى من الأحماض الأمينية) - محلول الحمض الأميني برولين ٠.٥%

الخطوات :

١. خذي ٣ أنابيب اختبار زجاجية وأضيفي لها ١مل من المحاليل التالية – كلٍ على حدة – محلول ألبيومين البيض (بروتين) ، محلول جلايسين (أو أي حمض أميني) – محلول برولين .
٢. أضيفي لكل أنبوب ١ مل من محلول ننهيدرين ٠.١% ، دوني ملاحظاتك والنتيجة لكل أنبوب .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

.....

البروتينات Proteins

البروتينات مركبات ذات أوزان جزيئية كبيرة ، تتكون من وحدات من الأحماض الأمينية المترابطة مع بعضها بواسطة رابطة الببتيد .

البروتينات هي المكون الأساسي للخلية الحية ، ومهمة جداً للحياة حيث أنها تدخل في تركيب الإنزيمات والهرمونات كما أن هيموجلوبين خلايا الدم الحمراء ليس إلا بروتيناً مرتبطاً ... وغير ذلك وظائف للبروتينات .

تعتمد خواص المادة البروتينية إلى حد كبير على عدد ونوع الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب هذه المادة وكذلك ترتيب هذه الأحماض في السلسلة . تنقسم البروتينات من حيث تركيبها إلى ٣ أقسام رئيسية هي :

١. **البروتينات البسيطة :** هي عبارة عن بروتينات متكونة من أحماض أمينية فقط وغير مرتبطة بمركبات أخرى ، وعند تحللها فإنه ينتُج خليطاً من الأحماض الأمينية . وتنقسم البروتينات البسيطة حسب شكلها إلى قسمين رئيسيين :

- البروتينات الليفية : وهي عبارة عن بروتينات على شكل ألياف ولا تذوب في الماء كما أنها لا تهضم ، ومن أمثلتها الكولاجين وهو من المكونات الرئيسية للأنسجة الضامة للغضاريف ، و الأستين الموجود في العضلات ، والكرياتين الذي يوجد في الشعر والأظافر .
- البروتينات الكروية : وتتكون من سلاسل ببتيدية متعددة منطوية بشدة ولتكون كرات متراصة . وتذوب أغلب البروتينات الكروية في المحاليل المائية . معظم الإنزيمات المعروفة عبارة عن بروتينات كروية ، وكذلك المضادات الحيوية . وتشمل البروتينات الكروية الألبيومينات مثل ألبيومين البيض ، والجلوبيولينات مثل جلوبيولين سيرم الدم .

٢. **البروتينات المرتبطة :** تتكون من بروتينات بسيطة مرتبطة بمركبات غير بروتينية ، ويسم ى الجزء غير البروتين باسم المجموعة المرتبطة . وهذه البروتينات تنقسم إلى :

- البروتينات النووية Nucleoproteins : وهي تحتوي على بروتينات بسيطة مثل الهستونات أو البروتامينات مرتبطة مع حمض نووي (DNA , RNA) وهي توجد في أنوية الخلايا وفي السيتوبلازم والميتوكوندريا .
- البروتينات الفوسفاتية : وهي بروتينات مرتبطة مع حمض الفوسفوريك برابطة أسترية ومن أمثلتها كازين اللبن Casein .
- البروتينات الكربوهيدراتية Glycoprotein : وفي هذه الحالة تكون المجموعة المرتبطة عبارة عن كربوهيدرات ومن أمثلتها الميوسين الموجود في اللعاب .
- البروتينات الملونة Chromoproteins : وهي عبارة عن بروتين بسيط متحد مع مركب ملون ومن أمثلتها الهيموجلوبين .
- البروتينات الدهنية Lipoproteins : وهي عبارة عن بروتينات بسيطة مع الدهون ، وتوجد في سيرم المخ والأنسجة العصبية .
- البروتينات المعدنية Metalloproteins : وهي عبارة عن بروتينات بسيطة مع أيونات غير عضوية مثل المغنيسيوم والكالسيوم ، ومن أمثلتها العديد من الإنزيمات التي تحتاج إلى هذه الأيونات في عملها .

