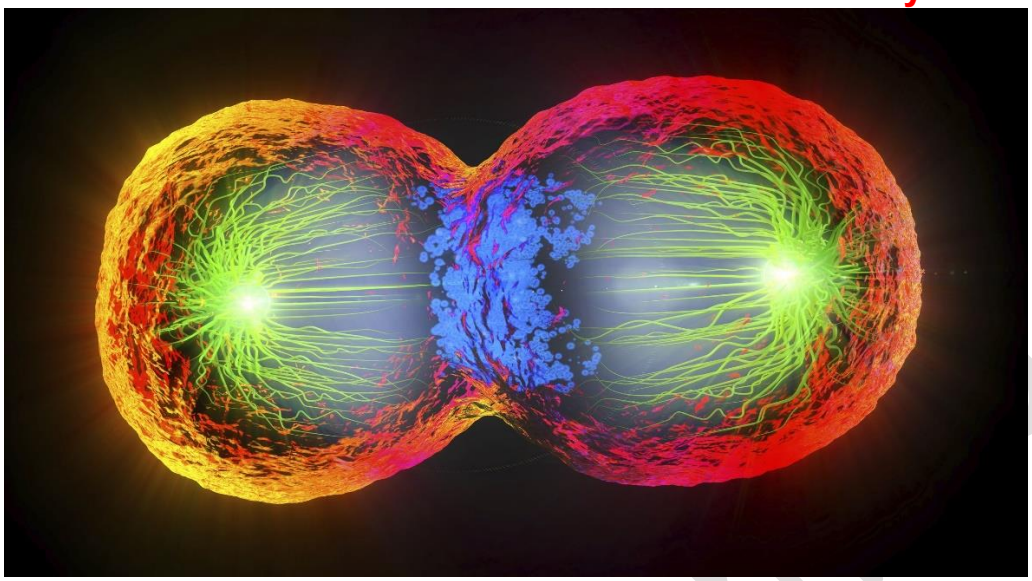


الانقسام اللاخيطي او المباشر: Amitosis or direct cell division

▪هذا النوع من الانقسام قليل الوجود ويحصل في خلايا مدة حياتها محدودة مثل خلايا الدم البيضاء , خلايا غضروفيه , وحيدات الخلية كالبراميسيوم والاميبا خلايا الاورام السرطانية , خلايا الفطريات المنقسمة بالتكاثر الخضري وانواع من البكتيريا.

ويبدأ هذا الانقسام باستطالة الخلايا في البكتيريا ثم التخصر في وسطها تدريجياً إلى أن يتم انقسامها إلى خليتين متماثلتين ويطلق على هذه العملية أيضاً اسم الانشطار Fission أو الانشطار البسيط Simple Fission

▪وغالباً ما يتكون غشاء مستعرض مزدوج داخل الخلية يمتد من حافتيها تدريجياً متجهاً نحو مركزها قبل أن يحدث التخصر, ثم يبدأ بعد ذلك ترسيب الجدر الفاصل بين طبقتي الغشاء ممتداً من الخارج تجاه المركز, ويتزامن مع هذا الانقسام المادة الوراثية

▪يتم هذا الانقسام على مرحلتين:

أ. مضاعفة المادة الوراثية (الكروموسومات) التي يليها انقسام النواه.

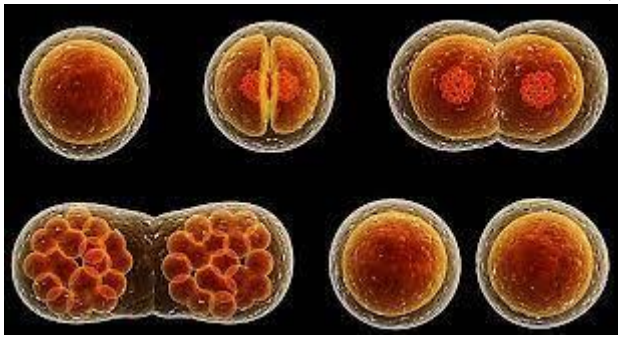
ب. انقسام السيتوبلازم بحيث يضيق في الوسط ثم ينشطر فينتج خليتين او كائنان يحتويانفس المادة الوراثية.

▪هذا الانقسام سريع جداً , فالبراميسيوم تنقسم خلال ساعتين وهي تنقسم عادةً مرتين في اليوم.

