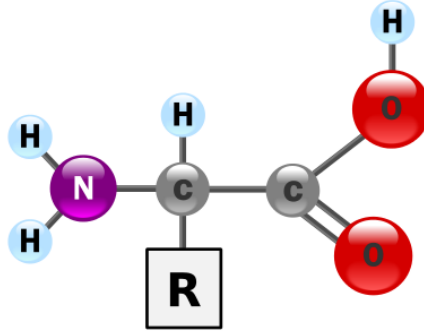
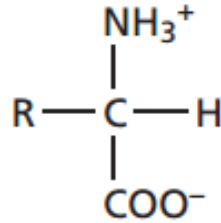


### رابعاً - البروتينات (Proteins)

عبارة عن مواد يدخل في تركيبها الكربون والأوكسجين والهيدروجن والآزوت ، وبعضها يحتوي على الكبريت. وتشكل المادة الأساسية في بناء المادة الحية وتبلغ نسبتها 15%. وتدخل في تركيب النسيج الحية والأنزيمات والهرمونات.

ومصطلح البروتين الخام يشمل جميع المواد التي يدخل في تركيبها الآزوت.

تمتلك البروتينات مجموعة وظيفية أمينية وأخرى كربوكسيلية، وهي بذلك جزيئات ثنائية الأيونات حيث تسلك في الوسط القلوي سلوك الحمض وتعطي أيونات الهيدروجن وتصبح شحنتها سالبة، أما في الوسط الحمضي فتسلك سلوك الأسس وتكسب أيون الهيدروجن وتصبح شحنتها موجبة.



تقسم البروتينات الخام إلى بروتينات حقيقية (تحتوي حموض أمينية) وأخرى غير حقيقية (تحتوي فقط على عنصر الآزوت).

تتكون البروتينات الحقيقية من وحدات بنائية هي الحموض الأمينية حيث ترتبط الحموض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية لتشكل عديدات الببتيد ثم ترتبط عديدات الببتيد مع بعضها لتشكل البروتينات.

يتكون الحمض الأميني (Amino Acid) من مجموعة أمينية ( $\text{-NH}_2$ ) وأخرى كربوكسيلية ( $\text{-COOH}$ ) بالإضافة إلى جذر متغاير يختلف من حمض أميني لآخر.

يحدد ترتيب ذرة الكربون التي ترتبط بها المجموعة الأمينية نوع الحمض حيث يكون ألفا أو بيتا أو غاما والاستثناء من ذلك هو البرولين الذي يمتلك مجموعة ( $\text{-NH}$ ).

تتشكل الرابطة الببتيدية بين المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني الثاني وينتج جزيئة ماء وهكذا تطول وتتوسع السلسلة الببتيدية، والذي يحدد تتابع الحموض الأمينية في السلسلة الببتيدية هو تتابع المورثات في جزيئات (DNA). وعلى الرغم من أنه لا يوجد إلا عشرين حمض أميني فإن عدد أنواع البروتينات الناتجة كبير جداً ويمكن فهم ذلك بذكر حروف الأبجدية وعدد الكلمات الموجودة في اللغة الناشئة عنها. وليس بالضرورة وجود كل الحموض الأمينية في كل نوع من أنواع البروتينات. النباتات وكثير من العضيات المجهرية تستطيع بناء البروتين من النتروجن البسيط كالنترات. لكن الحيوانات لا تستطيع بناء الأحماض الأمينية ولكي تبني بروتينات الجسم عليها الحصول على مصدر غذائي للأحماض الأمينية. بعض الأحماض الأمينية يمكن بناؤها من أحماض أمينية أخرى في عملية تسمى نقل الأمين (transamination) لكن الحيوانات لا تستطيع بناء السلسلة الكربونية التي تشكل هيكل الحمض الأميني.

تعرف الأحماض الأمينية التي لا يستطيع جسم الحيوان تخليقها بالحموض الأمينية الأساسية وبناءً على ذلك **يوجد نوعان من الأحماض الأمينية:**

1 - أحماض أمينية غير أساسية يمكن للحيوان بناؤها في الجسم وبالتالي لا ضرورة لوجودها في العلف. (بناؤها من الحموض الأمينية الأساسية).

2 - أحماض أمينية أساسية: لا يمكن للحيوان بناؤها ويجب توافرها في أغذيته. ونظراً لأن ميكروبات الكرش يمكنها تمثل الأحماض الأمينية بدءاً من العناصر المكونة لها (أزوت وهيدروجن وأكسجين وكربون) - لذلك فيمكن توظيف ذلك في إضافة بعض المركبات الأزوتية غير البروتينية إلى علائق الحيوانات المجترة.

تحتاج الصيغان إضافة للأحماض الأمينية الأساسية العشرة اللاحقة تحتاج الغلايسين أو السيرين. ولها قدرة محدودة على تصنيع البرولين.

الخنزير تحتاج نفس القائمة عند الفئران ماعدا الأرجينين الذي يمكن تركيبه في جسمها. لقد أثبت أن الحيوانات سريعة النمو تستجيب للأرجينين لأن الاستقلاب النشط للكبد يُنتج في كمية قليلة من الحموض الأمينية في الدورة العامة.

تحتاج القطط إضافة الأرجينين قدرتها المحدودة على بناء الأورنيثين من الغلوتامات وإن العوز في الأرجينين يؤدي إلى تراكم الأمونيا بسبب تحطيم وتشويه الحموض الأمينية. تحتاج القطط أيضاً الحمض الأميني الكبريتي التورين بيتا لأنها غير قادرة على تخليقه من السيستين. التورين هام من أجل اقتران أحماض الصفراء.