٣. **البروتينات المشتقة :** وهي البروتينات التي تتكون نتيجة تأثير بعض العوامل الطبيعية الكيميائية على البروتينات وتغير من تركيبتها الطبيعية ولكنها تحتفظ بخواصها العامة المميزة ومن أمثلتها الببتون Peptones والبروتيوسس proteoses .

تجربة : الكشف عن البروتينات (البيوريت Biuret)

مبدأ التجربة : في اختبار البيوريت Biuret يتم معاملة البروتين بمحلول كبريتات النحاس في وسط قلوي ينتج مركباً بنفسجي اللون . ويشترط وجود رابطتين على الأقل بالجزيء لكي يعطي نتيجة إيجابية . هذا الاختبار يعطي نتيجة سالبة مع الكربوهيدرات والدهون والأحماض الأمينية .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول كبريتات النحاس ١% - محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠% - محلول ألبيومين البيض (بروتين) – محلول الحمض الأميني جلايسين ٠.٥% (ويمكن استعمال أنواع أخرى من الأحماض الأمينية)

الخطوات :

١. خذي أنبوبي اختبار زجاجية وأضيفي لها ٢مل من المحاليل التالية – كلٍ على حدة – محلول ألبيومين البيض (بروتين) ، محلول جلايسين (أو أي حمض أميني) .
٢. أضيفي لكل أنبوب ١ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠% ، رجّي الأنبوبتين جيداً .
٣. أضيفي لكل أنبوب ١ مل من محلول كبريتات النحاس ١% ، رجّي الأنبوبتين جيداً . دوني ملاحظاتك والنتيجة لكل أنبوب .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

.....

الكربوهيدرات Carbohydrates

الكربوهيدرات تضم مجموعة كبيرة من المركبات ، وقد سميت هذه المواد بالكربوهيدرات لاحتوائها على عنصر الكربون مرتبطا بعنصري الهيدروجين والأكسجين بنفس النسب التي يكونا بها الماء .

وتنقسم الكربوهيدرات إلى الأقسام التالية :

١. السكريات الأحادية : وهي أبسط مركبات مجموعة الكربوهيدرات ، ولا تتأثر هذه المركبات بعملية التحلل المائي ؛ أي أنها لا تعطي وحدات أصغر منها ، وينتمي إليها كلا من الجلوكوز (سكر العنب) ، والفركتوز (سكر الفواكه) ، والجلاكتوز .
٢. السكريات الثنائية : تتأثر السكريات الثنائية بعملية التحلل المائي معطية جزيئين من السكريات الأحادية ، وينتمي إلى هذه المجموعة كل من السكروز (سكر القصب) ، والمالتوز (سكر الشعير) واللاكتوز (سكر اللبن) .
٣. السكريات الثلاثية : تعطي هذه السكريات ثلاثة جزيئات من السكريات الأحادية عند تحللها مائياً
٤. عديدة السكريات : تعطي هذه المواد عند تحللها مائياً عدة جزيئات من السكريات الثنائية أو السكريات الأحادية وفقاً لظروف التحلل المائي الذي تتعرض له . وينتمي السليلوز والنشا إلى هذه المجموعة . وتتميز عديدة السكريات بأنها لا تذوب في الماء وذلك لارتفاع أوزانها الج زيئية ، بينما السكريات الأحادية والثنائية والثلاثية تتميز بسهولة ذوبانها في الماء .

اختبارات الكشف عن الكربوهيدرات :

تجربة ١: الكشف عن الكربوهيدرات (موليش Molisch)

مبدأ التجربة : في اختبار موليش **Molisch** يتم إضافة حمض الكبريتيك للمحلول الكربوهيدراتي بعد كاشف موليش (محلول ألفانفثول) حيث يتكون مركب أحمر بنفسجي يظهر كحلقة بين سطحي الانفصال . هذا الاختبار يستخدم للكشف عن الكربوهيدرات في محاليلها والتمييز بينها وبين المحاليل الأخرى من ليبيدات وبروتين (اختبار عام لجميع الكربوهيدرات) .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول ألفانفثول - محلول حمض الكبريتيك المركز – محلول النشا – محلول سكر الطعام (ويمكن استعمال أنواع أخرى من المركبات الكربوهيدراتية) – محلول ألبيومين البيض (بروتين)