▪البكتيريا تستطيع ان تتكاثر كل نصف ساعه اذا توفر الغذاء ,الرطوبة ودرجة الحرارة الملائمة.

Dr.Atyaf Hani

▪كما موضح بالرسم الاتي.:



الانقسام الخيطي او غير المباشر: Mitosis or indirect cell division

▪هو الانقسام الشائع في الخلايا الجسمية للكائنات الحية حقيقة النواة Eukaryotic يؤدي إلى نمو النبات والحيوان والفطريات والطلائعيات Protista ويتم في دورة منتظمة في مراحل محددة هي:

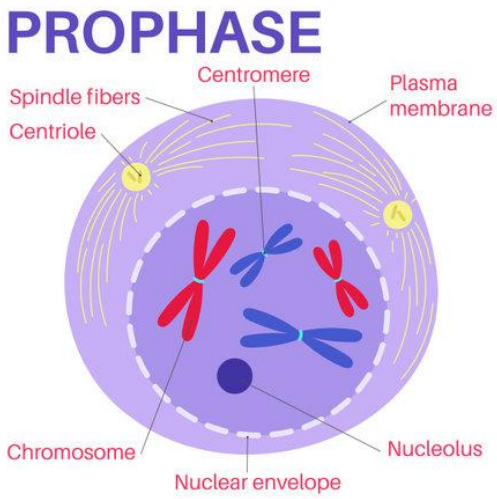
1. الطور التمهيديProphase
2. الطور الاستوائيMetaphase
3. الطور الانفصاليAnaphase
4.الطور النهائيTelophase

الطور التمهيدي Prophase

▪يتم تمهيد الخلية للانقسام وتتجمع المادة الوراثية وتأخذ الكروموسومات في الظهور في النواة ويغلظ، وتختفي النويات بالتدريج، ويختفي الغشاء النووي.

▪تتكون خيوط المغزل Spindle Fibers التي تكون المغزل Spindle الذي يتصل بالكروموسومات عند السنترومير المركزي Centeromere

▪الكروموسومات مضاعفة كل كروموسوم مكون من كروموتيدتين متماثلتان



Dr. Atyaf Hamed

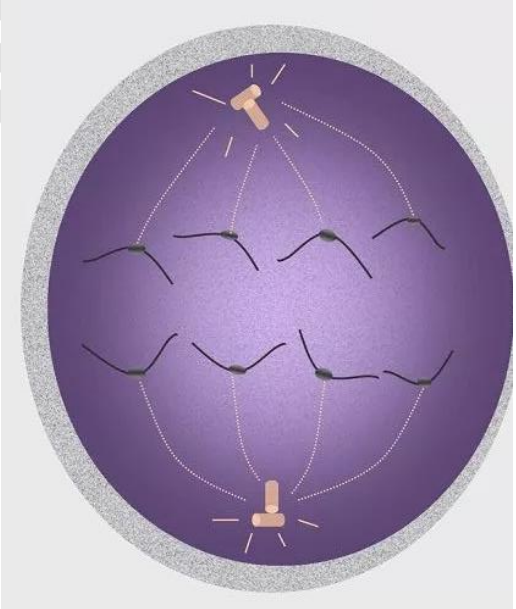
الطور الاستوائي Metaphase

▪حيث تتجه الكروموسومات إلى خط استواء الخلية Cell equatorial plane ويتصل كل واحد بخيط من خيوط المغزل من عند السنترومير Centromere

الطور الانفصالي Anaphase

▪حيث ينفلق السنترومير إلى نصفين وتنفصل كل كروماتيدة من الكروموسوم عن الاخرى.

▪الكروموتيدات المتماثلة تبتعد عن بعضها البعض وكل كروموسوم يتحرك نحو قطب أخر في الخلية بمساعدة خيوط المغزل يبدأ السايتوبلازم في التخصر والاختناق من المنتصف في الخلية الحيوانية، ويبدأ تكوين الصفيحة الوسطية Midell lanella وتتكون نواتان جديدتان.



Dr. Atyaf Humied

الطور النهائيTelophase :

الكروموسومات الجديدة تقصر وتزداد سمكاً . وينتج لدينا غشاء نواة جديد حولها ثم يبدأ الانقسام البلازمي اذ انه في مرحلة متأخرة تنقسم السيتوبلازما وينتج خليتين جديدتين

س/ ماهي اهمية الانقسام الخيطي ؟

1-يكون مسؤولاً عن تضاعف عدد الكروموسومات وتوزيعها بالتساوي على الخليتين الجديدتين.