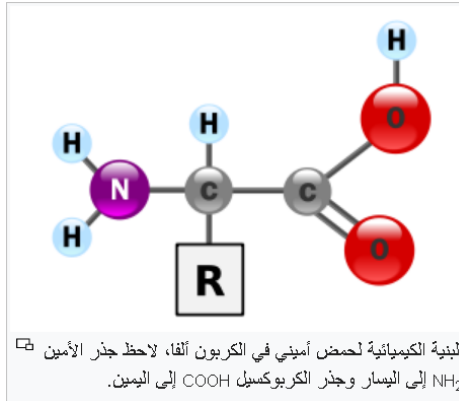
إن المتطلبات الحقيقية للأحماض الأمينية يعتمد على وجود الأحماض الأمينية الأخرى في العلف. مثلا الحاجة للميثيونين يحددها وجود السيستين في العلف. ويوضح الجدول اللاحق الأحماض الأمينية الأساسية عند الفئران.

جدول ( 7 ) الأحماض الأمينية الأكثر تواجداً في الطبيعة	
أحماض أمينية أساسية	أحماض أمينية غير أساسية
الفينيل ألانين	الجليسين
الفالين	الأنلين
الترتوفان	السيبرين
الثريونين	السستين
الايزولوسين	الستائين
الميثيونين	التيروزين
الهستيدين	الأسبارتك
الأرجينين	الجلوتاميك
الليسين	البرولين
الليوسين	الهيدروكسي برولين

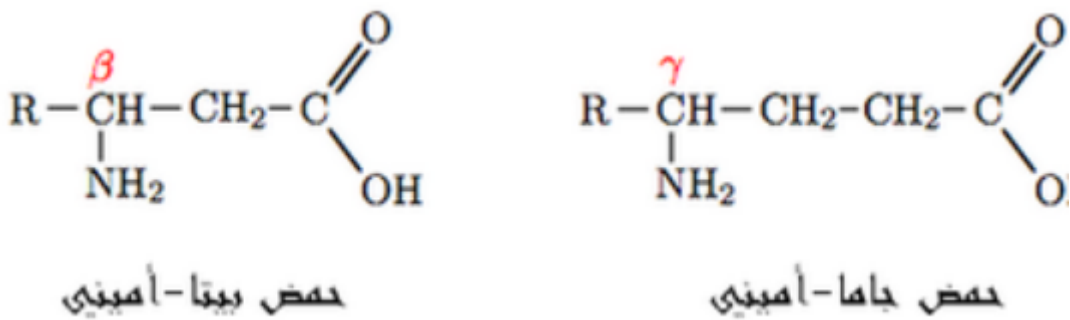
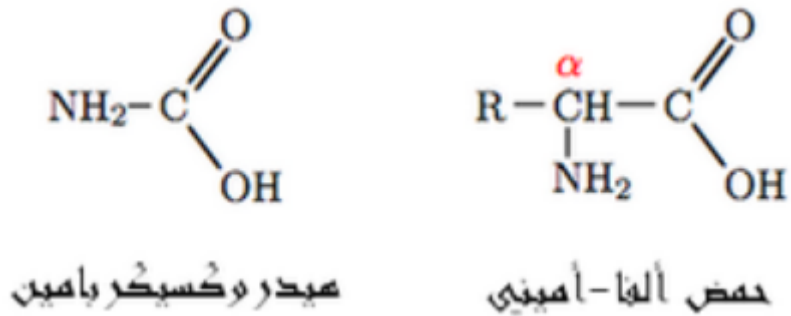
عند المجترات يمكن بناء الحموض الأمينية بواسطة الأحياء الدقيقة في الكرش وهذا ما يجعل هذه الحيوانات مستقلة عن المتطلبات البروتينية أو الحموض الأمينية النوعية بشرط وجود الأحياء الدقيقة (بعد الفطام ونمو الكرش). البروتين الميكروبي الناتج يحدد معدل النمو وكمية إنتاج الحليب. تحدد القيمة البيولوجية للبروتين الميكروبي باحتوائه على بعض الحموض الأمينية خاصة اللايسين والميثيونين. من أجل الوصول إلى الحد الأعلى من الإنتاجية يجب دعم البروتين الميكروبي بتزويد الغذاء بالحموض الأمينية بشكل أو بطريقة تجعله لا يتحلل بواسطة الجراثيم.

تشكل الحموض الأمينية غير الأساسية حوالي 40% من نسبة الحموض الأمينية في الأنسجة الحيوانية و يستطيع الجسم تكوينها ووجودها في الغذاء ليس ضروري. بعض الحموض الأمينية شبه أساسية حيث يستطيع الجسم تركيبها لكن ليس بكميات كافية مثل الأرجينين والهستيدين. وبشكل عام فإن 50% من الحموض الأمينية يجب أن تتواجد في الغذاء (حوالي 11 حمض).

إن نقص حمض أميني أساسي و أكثر يؤدي إلى خلل في عمليات الاستقلاب في الجسم وبالتالي انخفاض في إنتاجية الحيوان.



كل الأحماض الأمينية الأساسية هامة عند الحيوانات وحيدة المعدة والطيور لكن ليس كذلك عند المجترات التي يمكنها تصنيع الحموض الأمينية بواسطة الأحياء الدقيقة في الكرش.



### الأحماض الأمينية الأساسية:

**اللايسين:** يؤدي نقصه إلى نقص تكوين هيموغلوبين الدم والكريات الحمراء ما يؤدي إلى الإنييميا ويؤدي نقصه أيضا إلى خلل فيتمثيل الكالسيوم. وقد وجد أن وجود اللايسين بنسبة 50% فقط من حاجة الجسم فإن معدل استفادة الحيوان من الحموض الأمينية لا يتعدى 50% مهم

بلغت نسبتها في الجسم. وهذا يؤكد ضرورة وجود اتزان بين الحموض الموجودة في العليقة وخاصة اللايسين.

