العناصر اللاعضوية (المعادن)

اظهرت الدراسات التي اجريت على مختلف انواع الحيوانات حاجتها الى سبعة عشر عنصراً لاعضوياً في الاقل . ويمكن تقسيم هذه العناصر الى مجموعتين بالاعتماد على الكميات النسبية التي يجب توفرها في العليقة وهما :

مجموعة العناصر اللاعضوية الكبيرة (Macro minerals) , اذ تشمل الكالسيوم والفسفور والصوديوم والكلور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت .

ونكون الحاجة لبعض من هذه العناصر مثل الكالسيوم والفسفور بصورة مكونات تركيبية للهيكل العظمي بينما تكون الحاجة لعناصر اخرى مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلور للحفاظ على التوازن الحامضي – القاعدي .

ومجموعة العناصر اللاعضوية النادرة (Micro minerals) , وتشمل الكوبلت واليود والحديد والنحاس والخارصين والمنغنيز والسلينيوم والكروم والفلور والمولبيدنوم والسليكون .

تعمل هذه العناصر بصورة منشطات للانظمة الانزيمية او مكونات للمركبات العضوية , لذلك تكون الحاجة اليها بكميات صغيرة مثل الخارصين والنحاس .

علماً بأن للعديد من العناصر اللاعضوية اكثر من وظيفة , وتعد بعض العناصر اللاعضوية سامة للحيوانات عند استهلاكها بتراكيز منخفضة , كذلك فأن العناصر اللاعضوية الاساسية قد تكون سامة عند استهلاكها بتراكيز مرتفعة .

العامل المساعد Cofactor

توجد بعض المعادن كمادة منشطة لفعل الانزيمات مثل الحديد Fe^{2+} والنحاس Cu^{2+} الموجود في السايتوكروم اوكسيديز Cytochrom oxidase وان هذا مهماً في ايض الخلية ويدخل كانزيم نهائي في عملية الاكسدة الفسفورية وان نقص النحاس يسبب انخفاض فعالية هذا الانزيم مما يؤدي الى فقدان القابلية لأتمام عملية الاكسدة الفسفورية. والمغنيسيوم Mg^{2+} عامل مساعد لأنزيمات تستخدم ATP . الخارصين Zn^{2+} عامل مساعد لأنزيم لاكتيت ديهايد روجينيز Lactate dehydrogenase . المولبيدنوم Mo^{6+} في انزيم زانثين اوكسيديز Xanthine oxidase , وخلال عمليات نقل المجموعات الوظيفية المختلفة ضمن العمليات الحياتية غالباً ما يتغير تكافؤ العوامل المساعدة لكنها تعود لحالتها الاصلية بعدئذٍ .

جدول يبن دور العناصر المختلفة في تركيب ووظائف الكائن الحي

العناصر الاولية

العنصر	من وزن الجسم %	الاهمية
C كاربون	%96	يدخل في تركيب جميع المركبات العضوية في الجسم
H هيدروجين		كالسابق ويدخل في تركيب الماء
O اوكسجين		كالسابق وضروري للتنفس الخلوي (تحرير الطاقة)
N نتروجين		يدخل في تركيب البروتينات والقواعد النتروجينية والمركبات الفوسفاتية ذات الطاقة العالية

العناصر الثانوية

العنصر	من وزن الجسم %	الاهمية
K بوتاسيوم	%3.99	ضروري لجهد الغشاء وعمل الجهازالعصبي والتقلص العضلي
Na صوديوم		كالسابق وضروري لأمتصاص الكلوكوز في الامعاء
Cl كلور		كالسابق
Ca كالسيوم		ضروري للتقلص العضلي والانتقال العصبي الكيميائي وتجلط الدم وتنشيط بعض الانزيمات ويدخل في تركيب الهيكل العظمي
Mg مغنيسيوم		ضروري لتنشيط بعض الانزيمات
P فسفور		يدخل في تركيب القواعد النتروجينية الضرورية لصنع الاحماض النووية والمركبات ذات الطاقة العالية
S كبريت		يدخل في تركيب بعض الاحماض الامينية

