الكيمياء الحيوية

تعريف الأحماض الأمينية

الكيمياء الحيوية هي علم دراسة التركيب الكيميائي للكائنات الحية والتفاعلات بين المواد الكيميائية المسئولة عن دوام الحياة، ومن ضمن الوحدات البنائية الأساسية للحياة مجموعة من المركبات العضوية تُعرف باسم الأحماض الأمينية، وترتُبط الأحماض الأمينية معا في جزيئات من البوليمرات القصيرة تُعرف باسم (الليبيدات) أو جزيئات من سلاسل بوليمرات أطول تسمى (البولي الليبيدات) والتي تتكون من عدة مئات من جزيئات الحمض الأميني.

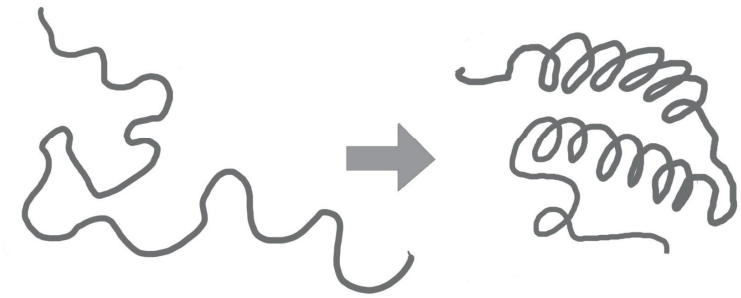
وأحد أشهر البولي الليبيدات التي تلعب دورا مهماً في علم الأحياء هي الجزيئات البروتينية. وتساعد الأحماض الأمينية أيضا في وظائف أخرى مثل عملية التمثيل الغذائي وعلم الأعصاب، وبالتالي فإن الأحماض الأمينية جزء مهم من النظام الغذائي لأي حيوان. وللأحماض الأمينية تطبيقات في التكنولوچيا أيضا بما في ذلك الهندسة الكيميائية.

البروتينات

هي جزيئات من البولي الليبيدات مكونة من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية المرتُبطة معا، وهي مكونة من أحماض أمينية أساسية قام الكائن الحي بهضمها وتجميعها طبقا للتعليمات المرمزة في حمضه النووي، والأنواع المختلفة من البروتينات الناتجة تكون الأنواع المختلفة من النسيج الذي يؤدي وظائف عدة للكائن الحي.

وتتحدد خصائص البروتين من خلال عدد من العوامل التي تصف بنيته، وتُعرف متسلسلة الأحماض الأمينية التي تشكُّل البروتين بأنها "البنية الأساسية" له، والجزيء الناتج يلتف حول نفسه مثل أسلاك التليفون – ويسمى شكل هذا الالتفاف باسم "البنية الثانوية". أما الشكل الكلي ثلاثي الأبعاد للالتفاف الناتج فيسمى "البنية الثلاثية" والعملية التي يكتسب فيها الجزيء بنيته ثلاثية الأبعاد تسمى "طيّ البروتين"، ويمكن

للتفاعل بين عدد من جزيئات البروتين تكوين نوع بنية أخير يسمى "البنية الرباعية ". ويطلق على مجال دراسة البروتينات ودورها في الخلايا الحية اسم "البروتيوميات".



الإنزيمات

الإنزيم هو نوع خاص من البروتين يعمل كمحفز لتسريع معدل التفاعلات الكيميائية الحيوية. والإنزيمات - شأنها كشأن البروتينات الأخرى في الكائن الحي- تُصنعَّ طبقا للتعليمات الموجودة في الحمض النووي (الدنّا)؛ مما يُمكِّن الحمض النووي من صُنع مختلف أنواع الخلايا التي تخدم أغراضًا كيميائية حيوية مختلفة، من خلال التركيزات المختلفة للإنزيمات.

الإنزيمات مهمة لعدة عمليات حيوية مهمة مثل:هضم المواد الغذائية، وحركة العضلات وفي انتقال الإشارات الكيميائية خلال الخلايا. وتؤثر التغيرات الحادثة في الحامضية.

وكذلك درجة الحرارة على نشاط إنزيمات معينة فيما يُعرف بعملية "تثبيط الإنزيمات".

وتتم تسمية الإنزيمات بإضافة اللاحقة (ase) إلى المادة التي تعمل عليها هذه الإنزيمات؛ على سبيل المثال اللاكتوز (Lactose) يتم تفكيكه بواسطة إنزيم لاكتاز (Lactase).