**الميثيونين:** يحتوي على مجموعة الميثايل الهامة جدا في بناء الكرياتين والكولين وفيتامين ب12 والأدرينالين. ويؤدي نقصه إلى نقص معدلات الاستفادة من آزوت الغذاء ونقص البروتين في بلزما الدم وخاصة الألبومين.

**التربتوفان:** تتشابه أعراض نقصه مع أعراض نقص الميثيونين خاصة حدوث الإنيميا وهذا الحمض هو مصدر فيتامين نيكوتين أميد. فإذا كانت العليقة فقيرة بالتربتوفان تزداد حاجة الحيوان إلى الترتوفان وإذا كانت العليقة فقيرة بالنيكوتين أميد تزداد الحاجة إلى الترتوفان لأن جزء من الترتوفان سيتحول إلى النيكوتين أميد.

**الهستيدين:** هام لأجل استقلاب الكربوهيدرات وتكوين هيموغلوبين الدم حيث يدخل بنسبة 10% في تركيبه. وتتباين الآراء بشأن ضرورة توفره في علائق الحيوان .

**الفينيل ألانين والتيروزين:** هما حمضان متشابهان في بنائهما ويمكن أن يتكون التيروزين من الفينيل ألانين لكن العكس غير صحيح لذلك يعد التيروزين حمض أميني نصف ضروري. ويعد التيروزين مصدر هام لبعض الهرمونات مثل التيروكسين والأدرينالين. يؤدي نقص الفينيل ألانين إلى نقص الوزن وانخفاض معدل الاستفادة من الغذاء.

**الليوسين :** هام لأجل نشاط نقي العظام وتكوين كريات الدم الحمراء.

**الأيزوليوسين:** ضروري جداً للحيوانات النامية حيث يؤدي نقصه إلى وقف النمو ونفوق الصيصان.

**الفالين:** يؤدي نقصه إلى اختلال في عمل الغدد المفرزة للعصارات الهاضمة ونقص في بروتين العضلات مما يؤدي إلى ضعفها. ووجد أن الصيصان تموت بعد 18-19 يوم من تغذيتها على علائق خالية من الفالين. والفالين حمض أميني يحوي على مجموعتين ميثايل (CH<sub>3</sub>) التي لها أهمية كبيرة في عمليات التمثيل الحيوي وبصورة خاصة في تكوين الجلايكونين.

**الثريونين:** له أهمية حيوية كبيرة فهو يتحول في الجسم إلى الحمض الأميني جلايسين كما يستخدم لتكوين الكوليسترول وبعض الحموض الدهنية والمواد الكربوهيدراتية ويسبب نقصه انخفاض معدل النمو.

**الآرجينين:** يمكن أن يتكون في بعض أنواع الحيوانات الزراعية من الحمض الأميني برولين وله دور هام في التمثيل الغذائي.

**ملاحظة :** في التغذية العملية للحيوانات الزراعية لوحظ أن البروتينات نباتية المنشأ لا تستطيع أن تؤمن احتياجات الجسم من اللايسين والميثيونين والتربتوفان لذلك تسمى الحموض الأمينية

الحرارة لذلك يجب تعويض هذا النقص خاصة للأعلاف التي مصدرها فول الصويا والبقوليات من خلال بروتينات حيوانية المنشأ. يجب معرفة محتوى الأعلاف من الحموض الأمينية عند تجهيز الخلطات العلفية للحيوانات الزراعية. كما يتوجب الأخذ بعين الاعتبار احتياجات الصيغان من الحمض الأميني أرجينين (6% من البروتين). أما احتياجات العجول والحملان فتحدد بعد دراسة محتوى حليب الأم من البروتين والذي يكفي غالباً بشكل طبيعي.

**Table 4.1** Amino acids commonly found in proteins

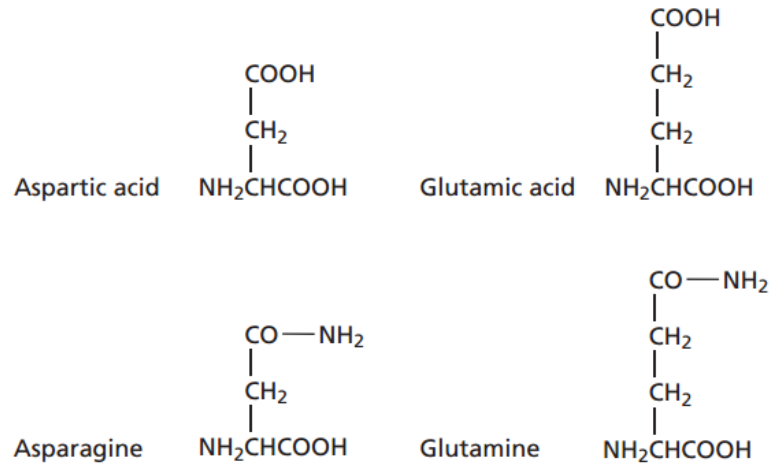
**Monoamino-monocarboxylic acids**

Glycine	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Serine	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$
Alanine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$	Threonine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{HCOH} \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$
Valine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$		
Leucine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$	Isoleucine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH} \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$

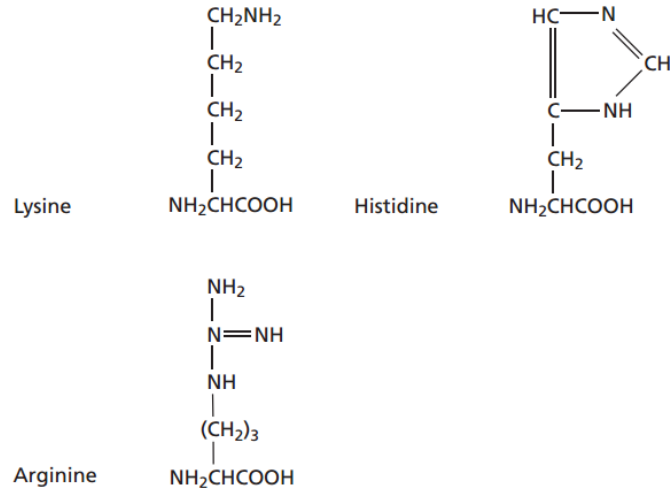
**Sulphur-containing amino acids**

Cysteine	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{SH} \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$	Methionine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_2\text{CHCOOH} \end{array}$
----------	--	------------	--