2-يعمل على ابقاء حجم الخلية ضمن الحدود الطبيعية والمعقولة.

3-تتشابه الخلايا المنقسمة مع الخلايا الناتجة بالشكل والوظيفة وبذلك يساعد في عملية التجدد

4-يساعد في عملية نمو الاعضاء وتكوينها.

5-تتكاثر العديد من الخلايا تكاثراً لا جنسياً بواسطة الانقسام الخيطي.

6-يساعد في زيادة عدد الخلايا الجنسية التي تعاني في البداية انقساماً خيطياً لزيادة عددها

الانقسام الاختزالي: Meiosis or reduction division

يحدث هذا الانقسام في الخلايا الجنسية الموجودة في الغدد التناسلية)الخصى testes و المبايض ovaries وينتج عن هذا الانقسام خلايا حاوية على نصف العدد الاصلي من الكروموسومات .فعند التقاء الخلايا الذكرية)الحيامن(مع الخلايا الانثوية)البويضات(يكتمل العدد الاصلي للكروموسومات. وتتضمن عملية الانقسام الاختزالي انقسامين خلويين متعاقبين

اولاً: الانقسام الاختزالي الاول: Meiosis – I ويتضمن الاطوار الاتية:

1-الدور التمهيدي الاول : Prophase- I ويعد اطول طور في الانقسام الاختزالي وتتضاعف فيه كمية ال DNAويتضمن عدة ادوار ثانوية:

أ الدور القلادي او الخيطي: Leptotene -

Dr. Atyaf Hamied

تبدأ الكروموسومات في الظهور تدريجيا تحت الميكروسكوب الضوئي كأجسام طويلة long ، رفيعة slender، وتشبه الخيوط كما يتكون مريكزان ويتحرك كل منهما باتجاه احد قطبي الخلية.

ب الدور الازدواجي : Zygotene - تستمر الكروموسومات بالقصر والتثخن ويلاحظ ان كروموسومي كل زوج the homologous pairs يقتربان من بعضهما ويتجاوران بحيث ان محوريهما الطوليان يكونان متوازيان ، هذه العملية تعرف باسم الاقتران synapsis وعملية الاقتران هذه عملية دقيقة للغاية بمعنى ان الاقتران يتم بين النقط المتماثلة على طول الكروموسومين وتتم هذه العملية بثلاث طرق)الاقتران قبل النهائي والاقتران قبل المركزي والاقتران العشوائيRandom Synapsis

ج- الدور التغلظي : في هذه المرحلة يظهر بوضوح ان كل كروموسوم م- الكروموسومين المقترنين مكونا من كروماتيدتين فالكروموسومين المقترنيين يكونان وحدة ثنائية الكروموسوم bivalent ، وكل وحدة ثنائية الكروموسوم تحتوي بالتالي على كروماتيدات . وتتبادل الكروماتيدات غير الشقيقة في الوحدة الثنائية الكروموسوم بعض الاجزاء الكروماتيدية ، وتعرف هذه العملية باسم العبور السيتولوجي Cytological crossing- overويدل على حدوث عملية العبور هذه وجود شكل x والذي يعرف باسم التصالب

د -الدور التضاعفي : في هذه المرحلة يبتعد الكروموسومان المقترنان عن بعضهما فيما عدا - في منطقة التصالبات ، وفي هذه المرحلة كذلك فان الكروموسومات تستمر في القصر وفي الزيادة وفي السمك.

ر- الدور الحركي: وهي آخر مرحلة من مراحل الدور التمهيدي الاول وفيها تصل- الكروموسومات الى اقصر طول ممكن ، ويلاحظ ان الوحدات ثنائية الكروموسوم bivalentsتنتشر متباعدة عن بعضها داخل النواة وغالبا ما تقترب من غشاء النواةnuclear membrane وتبدأ التصالبات في عملية الانزلاق terminalizationوالتي هي عبارة عن حركة التصالبات الى الخارج نحو الاطراف السائبة للكروموسومات وذلك نتيجة لاستمرار عملية قصر الكروموسومات وفي هذه المرحلة كذلك تبدأ النوية nucleolus في الاختفاء وكذلك يبدأ غشاء النواة في التحلل والاختفاء ، ويبدأ المغزل في الظهور.