الخطوات :

١. خذي ٣ أنابيب اختبار زجاجية وأضيفي لها ٢مل من المحاليل التالية – كلٍ على حدة – محلول النشا ، محلول سكر الطعام (أو أي مركب كربوهيدراتي) ، محلول ألبيومين البيض (بروتين) .
٢. أضيفي لكل أنبوب ١مل من محلول ألفانفثول (كاشف موليش) ، رجّي الأنابيب جيداً .
٣. أضيفي لكل أنبوب ببطء واحتراس ٢مل من محلول حمض الكبريتيك المركّز على جانب الأنبوبة الداخلي ، دوني ملاحظاتك والنتيجة لكل أنبوب .

* عندما تلاحظين تكون طبقة سفلى وحلقة حمراء بنفسجية اللون عند سطح انفصال السائلين ، رجّي المزيج جيداً ، ولاحظي أن اللون البنفسجي انتشر في السائل بأجمعه . إذا لم يظهر اللون البنفسجي في السائل عند رج المزيج اعتبر الاختبار سلبياً ودلّ ذلك على عدم وجود المادة الكربوهيدراتية ، لأن الكربوهيدرات بجميع أنواعها تعطي هذا الاختبار .

الملاحظة والاستنتاج :

.....
.....
.....
.....
.....
.....

تجربة ٢ : الكشف عن النشا (تأثير اليود)

مبدأ التجربة : في اختبار اليود Iodine يمكن تمييز النشا بواسطة اللون الأزرق المميز الذي يتلون به محلوله في وجود اليود (محلول اليود في حالة يوديد البوتاسيوم) ، والمركب الناتج من اليود والنشا سهل التفكك حتى أن لونه يزول بمجرد التدفئة والتسخين .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول يوديد البوتاسيوم – محلول النشا – محلول سكر الطعام

الخطوات :

١. خذي أربعة أنابيب اختبار زجاجية وأضيفي لها ٢مل من المحاليل التالية – كلٍ على حدة – محلول النشا ، محلول سكر الطعام .
٢. أضيفي لكل أنبوب بضع قطرات من محلول اليود (يوديد البوتاسيوم) ، دوني ملاحظاتك والنتيجة لكل أنبوب .

الملاحظة والاستنتاج :

.....
.....

تجربة ٣ : الكشف عن السكريات المختزلة (بندكت Benedict)

مبدأ التجربة : في اختبار بندكت **Benedict** يمكن تمييز السكريات المختزلة إذا تكوّن راسب أحمر أو برتقالي أو أخضر ، والسكريات المختزلة هي السكريات التي تحتوي على مجموعة حرة من الألدهيد أو الكربونيل في السلسلة المفتوحة للسكريات ، وهي إما أحادية مثل الجلوكوز والفركتوز أو ثنائية مثل المالتوز واللاكتوز .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول كاشف بندكت – محلول النشا – محلول سكر اللاكتوز – محلول سكر الجلوكوز أو الفركتوز

الخطوات :

١. خذي ٣ أنابيب اختبار زجاجية وأضيفي لها ١مل من المحاليل التالية – كلٍ على حدة – محلول النشا ، محلول سكر اللاكتوز – محلول سكر الجلوكوز أو الفركتوز .

٢. أضيفي لكل أنبوب ٤مل من كاشف بندكت ورجي جيداً .
٣. سخني المزيج لدرجة الغليان مدة ٢-٣ دقائق ، واتركيها لتبرد قليلا ودوني ملاحظاتك والنتيجة .

الملاحظة والاستنتاج :

.....
.....
.....
.....