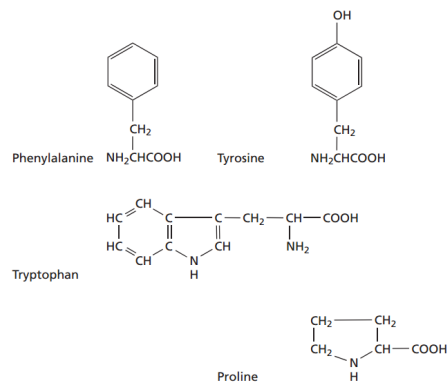
## Monoamino-dicarboxylic acids and their amine derivatives



## Basic amino acids

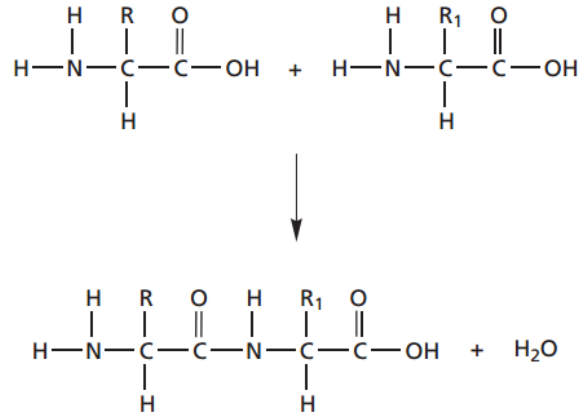


## Aromatic and heterocyclic amino acids



## الببتيدات:

هي مركبات تتكون من ارتباط الأحماض الأمينية ببعضها البعض حيث ترتبط المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الثاني وهذا الرابطة تسمى رابطة ببتيدية وينتج عن الارتباط مركب ثنائي الببتيد و جزيئة ماء. وقد تطول السلسلة الببتيدية لتضم عدد كبير من الحموض الأمينية. ارتباط سلاسل عديدة الببتيد مع بعضها يشكل البروتينات.



بالإضافة إلى كون الببتيدات هي أساس تكوين البروتينات ، فإن بعض الببتيدات لها نشاطها البيولوجي الخاص. التحلل الأنزيمي لبروتين الكازئين في الحليب ينتج ببتيديات لها تأثير دوائي مثل تسكين الألم وتفعيل النوم. الببتيدات الأخرى الناتجة من الكازئين تشارك في تدفق الكالسيوم إلى الأنسجة كما أنها تعدل استجابة الجهاز المناعي. الببتيدات في الحليب أيضاً تحفز نمو البكتيريا المرغوبة وتكبح البكتيريا الضارة ، وبعضها له تأثير محفز لنمو للخلايا المعوية. الببتيدات الأخرى مثل البوميسين و الإنثيروستاتين و الجلوكاجون واللبتين مهمة في التحكم بكمية العلف المستهلك. تلعب الببتيدات دوراً مهماً في النكهة والخواص الحسية للأطعمة مثل مستخلص الخميرة والجبن وعصائر الفاكهة.

## بنية البروتينات: تقسم البروتينات حسب بنيتها إلى أربعة أشكال:

البروتينات الأولية: تتكون من سلسلة واحدة من عديد الببتيد.

البروتينات الثانوية: تتكون من سلسلتين من عديدات الببتيد ترتبطان بروابط هيدروجينية.

البروتينات الثلاثية: تتكون من ثلاث سلاسل من عديدات الببتيد وفيه يحدث انطواء للسلاسل لتشكل خواص البروتين . وتربطها عدة أنواع من الروابط كرابطة الهيدروجينية والكهربائية الساكنة والتأثرات الكارهة للماء وقوى فاندر فالس

البروتينات الرباعية: تتكون من أربع سلاسل ببتيدية أو أكثر



## خصائص البروتينات:

تتباين البروتينات من حيث انحلالها في الماء من بروتينات عالية الانحلال كالألبومين إلى بروتينات غير منحلة كالكيراتين وتمتلك البروتينات على لعموم صفة الغروانية ( colloidal properties). يمكن ترسيب البروتينات المنحلة بواسطة إضافة الأملاح مثل كلوريد الصوديوم أو سلفات الأمونيوم وهذا بسبب تأثيرات فيزيائية وخصائص البروتينات لا تتغير. يمكن إعادة إذابة البروتينات بتخفيض نسبة الملح.

كل البروتينات يمكن أن تتشوه أو تتغير من حالتها الطبيعية . ويعرف التشوه على أنه أي تغيير غير حال للبروتين في البنية الفريدة للبروتين الأصلي والذي يؤدي إلى تغيير في الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية. البروتينات المنحلة لا تقع تحت هذا المفهوم. عدة عوامل قد تسبب التشوه مثل التسخين والحموض والأسس والكحولات واليوريا وأملاح العناصر الثقيلة. تأثير الحرارة على البروتينات له أهمية خاصة في التغذية حيث ينتج عنها روابط جديدة داخل وبين سلاسل الببتيد. بعض هذه الروابط تقاوم فعل البروتياز المنتج في القناة الهضمية وتعيق وصولها إلى روابط الببتيد المجاورة.