2-الطور الاستوائي : Metaphase-I تتحرك ازواج الكروموسومات **)الثنائيات والرباعيات(** نحو الصفيحة الاستوائية للمغزل بحيث يقع المركز الحركي لكل ثنائي على احد جانبيه وعلى مسافة متساوية من خط الاستواء ويرتبط كل جزء مركزي بليف مغزلي كروموسومي مرتبط بأحد القطبين.

3-الطور الانفصالي : Anaphase – I في هذا الطور ينفصل الكروموسومان المقترنان عن بعضهما تماما ، ويتحرك كل واحد منهما بكروماتيدتيه الى قطب مخالف للقطب الذي يتحرك اليه قرينه وتؤدي عملية الانفصال هذه الى اتمام عملية الانزلاق للتصالبات.

4-**الطور النهائي : Telophase- I** وصول الكروموسومات الى اقطاب المغزل يدل على نهاية طور الانفصال الاول وبداية الطور النهائي الاول ، وتختلف الكائنات الحية بالنسبة لهذا الطور ، ففي بعض الحالات يتكون غشاء النواة حول الكروموسومات وتظهر النوية مرة اخرى بجوار منطقة تنظيم النوية الخاصة بها ثم ينقسم السيتوبلازم وبذلك تتكون خليتان جديدتان تدخلان الطور البيني interphase الذي يستمر لفترة طويلة او فترة قصيرة

ثانياً: الانقسام الاختزالي الثاني : Moiosis -II ويتضمن مراحل مشابهه لتلك الموجودة في الانقسام الخيطي الاعتيادي وهذه المراحل هي:

Dr. Atyaf Hamed

1-**الطور التمهيدي الثاني** : **Prophase-II** وينقسم فيه المريكز مكوناً مريكزان ويهاجر كل منهما نحو احد قطبي الخلية ويبدأ تكون الخيوط المغزلية اذ تكون عمودية على اتجاه الخيوط المغزلية في الانقسام الاول ويبدأ الغلاف النووي والنوية بالاضمحلال ويتألف كل كروموسوم في هذا الطور من كروماتيدن مرتبطين ببعضهما بواسطة الجزء المركزي.

2-**الطور الاستوائي الثاني** : **Metaphase-II** تتحرك في هذا الطور مجموعة الكروموسومات الاحادية لتأخذ موقعها الجديد في الصفيحة الاستوائية وترتبط خيوط المغزل بالأجزاء المركزية لهذه الكروموسومات التي يتألف كل منها من كروماتيدين وعليه يمكن تمييز الطور الاستوائي الاول عن الثاني بسهولة اذ تكون الكروموسومات الطور الاستوائي مرتبة بشكل حزم من اربعة كروماتيدات **)بسبب وجود كروموسومين متماثلين في كل حزمة (** في حين تترتب الكروماتيدات في حزم من كروماتيدين **)بسبب وجود كروموسومات احادية(** في الطور الاستوائي الثاني.

3-الطور الانفصالي الثاني : **Anaphase-II** في هذا الطور ينقسم الجزء المركزي السنترومير(في كل كروموسوم ثم يبدأ كل من الكروماتيدين في الكروموسوم الواحد بالابتعاد عن الاخر متجهاً نحو احد القطبين بمساعدة خيوط المغزل التي تسحبه.

4-الطور النهائي الثاني : **Telophase II** بوصول الكروموسومات الى الاقطاب تبدأ في العودة الى صورتها التي توجد عليها في الدور البيني ، بمعنى انها تستطيل وتلتف حول بعضها ويتكون حولها الغشاء النووي ، وتعود النوية الى ظهور ، ثم ينقسم السيتوبلازم فاصلا كل نوية من الانوية الجديدة عن اخواتها وعليه يكون المجموع النهائي اربع خلايا ذات مجموعة كروموسومية احادية)في الانسان 23 كروموسوم(تتحول جميع الخلايا الناتجة في الخصية)الذكور(الى حيامن بينما في المبيض)الاناث(ستتحول خلية واحدة من الخلايا الاربعة الى بويضة فعالة ، اما الخلايا الثلاث الباقية فتتحول الى اجسام قطبية تضمحل فيما بعد.