العناصر النادرة

العنصر	من وزن الجسم %	الاهمية
Fe حديد	%0.01	يدخل في تركيب الهيموكلوبين والسايتوكرومات وبعض الانزيمات
Co كوبلت		يدخل في تركيب فيتامين B_{12}
Ni نيكل		اهميته موضع شك
Cu نحاس		ضروري في عملية صنع الهيموكلوبين ويدخل في تركيب سايتوكروم اوكسيديز ويوجد في الهيموسيانين
Zn خارصين		يدخل في تركيب بعض الانزيمات والانزيم المهم كاربونيك انهيدريز
V فانديوم		يسرع في نمو الفئران
Cr كروم		ضروري لعمل الانسولين في المساعدة على اخذ

		الكلوكوز من قبل الانسجة
Mn منغنيز		ضروري لنمو العظام ولعمل الخصي والمبايض وينشط بعض الانزيمات
Mo مولبيدنوم		يدخل في تركيب زانثين اوكسيديز
Si سليكون		ضروري لصنع الهيكل الكولاجيني في الدجاج
As زرنيخ		ضروري للنمو في الجرذان
Se سلينيوم		ضروري للكبد والعضلات ولعمل فيتامين E المهم في التكاثر
F فلور		ضروري للنمو الطبيعي في الجرذان ويجعل الاسنان اكثر مقاومة للتسوس
I يود		يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية

تداخل العناصر الغذائية

تشمل التداخلات المعروفة بين العناصر الغذائية تلك التي تحدث بين البروتين والطاقة وبين الكالسيوم والفسفور , بين الكالسيوم والفسفور وفيتامين D , بين الكالسيوم والخارصين , بين النحاس والمولبيدنوم والكبريت , بين السلينيوم وفيتامين E , بين الخار صين وفيتامين A وغيرها من التداخلات .

- ان 99 ٪ من الكالسيوم و80 ٪ من الفسفور و70 ٪ من المغنيسيوم الموجود في الجسم يوجد في الهيكل العظمي .

- يساعد فيتامين D على زيادة معدل امتصاص Ca وp من خلال جدار الامعاء وكذلك يؤثر على العلاقة الموجودة بين الكالسيوم الممتص والكالسيوم الموجود في الدم والعظام والكالسيوم المطروح في البول .

- اذا كانت نسبة الدهون مرتفعة في الغذاء يقل امتصاص الكالسيوم بدرجة ملحوظة وبالتالي تحتاج الحيوانات الى نسبة عالية من هذا العنصر .

- يوجد اغلب الصوديوم والبوتاسيوم والكلور في الانسجة الطرية وسوائل الجسم المختلفة وذلك بخلاف الكالسيوم والفسفوروالمغنيسيوم .

- ان وجود الصوديوم بتركيز مرتفع في العليقة يعيق امتصاص Ca و Mg ويعتقد ان هذا التأثير المثبط للصوديوم يرجع الى التنافس على مواقع الامتصاص .

- يعتبر Na^{+} و K^{+} مضاداً لـ Ca^{+2} وMg^{+2} في حين يعمل الكالسيوم على الاقلال من حساسية الاعصاب والعظلات بينما يقوم كل من K و Na بزيادة هذه الحساسية .

- يضاد فعل الكبريت كل من النحاس والكالسيوم والمغنيسيوم والسلينيوم , فأذا زاد تركيز الكبريت كثيراً في الغذاء لوحظ انخفاض النحاس في الجسم .

- لوحظت العلاقة بين النحاس والمولبيدنوم لأول مرة عند حدوث حالات اسهال في الابقار ناشئة من الاصابة بالتسمم المزمن بالمولبيدنوم والتي امكن السيطرة عليها بأعطاء الابقار كميات كبيرة من النحاس .

ويستعمل المولبيدنوم في علاج التسمم بالنحاس في الاغنام , وهذه تفترض ان المولبيدنوم قد يعارض دخول النحاس الى خلايا الكبد او خلايا الجسم الاخرى . والمولبيدنوم يرتبط مع النحاس لكي يكون معقد مما يقلل من كمية النحاس المتوفرة لأتمام ايض الخلية .