تزداد قابلية البروتينات للتلف بسبب الحرارة بوجود أنواع مختلفة من الكربوهيدرات بسبب حدوث تفاعل ميلارد والذي يتضمن في النهاية تكثيف بين المجموعة الكربونيلية للسكر المُرَج مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني أو البروتين. اللايسين بشكل خاص حساس جدا للتفاعل السابق. مع زيادة المعاملة الحرارية يحدث تفاعلات أخرى على السلاسل الجانبية والتي تؤدي إلى اللون البني واللون داكنة أخرى.

## أنواع البروتينات:

البروتينات الحقيقية والمركبات الأزوتية غير البروتينية

**البروتينات الحقيقية (True Protein)** تتكون من الحموض الأمينية وهي مادة أساسية في بناء أنسجة الجسم و بروتوبلازما الخلايا والهرمونات والإنزيمات والخضاب والأجسام المناعية كما تدخل في تركيب الشعر والصوف والفرو والريش والقرون والأظافر والحوافر والأظلاف. ويختلف تركيب البروتينات من الناحية الكيميائية لكنها تحتوي وسطياً 52% كربون و 23% أكسجين و 16% آزوت و 7% هيدروجن و 2% كبريت.

كما تحتوي بعض البروتينات التي تشكل الهرمونات والإنزيمات والصبغات على عناصر معدنية ويعد الكبريت أكثر العناصر المعدنية تواجداً في البروتينات لأنه يتواجد في عدة حموض أمينية كالميثيونين والسيستين والسيستيسئين.

**تصنيف البروتينات الحقيقية:** يمكن أن تقسم إلى بروتينات بسيطة وبروتينات مرتبطة.

البروتينات البسيطة (Simple proteins): هذه البروتينات تتكون فقط من حموض أمينية وتقسم حسب الشكل والذوبان والتركيب الكيميائي إلى قسمين البروتينات الليفية والبروتينات الكروية.

• **البروتينات الليفية (Fibrous Proteins):**

هي بروتينات حيوانية لا تذوب بالماء وشديدة المقاومة لفعل الإنزيمات الهاضمة. تتألف من سلاسل خيطية مرتبطة مع بعضها بروابط عرضية وتتواجد في الشعر والصوف والقرون والجلد والأظافر ومثال عليها الكولاجين والكيراتين والإيلاستين

الكولاجين (Collagen): هي البروتينات الرئيسية التي تكون الأنسجة الضامة وتشكل حوالي 30 % من مجموع البروتينات في جسم الثدييات. إن الحمض الأميني هيدروكسي برولين هو مكون هام في تركيب الكولاجين. تحول البرولين إلى هيدروكسي برولين بواسطة عملية (Hydroxylation) يحتاج فيتامين (C) فإذا كان هناك عوز في هذا الفيتامين تصيح ألياف الكولاجين ضعيفة وقد يؤدي إلى إصابات في اللثة والجلد. الحمض الأميني تربتوفان غير موجود في الكولاجين.

الإيلاستين (Elastin):

هو البروتين الموجود في الأنسجة المرنة مثل الأوتار والشرابين. السلسلة متعددة الببتيد (polypeptide chain) من الإيلاستين غنية بالحمضين الأمينيين ألانين وغلايسين وهي مرنة كثيراً. تحتوي على روابط متداخلة ومتقاطعة مع السلاسل الجانبية للحمض لايسين ، وهذا يمنع البروتين من التمدد المفرط بوجود التوتر وتسمح له بالعودة إلى طوله الطبيعي عندما تتم إزالة التوتر.

الكيراتين (Keratin):

يصنف الكيراتين أو القرنين إلى نوعين الكيراتين ألفا وهي البروتينات الرئيسية في الصوف والشعر. أما الكيراتين بيتا فيتواجد في الريش والجلد والمنقار والحراشف لمعظم الطيور والزواحف. هذه البروتينات غنية جداً بالحمض الأميني السيستين الذي يحتوي على الكبريت ؛ يحتوي بروتين الصوف ، على سبيل المثال ، على حوالي 4 في المائة من الكبريت .

• **البروتينات الكروية (Globular Proteins):**

وهي بروتينات تتميز بانطواء السلاسل الببتيدية وتأخذ الشكل الكروي أو المضغوط. هذه المجموعة تتضمن المستضدات أو مولدات الضد (antigens) والأجسام المضادة (Antibodies) و الإنزيمات والهرمونات ذات الطبيعة البروتينية.

**الألبومين (albumin):** وهو بروتين منحل في الماء و يتخثر بالحرارة . يوجد في البيض والدم والحليب و العديد من النباتات.

**الهستون (Histone):** توجد في نواة الخلايا وتترافق مع الحموض النووية. لا تتخثر بالحرارة وتنحل في المحاليل الملحية. تحتوي على نسبة كبيرة من الأرجينين واللايسين.

**البروتامين (Protamine):** هي بروتينات ذات وزن جزيئي منخفض تتواجد بكميات كبيرة في الخلايا الجرثومية (mature male germ cells) الناضجة عند الذكور التي تتحول إلى أمهات المنى عند الفقاريات. هذه البروتينات غنية بالأرجينين لكنها فقيرة بالثيروزين والتربتوفان والحموض الأمينية التي تحتوي على لكبريت.

**الغلوبولين (Globulin):** وهي بروتينات مناعية تتكون بعد الاستجابة المناعية نتيجة وجود الأنتيجين كما تحصل عليها المواليد الحديثة عن طريق اللبأ. تتواجد الغلوبولينات في لدم والبيض والحليب. كما توجد في بذور النباتات.

● **البروتينات المركبة (Conjugated Proteins):** يدخل في تركيبها مواد غير أروتية مثل :

السكريات حيث يتشكل البروتينات السكرية يدخل في تركيبها الهكسوز أمين والغلوكوز أمين و الغالاكتوز أمين أو كليهما. ممكن أن يتواجد المانوز أيضاً. تتواجد البروتينات السكرية في الإفرازات المخاطية وزلال البيض. الهيبارين هو مثال أيضا عن البروتينات السكرية.