س/ ما هي اهمية الانقسام الاختزالي ؟

1-اهم وظيفة يؤديها الانقسام الاختزالي عموما هي خفض عدد للكروموسومات الى النصف في الكاميتات الناتجة مما يضمن ثبات عدد الكروموسومات في النوع الواحد في الاجيال التالية ، فنتيجة للانقسام الاختزالي نحصل على 4 نوايا احادية monoploid or hiploid من نواة واحدة ثنائية diploid ، وبذلك يعادل تأثير مضاعفة عدد الكروموسومات الناتجة من عملية اتحاد الكاميتات عند الاخصاب.

2-تؤدي عملية التعابر الى تكوين كروموسومات جديدة مختلفة عن الاولى وعليه تظهر صفات جديده في الافراد الناتجة من اتحاد خلايا جنسية حاوية على مثل هذه الكروموسومات.

البروتوبلازم وطبيعته الفيزيائية والكيميائية:

البروتوبلازم: Protoplasm هو مادة الحياة الموجودة في خلية الحيوان أو النبات ، وهو مركب من عدة مواد منها الماء والأملاح وغيرها من المواد العضوية. ويختلف تركيب البروتوبلازم من حيوان لآخر بل إنه يختلف في تركيبه الكيميائي وصفاته الفسيولوجية والبيولوجية في نفس الحيوان من عضو لآخر. ولكن توجد مكونات أساسية تتواجد في كل أنواع البروتوبلازم. والواقع أن أغلب هذه الاختلافات تظهر نتيجة لطريقة ووقت أخذ البروتوبلازم وتجهيزه للفحص، لأن البروتوبلازم في أي كائن حي يكون عرضة للتغيير المستمر كنتيجة لقيامه بعدة عمليات حيوية مستمر كعمليات إنتاج الطاقة والتمثيل التي تجري طوال حياة الحيوان ، فيما عدا بناء الأنسجة التي تتم في أوقات مبكرة من عمر الحيوان.

الطبيعة الفيزيائية للبروتوبلازم : البروتوبلازم مادة شفافة ، لزجة ، يغلب عليها اللون الرمادي موصلة للكهرباء وخواصه الطبيعية توصف بعدة أوصاف ؛ فهو محبب أو غروي أو مستحلب أو قد يرى فيه خيوط وألياف وذو مادة قابلة على التقلص وتظهر الحركة البراونية والاميبية والانسيابية.

Dr. Aiyat Hamad

وهنالك نظريات عديدة للتعبير عن المظهر الفيزيائي للبروتوبلازم ويمكن تقسيمها الى:

أ النظريات القديمة Old Theories - ومنها:

1-**النظرية الحويصلية** : **Alveolar Theory** وصفها العالم1892 Butschli وتنص على ان البروتوبلازم مكون من فقاعات او حويصلات من سائل قليل الكثافة وتنتشر داخل سائل اكثر كثافة منها ويشبه الى حد كبير الرغوة او المحلول المستحلب.

2-**النظرية الحبيبية** : **Granular Theory** اقترحها العالم1893 Altmann وتنص على ان البروتوبلازم مكون من حبيبات دقيقة عديدة موزعة بشكل منتظم في وسط سائل متجانس.

3-**النظرية الليفية** : **Fibrillar Theory** اقترحها العالم 1894 Fisher و 1897 Flemmingوتنص على ان البروتوبلازم مكون من ليفات دقيقة عديدة او تراكيب خيطية مبعثرة في وسط سائل.

4-**النظرية الشبكية** : **Reticular Theory** اكتشفت من قبل كلاً من العالمHastein و Klein و Carnoyوتنص على ان البروتوبلازم مكون من ليفات دقيقة عديدة تتشابك مع بعضها لتكون شبكة في وسط سائل. ان جميع هذه النظريات تؤكد ان للبروتوبلازم مظهراً ثابتاً وهذا خلاف ما يؤكده العلم حالياً اذ ان البروتوبلازم يستطيع ان يتحول من حالة الى اخرى.

ب النظرية الغروية الحديثة : **Modern Colloid Theory** - وتنص على ان البروتوبلازم مكون من نظام غروي ذي طبيعية فيزيائية متعددة يتكون من مادة اساسية سائلة تحتوي دقائق حبيبية كروية صلبة او شبه صلبة بصورة عالقة ويتراوح قطر هذه الدقائق 1,1 1,111 m مايكرون(. لذا فهي من جهة غير ذائبة في المادة الاساسية μ) ولا تستطيع تكوين محلول حقيقي ومن جهة اخرى تستطيع ان تترسب وعليه تبقى عالقة في المادة الاساس مكونة بذلك نظام غرواني . وتوجد عوامل تؤثر في طبيعة البروتوبلازم كدرجة الحرارة والضغط الجوي والاس الهيدروجيني اذ تستطيع ان تحول الحالة السائلة الى غروية وبالعكس.