والإنزيمات ليست محصورة في الأحياء الطبيعية فهي تستخدم أيضا في التطبيقات التكنولوچية، مثل مساحيق الغسيل الحيوية، حيث تساعد على زيادة معدل التفاعلات الكيميائية التي تدخل في تفكيك البقع التي تسببها مواد حيوية مثل الدهون والدم والصبغات النباتية.

الكربوهيدرات

الكربوهيدرات هي مركبات عضوية تتكون من جزيئات كربون مرتُبطة بجزيئات ماء وتشمل السكريات والنشويات، وتستخدم الكائنات الكربوهيدرات أساسا كمصدر طاقة، إلا أن لها دورًا في عمليات الخلايا ومهمة في بنية النباتات والأصداف الصلبة لبعض الحيوانات اللافقارية.

غالبا ما تحمل الكربوهيدرات اللاحقة (ose)، فعلى سبيل المثال، أبسط الكربوهيدرات هي السكريات مثل السكروز (sucrose)، والفركتوز (Fructose) الجلوكوز (glucose).

وترتُبط السكريات معا لتكوين جزيئات أكبر تسمى (السكريات العديدة) التي بدورها تكون "الكربوهيدرات المعقدة" مثل النشويات والچيليكوچين التي تستخدمها الكائنات الحية في تخزين الطاقة.

وعلى الرغم من انتشار الأنظمة الغذائية منخفضة الكربوهيدرات، إلا أن معظم خبراء علم التغذية ينصحون بأن يحصل البالغون على معظم الطاقة الغذائية من الكربوهيدرات المعقدة، من خلال تناول مواد غذائية مثل المكرونة والبطاطس والخبز.

الليبيدات

هناك مجموعة أخرى من المركبات العضوية المهمة لإنتاج الطاقة وتخزينها للكائنات الحية، هذا المجموعة هي الدهون، وهي جزء من مجموعة أوسع من الجزيئات تُعرف باسم الليبيدات والتي تضم أيضا الشمع، والستيرويد مثل الكوليسترول وأنواع معينة من الفيتامينات التي يمكنها تكوين محاليل في الدهون والليبيدات مثلها مثل الكربوهيدرات في أنها أحد مكونات أغشية الخلية وأنها مهمة لإنتاج الطاقة وتخزينها- ومهمة أيضا من أجل معالجة الإشارات الكيميائية التي تساعد الخلايا الحيوية في أداء وظائفها.

والليبيدات المبنية على الدهون هي أحد العناصر المغذية المهمة في النظام الغذائي للإنسان، فهي تقوم بإذابة مجموعات الفيتامين التي لا تذوب إلا في الدهون وهي: فيتامين A وD وE وK.

وفي الوقت نفسه، من المعتقد أن هناك أحماض دهنية معينة مثل أوميجا-3 لها خصائص مميزة لها مفيدة في مقاومة الأمراض إلا إنه تم إثبات أن إفراط امتصاص الدهون المشبعة (ولاسيما الدهون الحيوانية)، وتلك الدهون التي يطلق عليها "الدهون المتحولة" (مثل الزيوت النباتية المهدرجة جزئيا التي يضاف إليها الهيدروچين لزيادة صلاحيتها عند التخزين) يؤدي إلى ارتفاع خطر الإصابة بأمراض القلب.

المغذيات

هي مواد كيميائية عضوية ضرورية لحفظ حياة الكائنات الحية، فهي تمد الكائنات الحية بالطاقة والمواد اللازمة لإصلاح النسيج التالف، بالإضافة إلى المواد الكيميائية المطلوبة للعمليات الحيوية. وتحتاج الحيوانات، بما فيها البشر إلى ثلاثة أنواع رئيسة من المواد الغذائية -البروتينات والكربوهيدرات و(الدهون ويتم تزويد الجسم بتلك المواد من خلال الڤيتامينات المختلفة - وهي مواد كيميائية تعزز من صحة العظام والجلد والرؤية والجهاز العصبي - بالإضافة إلى المعادن مثل الحديد ؛ العنصر الأساسي في تكوين خلايا الدم الحمراء اللازمة لنقل الأكسچين حول الجسم. البروتينات والكربوهيدرات والدهون أمثلة للمغذيات الكبيرة-وهي مواد كيميائية لازمة بكميات كبيرة - بينما الفيتامينات والمعادن التي يطلق عليها "المغذيات الدقيقة" لا يلزم منها إلا كميات قليلة.