- تناول الحيوان لكميات كبيرة من الكالسيوم يختزل ويضعف من ايض الكوبلت في الجسم.

- ان انخفاض امتصاص الكالسيوم من الامعاء الذي تسببه التراكيز العالية من الفلور يؤدي الى زيادة معدل تحريك الكالسيوم من العظام للحفاظ على مستوى الكالسيوم في دم العجول.

- علاقة الحديد والنحاس والكوبلت (الموجود في B_{12}) في تخليق الهيموكلوبين وتكوين خلايا الدم الحمر .

- يتعارض وجود فائض من الحديد والالمنيوم او المغنيسيوم مع امتصاص الفسفور نتيجة لتكوين الفوسفات غير الذائبة .

- ان وظيفة السلينيوم تنظيمية لفيتامين E اي انه يسرع انتقال وتحريك فيتامين E في حالات احتياج الجسم الضروري والفوري له .

الفيتامينات Vitamines

هي مركبات عضوية ضرورية لأنجاز الوظائف الحيوية بالصورة الصحيحة . وعموماً تقسم الفيتامينات الى قسمين رئيسيين حسب نوع المذيب قطبي (الماء) او غير قطبي (مذيب عضوي) وأول من وضع اساس هذا التقسيم هو العالم موكولم Mocollum عام 1915 . ضم القسم الاول الفيتامينات الذائبة بالدهون Fat soluble vitamines وتشمل فيتامين (A, D, E, K) , ويضم القسم الثاني الفيتامينات الذائبة في الماء Water soluble vitamins وتشتمل على مجموعة فيتامين B و C .

على العكس من الفيتامينات الذائبة بالدهون فأن الفيتامينات الذائبة في الماء (بأستثناء فيتامين B_{12}) لاتخزن بكميات كبيرة في الجسم , ويجب تزويدها في العلائق على اساس يومي في الحيوانات التي لايشكل فيها التخليق الميكروبي في قنواتها الهضمية حالة بارزة.

وفي المجترات تسد الاحتياجات من الفيتامينات الذائبة في الماء بصورة كلية تقريباً نتيجة للتخلق الميكروبي في الكرش والجزء الاسفل من القناة الهضمية , اما في الحيوانات التي تتغذى على النباتات (الاعشاب) مثل الخيول والارانب فيحدث التخليق الميكروبي للفيتامينات الذائبة في الماء في القولون والاعور ولذلك تركز اهتمام علماء التغذية على تزويد حيوانات المعدة البسيطة والدواجن بالمصادر الغذائية لها .

تكون الحاجة لمعظم الفيتامينات الذائبة في الماء بكميات صغيرة , ويعمل معظمها بصورة محفزات ايضية (Coenzymes) ويؤدي نقص اي منها الى شذوذ كبير في العمليات الايضية , ومن غير المحتمل حدوث حالات تسمم حادة بهذه الفيتامينات بسبب لفظها السريع الى خارج الجسم عن طريق الكلية .

يتم امتصاص الفيتامينات الذائبة في الماء هي او مولداتها حرة ذائبة في الامعاء , اما مجموعة الفيتامينات الذائبة بالدهون فتمتص على هيئة مستحلب في الامعاء وهي بذلك تحتاج الى الصفراء لأمتصاصها .

اذا اعطيت بكميات زائدة عن حاجة الحيوان للاستهلاك والتخزين فأن الفائض عن حاجة الحيوان يخرج مع الروث في حالة الفيتامينات الذائبة بالدهون ويخرج مع البول في حالة الفيتامينات الذائبة في الماء , ويقوم الجسم بتنظيم عمليات الامتصاص والاخراج والتخزين طبيعياً . ليس هناك عضو معين في الجسم يختص بتخزين الفيتامينات وغالباً ما يتم التخزين ان وجد في جميع اجزاء الجسم تقريباً ولو انه يتركز نسبياً في مناطق دون اخرى كالكبد والكلى وغيرهما .

ان فيتامين D له علاقة بزيادة امتصاص الكالسيوم والفسفور من الامعاء وترسيبها في الهيكل العضمي .