التركيب الكيميائي للبروتوبلازم: يوجد تشابه في التركيب الكيميائي للبروتوبلازم في مختلف الكائنات الحيوانية ومن مكوناته

العناصر : **Elements** تحتوي هذه المادة على ما يقرب من 31 عنصراً موزعة كالتالي:

1-المجموعة الأولى: وهي الكربون C ، والأكسجين O ، و الهيدروجين H ، والنيتروجين N وتمثل 96 %.

2-المجموعة الثانية : وتسمى عناصر الوفرة الكبرى وهي الفسفور P ، البوتاسيوم K ، الكالسيوم Ca ، والمغنيسيوم Mg ، والكبريت . S وتمثل 5 1,1 % من المادة الحية. -

3- المجموعة الثالثة : وتسمى مجموعة العناصر الصغرى وهي عبارة عن 21 عنصراً - مهماً قد يؤدي نقصها أو غيابها إلى اضطرابات فسيولوجية أو الموت . ومن أمثلتها الحديد Fe، الألومنيوم Al ، الصوديوم Na ، البورون B ، الكلور Cl ، الزنك Zn ، السيليكون Si ، المنجنيز Mn .

المركبات غير العضوية : **Inorganic Compounds** هي عبارة عن مواد بسيطة غير معقدةالتركيب... من أ صل معدني، يحصل عليها الكائن الحي عن طريق التغذية، من أهما الماء والأملاح المعدنية.

الماء: Water

من أهم المركبات غير العضوية التي تدخل في تركيب الخلية، وتتراوح نسبته بين) 5 إلى 95) %من كتلة الخلية، وذلك اعتمادا على نوعها .و يتميز الماء بالخصائص التالية:

1.يعد مذيبا جيدا للأملاح، فيساعد على تأينها، مما يوفر وسطاً ملائماً للتفاعلات الكيميائية داخل الخلية.

2.يساعد في نقل المواد داخل الخلية وخارجها، وبذلك تتمكن الخلايا من التخلص من فضلاتها، والحصول على حاجتها من المواد المختلفة من محيطها الخارجي.

Dr. Ayat Hamied

3.يشكل عاملاً رئيسيا في ليونة ومرونة الجسم.
4.يحتفظ بحرارة نوعية عالية مما يكسبه القدرة على امتصاص الحرارة الناتجة عن التفاعلات الحيوية في الخلية، وهذا يساعد في تنظيم درجة الحرارة

الأملاح المعدنية: Inorganic Salts
تحتوي الخلايا الحية على أملاح معدنية تتراوح نسبتها (1 إلى 5)% من كتلة الخلية، وقد تكون على شكل أيونات ذائبة في الماء داخل الخلية، مثل: أيونات الصوديوم، والبوتاسيوم، والكلور، والنترات .و تلعب الأملاح أدوارا مهمة في الخلايا الحية منها:
1.تدخل في تركيب بعض أجزاء الخلية، فمثلا يدخل الفوسفات في تركيب الغشاء البلازمي، ويدخل أيون النترات في تركيب حموضها النووية.
2.تدخل في تركيب بعض الأنسجة، فمثلا يدخل الكالسيوم والفسفور في تركيب العظام.
3.تساهم في بناء المركبات الكيميائية، فمثلا يدخل النيتروجين في تركيب بروتينات الخلية، ويدخل الحديد في تركيب هيموغلوبين الدم.
4.تنظيم الضغط الازموزي في الجسم.
5.تساهم في عمل بعض الأجهزة، فمثلا الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم تدخل في عمل الجهازين العصبي والعضلي.
الغازات : Gases يعتبر غاز الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون من اهم الغازات التي توجد في البروتوبلازم يقوم الاول بأكسدة الجزيئات المعقدة لتحرير الطاقة في حين يكون الثاني ناتج عرضي لعمليات الاكسدة.
المركبات العضوية : Organic Compounds هي عبارة عن مواد كيميائية معقدة تتكون بشكل رئيس من عنصري الكربون والهيدروجين، وقد يضاف إليها عناصر أخرى، مثل :الأوكسجين، والنيتروجين، وسميت عضوية نسبة إلى تواجدها في الكائنات الحية، أو لآنها تكونت في كائنات حية. تحتوي الخلايا الحية على مئات المركبات العضوية التي يمكن تصنيفها إلى أربع أنواع رئيسة هي:
1.الكربوهيدرات.
2.الليبيدات.
3.البروتينات.
4.الحموض النووية.