الشحوم حيث يتكون البروتينات الشحمية ( غشاء الخلية ).

الفوسفور حيث يتكون البروتينات الفوسفورية (الكازئين).

أصبغة حيث يتكون البروتينات الصباغية (الهيموغلوبين) .

يوضح الجدول اللاحق النسبة المئوية للعناصر الداخلة في تركيب البروتينات

### Composition (%) of Protein

Carbon	51-55
Hydrogen	6.5-7.3
Nitrogen	15.5-18
Oxygen	21.5-23.5
Sulfur	.5-2.0
Phosphorus	0-1.5

## البروتينات غير الحقيقية مواد تحتوي على عنصر الأزوت ومنها: الأمينات:

توجد بكميات ضئيلة في النبات والحيوان. وبعضها له خواص سمية. تنتج بشكل طبيعي في كرش المجترات بواسطة تخمر الكربوهيدرات بواسطة الأحياء الدقيقة. كما تتواجد في الأغذية المتخمرة كالجبن والنيبذ والسيلاج. وهذه الأمينات تسمى الأمينات الحيوية ويمكن أن تؤدي لظهور الأعراض المرضية مثل الهستامين. ويشتق من الهستيدين. ويزداد تشكله في حالات الالتهاب والأمراض التحسسية. بعض الأمينات مفيدة حيويًا حيث تساهم في الأحماض النووية (DNA, RNA) كما تساهم في التعبير الجيني وفي بناء البروتين. مثل السبيرمين والسبيرميدين. يوضح الجدول اللاحق أهم الأمينات التي تنشأ من الحموض الأمينية الأم.

### Some important amines and their parent amino acids

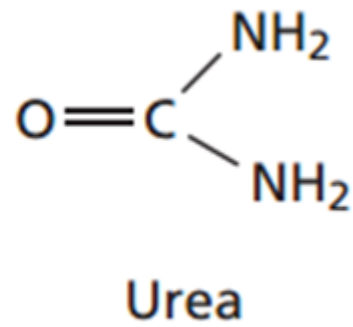
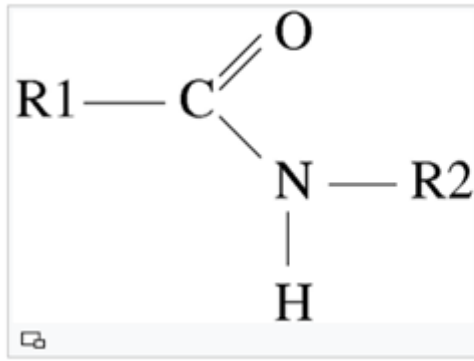
Amino acid	Amine
Arginine	Putrescine
Histidine	Histamine
Lysine	Cadaverine
Phenylalanine	Phenylethylamine
Tyrosine	Tyramine
Tryptophan	Tryptamine

### الأمينات:

توجد في النباتات والحيوانات. منها اليوريا التي تنتج عن استقلاب المركبات الأزوتية في الثدييات.

عند الإنسان والرئيسات الأخرى يكون حمض اليوريك المتواجد في البول هو المنتج النهائي لاستقلاب البيورين. (لكن اليوريا أو البولة هي المكون الرئيسي للبول)

في بعض الثدييات غير الرئيسات يتم أكسدة حمض اليوريك إلى ألانتوين (allantoin) قبل إطراره. عند الطيور يكون حمض اليوريك (حمض البولة) هو المنتج النهائي لاستقلاب النتروجن. ويقابله اليوريا عند الثدييات.



**النترات:** توجد في بعض النباتات وهي غير سامة لكن قد تتحول إلى مواد سامة (نترت) في كرش المجترات، وهذا قد يحصل نتيجة تغذيتها على أعلاف ناتجة من نباتات تم تسميدها بكميات كبيرة من الأسمدة الأزوتية.

**القلويدات:** توجد في بعض النباتات وتكمن أهميتها في أن بعضها سام للحيوان وأهمها النيكوتين الموجود في التبغ، والأترابين الموجود في نبات ست الحسن ، والمورفين الموجود في أوراق الأفيون. يوضح الجدول اللاحق أهم القلويدات ومصادرها النباتية

#### Some important alkaloids occurring in plants

Name	Source
Coniine	Hemlock
Nicotine	Tobacco
Ricinine	Castor plant seeds
Atropine	Deadly nightshade
Cocaine	Leaves of coca plant
Jacobine	Ragwort
Quinine	Cinchona bark
Strychnine	Seeds of <i>Nuxvomica</i>
Morphine	Dried latex of opium poppy
Solanine	Unripe potatoes and potato sprouts

**الحموض النووية:** وتشكل المادة الوراثية للكائنات الحية.

#### أهمية البروتينات:

للبروتينات أهمية غذائية كبيرة تتلخص في :

1. المصدر الأساسي لإمداد الحيوان بما يلزمه من الحموض الأمينية الأساسية.
2. بناء أنسجة الحيوان في مراحل نموه المختلفة.
3. تعويض الأنسجة التالفة والإفرازات المستهلكة.

4. تعد المكون الرئيس للمنتجات الحيوانية كالحليب واللحم والبيض والصوف.

5. تعد مصدر احتياطي أخير للطاقة في الجسم.

يعتمد نوع البروتينات على نوع الحموض الأمينية الداخلة في تركيبه ، والبروتينات ذات القيمة الغذائية العالية هي تلك البروتينات التي تحتوي على كافة الأحماض الأمينية الأساسية التي يحتاجها الحيوان.