الأيض

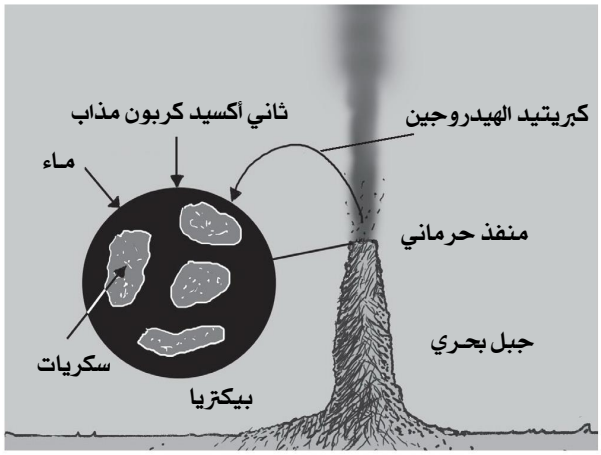
الأيض في الكائن الحي هو مجموعة من العمليات الكيميائية من خلالها يتم امتصاص الطاقة من المواد الغذائية التي تستهلكها، ثم تستخدم هذه الطاقة في الوظائف الحيوية الأساسية وتستخدم لنمو خلايا جديدة. والأيض محكوم بالإنزيمات.

فالمجموعة المحددة من الإنزيمات التي يمتلكها الكائن الحي هي ما يحدد المسارات الكيميائية الأكثر فعالية - والتي تُعرف باسم مسار الأيض - لإنتاج الطاقة واستخدامها. ويتكون مسار الأيض من سلسلة من التفاعلات الكيميائية يتم تسريع كل منها من خلال محفز إنزيم معين، وبهذه الطريقة فإن مجموعة الإنزيمات المحددة التي يتصرف بها الكائن الحي تقوم بتحديد أي الأطعمة مغذي للجسم وأيها سام.

يشار إلى مسارات الأيض التي تفكك الجزيئات من أجل هضم الطعام على سبيل المثال باسم "الأيض الهدّام"، بينما المسارات التي تقوم بتصنيع جزيئات جديدة - مثل البروتينات والمكونات الأخرى للخلية تُعرف باسم "الأيض البنائي".

ويتطلب الأيض مصدرًا للطاقة يكون خاص به حتى يحدث، وهذا المصدر هو الشخص الذي له معدل أيض أساسي (BMR) عادي - ما يُعرف باختصار باسم أيض سريع- يمكنه تناول طعام أكثر من الشخص الذي له معدل أيض أساسي منخفض دون أن يزداد وزنًا.

التمثيل الكيميائي



$$6CO_2 + 6H_2O + 3H_2S \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 3H_2SO_4$$

ثاني أكسيد كربون + ماء + كبريتيد هيدروجين → سكر + مركبات كبريت

في حين تستمد الحيوانات الطاقة والمغذيات من هضم المركبات العضوية، وتصنع النباتات غذاءها من خلال عملية البناء الضوئي، هناك بعض الكائنات الدقيقة تستخدم طريقة ثالثة تحت تصرفها ألا وهي التمثيل الكيميائي.

هذه الكائنات الدقيقة- المعروفة باسم" الكائنات الكيميائية - التغذية " لها القدرة على هضم المركبات الكيميائية غير العضوية وتحويلها إلى مركبات عضوية من خلال تفاعلات الأكسدة الكيميائية.

تستوطن الكائنات الكيميائية - التغذية البيئات التي يكون فيها ضوء الشمس الطبيعي قليلًا أو مادة عضوية تتغذى عليها مثل الأعماق السحيقة للمحيطات، حيث توجد منفثات الحرمائية في أعماق البحار والتي تمثل مصدرًا للمواد الكيميائية غير العضوية مثل كبريتيد الهيدروچين لإبقاء البكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية على قيد الحياة.

الطاقة الحيوية

يطلق على العلم الذي يدرس الطاقة التي تسري في الكائنات الحية اسم الطاقة الحيوية، وهو يتضمن حسابات ميزانية طاقة الكائن الحي وموازنة الطاقة التي يمتصها – من الغذاء أو ضوء الشمس–مع إنفاق الطاقة من ناحية الأيض، والنمو، والمخلفات، والفقد في الحرارة.

تقوم الكائنات الحية بتخزين الطاقة من خلال الروابط الكيميائية بين المواد الكيميائية المكونة لها، وعندما يعاد ترتيب الذرات والجزيئات المرتُبطة ارتُباطا ضعيفا بحيث تصبح مركبات كيميائية ذات ارتُباط أقوى، فإن الطاقة الزائدة في هذه الروابط يمكن إطلاقها واستخدامها فيما بعد عن طريق كسر الروابط. في الجسم، الجزيء الأساسي الذي يخدم هذا الغرض هو ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP).