السكريات اوالكربوهيدراتCarbohydrates
تتكون من ثلاث أنواع من العناصر، هي: الكربون، والهيدروجين، والأوكسجين بنسبة1:2:1على التوالي، ونسبة الهيدروجين إلى الأكسجين تكون كنسبتها في الماء، أي بنسبة 2 هيدروجين، 1 أكسجين وبناء على ذلك فإن الصيغة العامة للكربوهيدرات هي$(CH_2O)_n$:،حيث أن n عدد صحيح.
و تصنف الكربوهيدرات إلى ثلاث أنواع، هي: سكريات احادية وسكريات ثنائية وسكريات متعددة.
أهمية الكربوهيدرات الحيوية:
1.مصدر مهم من مصادر الطاقة في الخلية، وتعد المصدر المباشر للطاقة.
2.تستخدم في إنتاج غيرها من المواد العضوية في الخلية، فمثلا يشكل الكليسر ألدهايد الأساس لجميع المركبات العضوية، مثل: الاحماض الأمينية، والاحماض الدهنية.
3.تدخل في تركيب بعض أجزاء الخلية كما في البروتينات السكرية، والليبيدات السكرية، التي تدخل في تركيب الغشاء البلازمي.

Dr. Atyaf Hamed

4.تشكل لبنات أساسية في بناء غيرها من المواد الطبيعية في الخلية، فمثلا يدخل الرايبوز في تكوين RNA .

الدهون: Lipids

هي عبارة عن مركبات عضوية قوامها صلب)شحمي(أو سائل)زيتي(، تتكون من العناصر ذاتها التي تكون الكربوهيدرات)كربون، وهيدروجين، وأكسجين(. إلا أن نسبة الهيدروجين فيها أعلى، وبالتالي فإنها تحتوي كمية أكبر من الطاقة.

اهمية الدهون:

1-تعتبر كمصدر لتكوين الطاقة.
2-تعتبر كمدخرات غذائية كما في الانسجة الدهنية.
3-تدخل في تركيب الاغشية الخلوية على هيئة دهون مفسفرة.
4-للستيرويدات اهمية كبيرة في بعض مظاهر الايض.
5-الدهون والسكريات قابلة للتحول فيما بينها.

البروتينات : Proteins وتبلغ نسبتها 15 % من وزن البروتوبلازم وتعد أكثر تعقيدا من الكربوهيدرات والدهون، وتلعب أدوار اً مهمة من حيث البناء والتنظيم في خلايا الكائن الحي، ويعطي الغرام الواحد من البروتين 4 كيلوكالروي من الطاقة، والبروتينات بوليمر يتكون من وحدات أساسية تسمى الاحماض الأمينية، وهناك عشرون حمض اً أميني اً مختلفاً، ويتركب الحامض الأميني من عناصر الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، بالإضافة إلى عنصر النيتروجين. و الاحماض الأمينية نوعان من حيث المصدر:

1.الاحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids ولا تستطيع خلايا الجسم بنائها، أو إنتاجها بكمية كافية، لذا لا بد الحصول عليها من الطعام. والاحماض الأمينية الأساسية متوافرة في البروتين الحيواني أكثر من البروتين النباتي، لذا كان البروتين الحيواني ذا قيمة غذائية أكبر من البروتين النباتي.
2.الاحماض الأمينية غير الأساسية، Non-Essential amino acidsوتستطيع خلايا الجسم بناءها.

ويمكن تقسيم البروتينات الى:

1-**بروتينات بسيطة : Simple proteins** وهي تلك البروتينات التي عند تحللها تعطي الاحماض الامينية فقط ومن امثلتها زلال البيض والكلوبيولين ومولد الالياف في الدم والمايوسين في الخلايا العضلية والهستونات.

2-**البروتينات المركبة او المقترنة : Conjugated or compound proteins** وهي عبارة عن بروتينات بسيطة مقترنة بمركبات كيميائية غير بروتينية ومن امثلتها الهيموغلوبين في الدم والكازين في الحليب والمايوسين في اللعاب والنيوكلين في نوى الخلايا.

Dr. Atyaf Hamed