لكن عند المجترات فليس مهم نوعية البروتين ولا الحموض الأمينية التي تكونه، بل المهم فقط هو توفر كمية كافية من عنصر الآزوت لأن الأحياء الدقيقة تقوم ببناء بروتيناتها الخاصة بدءاً من الآزوت ثم يلي ذلك هضم لتلك الأحياء و تحرير الأحماض الأمينية من البروتين الميكروبي (ليس من بروتين الغذاء). وبالتالي تتوقف نوعية البروتين عند المحترات على قابلية هذا البروتين للذوبان في الكرش وتحليله من قبل البروتياز الميكروبي. لقد استفاد خبراء تغذية الحيوان من هذه الخاصية حيث طوروا تقنيات ومبادئ إضافة اليوريا إلى أعلاف المجترات كالتبن وتفل الشوندر وذلك لتحسين القيمة الغذائية لهذه الأعلاف.

الحيوانات أحادية المعدة والدواجن تستفيد فقط من الحموض الأمينية الحرة وأميداتها فقط وإن وجود بعض المركبات الآزوتية غير البروتينية قد يكون ساماً مثل النترات والنتريت والقلويدات.

### استخدام اليوريا في تغذية المجترات:

تقوم الأحياء الدقيقة في كرش المجترات بإفراز أنزيم اليورياز الذي يحلمه اليوريا وينتج عن ذلك ثاني أكسيد الكربون وغاز الأمونيا ، ثم تقوم البكتيريا باستخدام غاز الأمونيا الناتج في بناء بروتيناتها الميكروبية. إن الأحياء الدقيقة تحتاج إلى مصدر جيد للطاقة كي تقوم ببناء بروتيناتها لذلك يعد وجود المواد الكربوهيدراتية سهلة الهضم من أهم العوامل المساعدة على رفع نشاط الأحياء الدقيقة.

تقوم بعد ذلك الأنزيمات الهاضمة في أمعاء الحيوانات المجتررة بهضم الأحياء الدقيقة والحصول على أحماض أمينية مصدرها ميكروبي. ولهذا فإن اليوريا تعد مصدراً هاماً للبروتين بديل عن البروتين الحقيقي في أعلافها وبنفس النسبة تقريباً.

يشكل الآزوت نسبة 42% من وزن اليوريا المستخدمة في التغذية وطالما يتم حساب الآزوت الخام بضرب نسبة الآزوت الموجودة بـ 6.25 فإن بروتين اليوريا يكافئ 262.5% أو أكثر بست مرات من محتوى الأكساب من البروتين والذي يقدر ب 42%.

### قواعد إضافة اليوريا إلى علائق المجترات:

يمكن أن تضاف اليوريا بدل 35% من محتوى العلف من البروتين الخام. عند الأبقار الحد الأقصى لإضافتها 150 غ /رأس/اليوم. والنامية 50 غ/رأس/يوم عند عجول التسمين 25 غرام لكل 100 كغ وزن حي في اليوم.

### ملاحظة

- ❖ إن نسبة الأزوت في اليوريا 42% أما في البروتينات فهو 16% أي أكبر ب 2.6 مرة.
- ❖ 1 غ من اليوريا تكافئ 2.6 غ من البروتين.
- ❖ 1 غ من كبريتات الأمونيوم تكافئ 1.2 غ من البروتين.
- ❖ 1 غ من فوسفات اليوريا تكافئ 1 غ من البروتين.

### ملاحظات عامة تخص الحموض الأمينية:

1. إن نقص حمض أميني واحد أو أكثر يؤدي إلى خلل في عملية التبادل الغذائي في الجسم وبالتالي إلى انخفاض إنتاجية الحيوان.
2. يحتوي الحمض الأميني الميثيونين على مجموعة الميثايل ذات الأهمية الكبيرة في بناء الكرياتين والكولين وفيتامين (B12) والأدرينالين.
3. يعد الحمض الأميني التربتوفان مصدراً لفيتامين نيكوتين أميد (حمض النيكوتينيك) الذي له دور هام في تخليق هيموغلوبين الدم حيث أن نقص التربتوفان يؤدي لفقر الدم.
4. يعد الحمض الأميني التيروسين مصدراً هاماً لتكوين بعض الهرمونات في الجسم مثل التيروسين التي تفرزه الغدة الدرقية و الأدرينالين الذي تفرزه غدة الكظر.
5. الحمض الأميني الفالين هام جداً عند الصيغان حيث وجد أن الصيغان تموت بعد 18 يوم من تغذيتها على علائق خالية من الفالين.
6. الحمض الأميني اللايسين: له دور هام في استقلاب الكالسيوم وتكوين هيموغلوبين الدم ونقصه يؤدي إلى فقر الدم واختلال في بنية العظام.
7. في التغذية التقليدية للحيوانات الزراعية وجد أن بروتينات الأعلاف النباتية تؤمن احتياجات جسم الحيوانات النامية من جميع الحموض الأمينية الضرورية ماعدا اللايسين والميثيونين والتربتوفان التي تُعد من أكثر الحموض الأمينية ندرة في تغذية الحيوان ولهذا تسمى بالحموض الأمينية الحرجة ، ذلك لأن معظم الحبوب النجيلية (شعير ،شوفان، قمح) فقيرة بهذه الحموض، وطالما هذه الحبوب تشكل نسبة كبيرة من الأعلاف الحيوانية فأن هذه الأعلاف غير متزنة من حيث نوعية البروتين لذلك يجب تدعيم هذه العلائق بمواد علفية أخرى غنية بهذه الحموض مثل فول الصويا والبقوليات والأعلاف ذات المصدر الحيواني.

8. عند تحضير الخلطات العلفية للصيغان يتوجب الأخذ بعين الاعتبار احتياجات الصيغان من الحمض الأميني أرجينين بنسبة 6% من البروتين وكذلك احتياجها من الحمض الأميني غلايسين 1% من المادة الجافة للعليقة.