تجربة ٤ : الكشف عن السكريات الأحادية (بارفويد Parafoid)

مبدأ التجربة : في اختبار بارفويد Parafoid يمكن تمييز السكريات الأحادية عن السكريات الثنائية إذا تكوّن راسب أحمر بعد دقيقة إلى دقيقتين من تسخين مزيج المحلول السكري مع كاشف بارافويد . تعطي السكريات الثنائية هذا الاختبار بعد فترة طويلة من الغليان لمدة حوالي ١٠ دقائق أو أكثر وذلك نتيجة لتحللها مائياً إلى سكريات أحادية لذا يجب الانتباه لمدة التسخين .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – قطارة - محلول كاشف بارفويد – محلول سكر اللاكتوز – محلول سكر الجلوكوز أو الفركتوز

الخطوات :

١. خذي أنبوبتي اختبار زجاجية وأضيفي لها ١مل من المحاليل التالية – كلٍ على حدة – محلول سكر اللاكتوز – محلول سكر الجلوكوز أو الفركتوز .
٢. أضيفي لكل أنبوب ١مل من كاشف بارفويد ورجي جيداً .
٣. سخني المزيج على اللهب المباشر مدة دقيقة أو فوق حمام مائي مدة دقيقتين ، واتركيها لتبرد قليلا ودوني ملاحظاتك والنتيجة .

الملاحظة والاستنتاج :

.....
.....
.....
.....

الدهون (الليبيدات) Lipids

الدهون هي مجموعة من المركبات العضوية غير المتجانسة لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الأسيتون والكحول والإيثر والكلوروفورم والبنزين .

تعد الدهون مصدراً كبيراً للطاقة كما تعد مواداً واقية على سطح كثير من الكائنات الحية . تنقسم الدهون إلى ٣ أقسام هي :

١. **الدهون البسيطة (الليبيدات البسيطة) Simple Lipids :** وهي تضم نوعين الدهون (الشحوم) والشموع .
٢. **الدهون المركبة Compound Lipids :** ومن أهمها الدهون الفوسفاتية والسكرية والبروتينية .
٣. **الدهون المشتقة Derived lipids :** وهي تنتج من تحلل الدهون المركبة ، من أمثلتها الكوليسترول .

تجربة ١ : الكشف عن الدهون :

مبدأ التجربة : يتم التعرف على الزيت بشكل عام عن طريق البقعة الدهنية .

تجهيزات التجربة : ورق ترشيح – قطارة – مادة دهنية

الخطوات :

١. توضع كميه قليلة من المادة المادة الدهنية على ورقة ترشيح مبللة بالماء
٢. نترك ورقة الترشيح حتى تجف ، دوني ملاحظاتك والنتيجة .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

تجربة ٢ : التصبّن :

مبدأ التجربة : يتم تكوين الصابون من الدهون عن طريق تكوين الملح البوتاسيومي (مادة الصابون) كناتج تفاعل هيدروكسيد البوتاسيوم في وسط كحولي مع الأحماض الدهنية الموجودة في الزيت . تتكون رغوة عند إذابة مادة الصابون المتكونة في الماء .

تجهيزات التجربة : أنابيب اختبار – محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي ٢٠ % – مادة دهنية (زيت)

الخطوات :

١. ضعي ١مل من الدهن (الزيت) في أنبوبة اختبار
٢. أضيفي إلى أنبوبة الاختبار ٤ مل من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي ٢٠% مع الرج

٣. اغلي المزيج لمدة ٣٠-٤٠ دقيقة أوحتى يتبخر الكحول عن طريق إضافة ١٠ مل ماء وترك الأنبوبة لمدة ٥ دقائق على حمام مائي ، وبذلك تتم عملية التصبّن .

* يمكن التعرف على انتهاء عملية التصبّن عندما يصبح المحلول رائقاً وتنتهي بقع الزيت من القاع .

٤. أذيبي قليلاً من الصابون الناتج في أنبوب به ماء ورجّي الأنبوبة ، دوني ملاحظاتك والنتيجة .

الملاحظة والاستنتاج :

.....

.....