المستقبلات

على غرار أجهزة الاستقبال اللاسلكية في الكيمياء الحيوية فإن المستقبلات هي جزيئات تتواجد على الخلايا من الخارج وتصنع روابط مع المواد الكيميائية الأخرى.

وتقوم المواد الكيميائية الأخرى بدور، رسول فهي تغير الخواص الكيميائية للمستقبل، وتقوم بدورها بتوليد استجابة في الخلية.

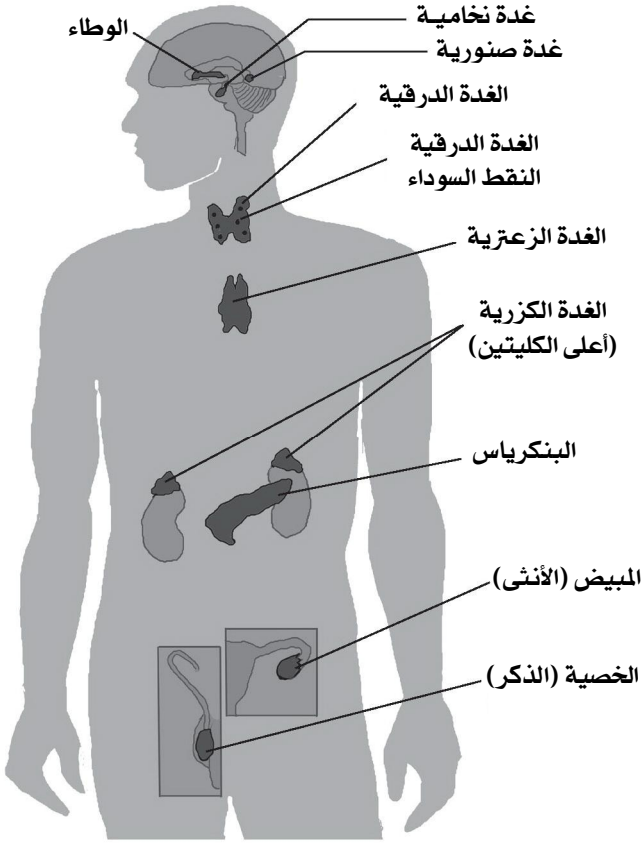
والمستقبلات هي بروتينات موجودة في الغشاء البلازمي الخارجي للخلية وكل مستقبل معد للاستجابة إلى نوع معين من المرسلات الكيميائية، قد تكون مواد كيميائية أنتجتها أجزاء أخرى من الكائن الحي مثل الهرمونات أو النواقل العصبية ، أو قد تكون مواد كيميائية تمت هندستها وتصميمها بحيث يكون لها تأثير نافع على الخلية – أو حتى تأثير ضار

أحيانا يطلق على المواد الكيميائية التي ترتُبط بالمستقبل اسم "الربيطات"؛ وهي تغير البنية ثلاثية الأبعاد لبروتين المستقبل، وهذا هو ما يُحدث استجابة الخلية لوصول الربيطة. وعادة تكون الاستجابة عبارة عن عملية كيميائية ثانوية داخل الخلية.

الهرمونات

الهرمونات هي رسل كيميائية تحمل الإشارات من أحد أجزاء الكائن الحي إلى جزء آخر، وتقوم بتنظيم كل شيء بدءً من مزاجك العصبي وحتى إخبارك عندما تكون جائعا.

تعمل الهرمونات من خلال الارتُباط يالمستقبلات داخل الخلية؛ على سبيل المثال عندما ترتُبط المستقبلات في خلايا الكبد أو العضلات بهرمون الإنسولين فإنها تحفز الخلايا على امتصاص جلوكوز الكربوهيدرات من مجرى الدم وتخزين طاقته في صورة جزيء جليكوجين.



يمكن للهرمونات أما أن تنتقل من خلال الدم (تُعرف باسم الغدد الصماء) أو من خلال شبكة مخصصة من القنوات – وتسمى غدد خارجية الإفراز. بعض الهرمونات تحمل رسائل داخل الخلايا ويطلق عليها "هرمونات داخلية".