الدور المشترك لفيتامين E والسلينيوم في حماية الافراخ من مرض الاهبة النضحية (تجمع سوائل تحت الجلد) .

علاقة الكالسيوم وفيتامين K في تكوين الجلطة الدموية .

دخول بعض المعادن في تركيب الفيتامين مثل الكبريت مع الثيامين B_1 , والكوبلت مع الرايبوفلافين B_2 .

لابد من فسفرة بعض الفيتامينات لجعلها نشطة وهذه يلزمها الفسفور لعملية الفسفرة كما في الرايبوفلافين .

ان الثيامين يتأثر بالتراكيز المختلفة لكل من الحديد والمغنيسيوم والكالسيوم والكوبلت والزنك والخارصين .

مرافقات الانزيمات Coenzymes

هي مركبات عضوية غير بروتينية , تقترن بالانزيم لتساعد في عملية نقل مجموعات وظيفية معينة ضمن العمليات الحيوية المختلفة , وهي قد لاتقترن بالانزيمات بقوة ولهذا فمن السهل فصلها عنه , غير انه عند اقترانها بالانزيم بقوة فأنها تعد مجموعة مترابطة مع الانزيم . وفي حالات عديدة تعمل الفيتامينات (وخاصة الذائبة في الماء) كمكونات حيوية لبعض مرافقات الانزيمات او للمجموعات المترابطة مع الانزيمات . وهكذا فأنها تساهم في تحفيز الافعال الحيوية الضرورية المختلفة . وخلال عمليات نقل المجموعات الوظيفية المختلفة ضمن العمليات الحيوية غالباً ما يتغير تركيب المرافقات الانزيمية لكنها تعود لحالتها الاصلية بعدئذٍ .

جدول يبين دور الفيتامينات في وظائف الحيوان

الفيتامين	الاهمية	اعراض النقص
A	- من مكونات الصبغة البصرية في شبكية العين - يديم الانسجة الطلائية	العشو الليلي وجفاف الجلد
B_1 ثيامين Thiamin	مرافق انزيمي لتفاعلات ازالة الكاربوكسيل Decarboxylation	مرض البري بري والتهاب الاعصاب
B_2 رايبوفلافين	يحول الى FAD وهذا الاخير مهم في التنفس	التهاب اللسان وتشقق اللثة

Riboflavin	الخلوي كنافل للالكترونات	
B_3 حامض بانتوثنيك Pantothenic Acid	من مكونات الانزيم المشارك Co A المهم التنفس الخلوي والتحولات الايضية الاخرى	التهاب الجلد , التهاب الامعاء وعجز القشرة الادرينالية
B_5 نياسين Niacin	يدخل في تركيب كل من NAD^+ و$NADP^+$ المهمان كناقلان للالكترونات في التنفس الخلوي	مرض الفقراء (بلاكرا)
B_6 بايريدوكسين Pyridoxine	يكون مجاميع بديلة لبعض الانزيمات المزيلة للكاربوكسيل او الناقلة للامين	اختلاجات وفرط اثارة
H بيوتين Biotin	يساعد في تثبيت CO_2 في عملية تخليق الاحماض الدهنية وغيرها	التهاب الجلد والتهاب الامعاء
B_9 حامض الفوليك Folic acid	مشارك انزيمي لنقل ذرة كاربون واحدة كما في تفاعلات المثيلة	فقر الدم
B_{12} سيانوكوبال امين Cyanocobal Amine	مشارك انزيمي مهم في ايض الاحماض الامينية , يحفز على صنع كريات الدم الحمر	فقر الدم الخبيث
C حامض الاسكوربك Ascorbic acid	ضروري لأضافة مجاميع الهيدروكسيل الى اللايسين في عملية تخليق الكولاجين	مرض الاسقربوط وتشقق جدران الاوعية الشعرية
D	يزيد من امتصاص الكالسيوم والفوسفات في الامعاء	الكساح
E	مواد ضد التأكسد , ربما عوامل مشاركة في نقل الالكترونات في سلسلة السايتوكرومات	ضمور عضلي , موت الجنين
K	يساعد على تخليق بروثرومبين وعدد من عوامل تخثر الدم الاخرى	ظواهر نزف