دليل الكواشف الكيميائية

محلول ننهيدرين Ninhydrin Solution : هو عبارة عن محلول مركب ٢,٢داي هيدروكسيدان- ١,٣دايون 2,2-Dihydroxyindane-1,3-dione
كاشف موليش Molisch's Detector : محلول ٥ % ألفا نفثول كحولي Alcoholic α-naphthol
ويتم تحضير ٥% ألفا نافثول كحولي بإضافة ٥ جم من الفا نافثول إلى لتر من الكحول الايثيلي ٩٠%
محلول اليود Iodine Solution (محلول لوغول Lugol's iodine solution): محلول ٣ % يوديد البوتاسيوم

ويتم تحضير محلول اليود بإذابة ١٠ جم من يوديد البوتاسيوم في ١٠٠ مل ماء مقطر ثم يضاف ٥ جم من اليود النقي ببطء . يُرشّح المحلول و يُحفظ المحلول في زجاجة معتمة محكمة الإغلاق . يمكن استعماله مدة شهر من تحضيره .

كاشف بندكت Benedict Detector : محلول بندكت خليط من كبريتات النحاس Copper Sulphate + بيكربونات الصوديوم Sodium Bicarbonate + سترات الصوديوم Sodium Citrate

المواد اللازمة لتحضير كاشف بندكت : ١.٣ جرام كبريتات نحاس لا مائية - ١٠ جرام كربونات الصوديوم لا مائية - ١٧.٣ جرام سترات الصوديوم - ٢٠٠ مل ماء مقطر - ٢ كأس زجاج

طريقة التحضير : تُذاب كربونات الصوديوم لا مائية وسترات الصوديوم في ١٠٠مل ماء مقطر في الكأس الأول - تُذاب كبريتات نحاس لا مائية في ١٠٠ مل ماء مقطر في الكأس الثاني - يُخلط المحلولين السابقين الأول و الثاني مع التسخين حتى يذوب - يُترك ليبرد ثم يُصفى بترشيحه ويتم حفظه
كاشف بارفويد Parafoid : يذاب ٣٣ جم من خلات النحاس في ٥٠٠ مل من حمض الخليك ١%