وتتكون الغدد من مجموعات متخصصة من الخلايا المنتجة للهرمونات، ومن ضمن أمثلة هذه الغدد الغدة الدرقية التي تنتج الثيروكسين -الذي يتحكم في الأيض، والغدة الكظرية المسئولة عن إنتاج هرمومات الإجهاد مثل الإبينفرين الذي يزيد من أداء الجسم في أوقات الطلب المتزايد. جميع الكائنات الحية الكبيرة مثل النباتات والحيوانات لها نظام هرموني.

التوازن

يتطلب الحفاظ على العمليات الأساسية اللازمة لوجود حياة، تنظيما دقيقا للأوضاع داخل الكائن الحي، لضمان بقاء العوامل مثل الحرارة والتركيب الكيميائي داخل الحدود المقبولة.

يطلق على عملية تنظيم هذه العوامل اسم التوازن.

التعرق واللهاث لتنظيم درجة الحرارة يمثلان طريقة عمل التوازن.

وبالمثل فإن العمليات الكيميائية التي تسيطر على الاتزان الكيميائي للخلايا؛ على سبيل المثال يتحكم تنظيم التناضح في إتزان الموائع والأملاح في الخلايا الحيوانية من خلال عملية التناضح وفي الوقت نفسه تقوم الكليتان بترشيح نواتج البقايا الكيميائية من الجسم واستخراجه في صورة بول.

هناك عمليات أخرى مثل ضبط جلوكوز الدم، وامتصاص الغذاء، وحامضية الخلايا، وعمليات جهاز المناعة، وتحكم الهرمونات عمليات التوازن الحيوي كلها تقريبا.

التنفس

التنفس هو الاسم الذي يطلق على مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلايا لتحويل الطاقة الكيميائية الحيوية من المغذيات الموجودة في الأطعمة إلى جزيئات ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP). ، ويمكن لجزيء ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) أن ينتقل حول الجسم بعد ذلك وأن يُستغل حيثما تكون الطاقة مطلوبة في وقت لاحق.

للتنفس شكلان: تنفس هوائي يتضمن الأكسجين، وفيه تخضع المغذيات مثل الأحماض الأمينية من البروتين بالإضافة إلى الكربوهيدرات والليبيدات إلى تفاعلات أكسدة لتكوين ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP).

وعند احتياج طاقة يتفاعل ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) مع الماء، ويقوم بتكسير الروابط الكيميائية لتكوين أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) ويطلق طاقة الرابطة.

من ناحية أخرى هناك التنفس اللاهوائي الذي يولد ثلاثي فوسفات الأدينوسين (دون إدخال أكسجين في عملية يطلق عليها (التخمر)، وهو نوع يحدث في العضلات البشرية

عندما يكون الأكسچين في الدم غير كاف–على سبيل المثال خلال التمرينات الرياضية المضنية للغاية مثل الركض.

مرة أخرى يتم تحويل سكريات الدم إلى ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)، لكن هذه المرة يظهر ناتج جانبي - حمض اللاكتيك، هو الحمض الذي ينتج إحساس الحرقان المألوف في العضلات التي تعرضت لنشاط مفرط.

بيولوجيا الخلية

الخلايا

الخلية هي الوحدة الأساسية لجميع الكائنات الحية، وتحتوي أجسام الحيوانات والنباتات الكبيرة على تريليونات من الخلايا، وتسمى هذه الكائنات باسم الكائنات متعددة الخلايا، بينما هناك كائنات حية أخرى– مثل البكتيريا– تتكون من خلية واحدة، ويطلق عليها كائنات وحيدة الخلية.

تتكون الخلايا من مادة بروتينية، وهي تمثل الآلات الأساسية في علم الأحياء، حيث تتم فيها جميع العمليات المسئولة عن بقاء الحياة مثل: إنتاج الطاقة، ونمو الأنسجة، والتوازن، وإنتاج الهرمونات. ولكل نوع من الخلايا وظيفة معينة تحددها مجموعة الإنزيمات داخل الخلية والتي تؤثر على معدل تفاعلات كيميائية حيوية معينة.

وتأتى الخلايا في نوعين أساسيين هما: بدائيات النواة وحقيقيات النواة، بالإضافة إلى المكونات المنفردة في الخلايا والتي يطلق عليها "عضيات الخلية".

وقد طرح عالما الأحياء الألمانيان: ماتياس شلايدن وثيودور شوان عام 1839 نظرية الخلية في علم الأحياء لأول مرة، إلا أن مصطلح "خلية" أقدم من ذلك كثيرًا– فقد استخدمه العالم الإنجليزي روبرت هوكي للمرة الأولى في القرن السابع عشر