المراجع

كتاب أساسيات عامة في علم الفسيولوجيا د. رشدي فتوح عبد الفتاح

كتاب علم الحيوان العام د.محمود البنهاوي وآخرون

كتاب الوجيز في الكيمياء الحياتية د.ألبرت ل.لينجر ترجمة د.قصي عبد القادر الجلبي

كتاب مبادئ الكيمياء العملية د.أحمد مدحت سلام وآخرون

كتاب الكيمياء الحيوية العملية د.فريد شكري عطايا

كتاب أسس الكيمياء الحيوية د.نبيل عامر وآخرون

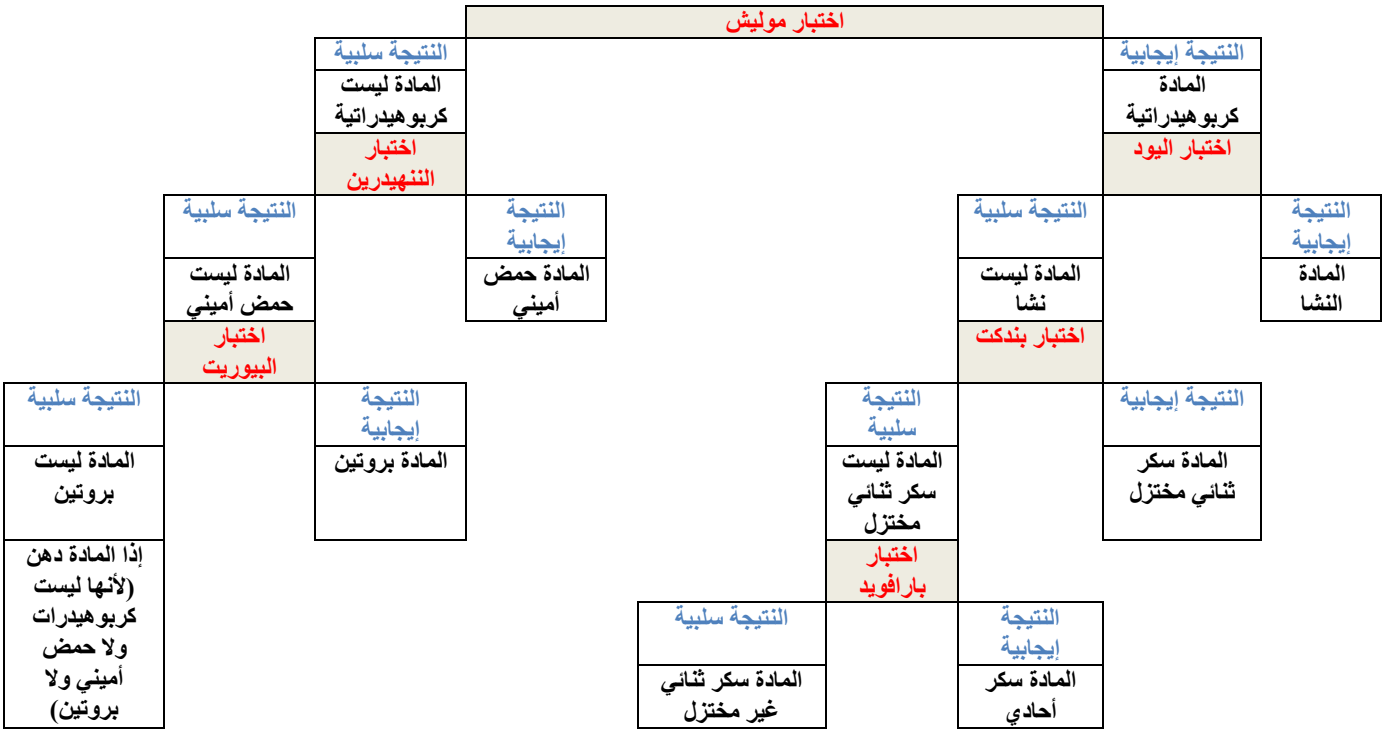
كتاب علم الخلية د.محمود البنهاوي وآخرون

كتاب أساسيات الكيمياء التحليلية د. إبراهيم زامل الزامل وآخرون

أسس الكيمياء الحيوية العملية د.خالد مصطفى أبو صلاح وآخرون

Basic Histology text & atlas , Luiz Carlos Junqueira et al

دليل الطالبة في الكشف عن المادة المجهولة



اختبار موليش Molisch

١. خذي أنبوب اختبار زجاجي وأضيفي لها ٢مل من المحلول .
٢. أضيفي للأنبوب ١مل من محلول ألفانفثول (كاشف موليش) ، رجّي الأنابيب جيداً .
٣. أضيفي للأنبوب ببطء واحتراس ٢مل من محلول حمض الكبريتيك المركّز على جانب الأنبوبة الداخلي.

اختبار النهيدرين Ninhydrin

١. خذي أنبوب اختبار زجاجي وأضيفي لها ١مل من المحلول .
٢. أضيفي للأنبوب ١ مل من محلول ننهيدرين ٠.١% .

اختبار البيوريت Biuret

١. خذي أنبوب اختبار زجاجي وأضيفي لها ٢مل من المحلول.
٢. أضيفي للأنبوب ١ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠% ، رجّي الأنبوبة .
٣. أضيفي للأنبوب ١ مل من محلول كبريتات النحاس ١% ، رجّي الأنبوبة .

اختبار اليود

١. خذي أنبوب اختبار زجاجي وأضيفي لها ٢مل من المحلول .
٢. أضيفي للأنبوب بضع قطرات من محلول اليود (يوديد البوتاسيوم) .

اختبار بندكت Benedict

١. خذي أنبوب اختبار زجاجي وأضيفي لها ١مل من المحلول ، أضيفي لكل أنبوب ٤مل من كاشف بندكت ورجي جيداً .
٢. سخني المزيج لدرجة الغليان مدة ٢-٣ دقائق ، واتركيها لتبرد قليلا ودوني ملاحظاتك والنتيجة .

اختبار بارافويد Parafoid

١. خذي أنبوبتي اختبار زجاجي وأضيفي لها ١مل من المحلول ، ثم أضيفي للأنبوب ١مل من كاشف بارافويد ورجي جيداً .
٢. سخني المزيج على اللهب المباشر مدة دقيقة أو فوق حمام مائي مدة دقيقتين ، واتركيها لتبرد قليلاً.