**الفعل المضاف للبروتينات:** وهي عملية خفض الإستهلاك من الطاقة والبروتين لأجل إنتاج وحدة من الوزن الحي عند الصيغان باستخدام خلطة متوازنة الأحماض الأمينية الحيوانية والنباتية، ومطابقة لحاجة الطيور الفيزيولوجية. فمثلا 4.9 كغ من عليقة غير متوازنة الحموض الأمينية تُنتج 1 كغ وزن حي ، بينما 2.5 كغ أو أقل من عليقة متوازنة ينتج 1 كغ وزن حي. ونلاحظ أنه يمكن توفير 2.4 كغ في حال توازن الحموض الأمينية، حيث نحصل بذلك على الفعل المضاف للبروتينات.

### هضم واستقلاب البروتينات:

يمكن إيجاز عملية هضم واستقلاب البروتين في عمليتين أساسيتين هما:  
التحليل (Degradation) والاصطناع (Synthesis). حيث تتعرض البروتينات في القناة الهضمية لتأثير الأنزيمات الهاضمة للبروتينات مثل البروتياز والتي تحللها إلى حموض أمينية وأهم هذه الأنزيمات البيسين و التريسين والكيومتريسين ثم تُمنَصّ لتصل إلى الدورة الدموية حيث يتم استقلابها. يتم إعادة تصنيع بروتينات ابتداءً من الحموض الأمينية اعتماداً على التعليمات الوراثية الموجودة في الشيفرة الوراثية للخلايا ويتم صناعتها في عضيات خلوية هي الجسيمات الريبية.

تشكل الحموض الأمينية الحرة 98% من المواد الأزوتية الممتصة إلى الدم أما المتبقي وهو 2% هي أما سلاسل قصيرة من الحموض الأمينية أو أمونيا أو نترات أو نترت. إن مصير الحموض الأمينية الممتصة هو أما استخدامها في بناء البروتينات أو الهرمونات أو في بناء حموض أمينية جديدة أو كمصدر للطاقة وذلك حسب حاجة الجسم ويمكن إيجاز التفاعلات التي تتعرض لها الحموض الأمينية بـ :

**1 نزع مجموعة الأمين (Deamination):** ثم تتحلل حيث يُنتج اليوريا (حمض البولة) أو حمض اليوريك (عند الطيور أو حمض الهيبيويوريك (عند الخيول) وتطرح من الجسم عن طريق البول والتعرق.

أما المتبقي من الحموض الأمينية بعد نزع مجموعة الأمين فيستخدم في إنتاج الطاقة وبناء مركبات أخرى كالدهون



يتم نزع مجموعة الأمين إما بالأكسدة بفعل إنزيم ديهيدروجيناز أو بالطريقة غير التأكسدية بفعل أنزيم دي أميناز.

**2 انتقال مجموعة الأمين (Transamination):** وتتم بنقل مجموعة الأمين من حمض أميني لآخر لأجل بناء أحماض أمينية جديدة . ويلعب الحمض الأميني الأسبراتييك دور المستقبل أما الغلوتاميك فيلعب دور المعطي. وتتوسط هذه العملية أنزيمات متخصصة مثل تراي أميناز وينتج حموض كيتونية والتي تتحول إلى أحماض أمينية بإضافة مجموعة الأمين وضمن تفاعلات استقلابية حيوية متعددة. يرتبط الأنزيم بالحمض الأميني فيحواله إلى حمض كيتوني ثم يرتبط الإنزيم بالحمض الكيتوني فيحواله إلى حمض أميني.

**3- نزع مجموعة الكربوكسيل (Decarboxylation):** تتم بفعل أنزيمات خاصة (أمينو أسيد دي كاربوكسيلاز) حيث ينتج ثاني أكسيد الكربون والأمين المناظر ويعمل فيتامين (B6) كمرافق إنزيمي أمينات ذات أهمية حيوية في الجسم مثل الهستامين الذي ينتج من نزع المجموعة الكربوكسيلية للهستيدين، ويقوم الهستامين بتنشيط إفراز المعدة ويرفع ضغط الدم. **مصير اليوريا:** يتم تركيب اليوريا في الجسم بدءاً من الأمونيا المتحررة نتيجة نزع مجموعة الأمين من الحموض الأمينية ويتم إخراجها عن طريق البول ويجب أن لا يتجاوز تركيزها في الدم 16ملغ /100مل، إن عملية تركيب اليوريا تحتاج إلى طاقة لذلك عند التغذية على كميات كبيرة من البروتين المهضوم تُخَوِّض الحيوانات بعضاً من إنتاجيتها.

**العلاقة بين الطاقة والبروتين:** لكي تعطي العلائق المتوازنة بالحموض الأمينية التأثير الإيجابي الأعظمي لا بد من توافر شرط أساسي وهو توفر المحتوى العالي من الطاقة المتاحة في هذه العلائق وتأمين متطلبات الحيوان من العناصر المعدنية والفيتامينات بشكل كامل. لذلك يضاف الدهن الحيواني أحياناً إلى الخلطات العلفية وأفضلها دهن الخنازير وعند الصيغان يستخدم خليط من دهن المجترات والخنازير.

وفي حال توفر العلائق التي تشكل مصدر جيد للطاقة كالذرة الصفراء فلا حاجة لاستخدام الدهن.

**ملاحظة:** يختلف الهضم في معدة المجترات عن الهضم في المعدة البسيطة حيث تقوم الأحياء الدقيقة في كرش الحيوانات المجتررة بتفكيك البروتينات وإعادة بناء بروتينات ميكروبية حيث يتم هضمها في الأمعاء الدقيقة (هضم كل الأحياء الدقيقة التي تصل الأمعاء ) ولذلك لا يهم نوع البروتين الموجود في العليقة بل المهم هو وجود الأزوت الخام.

لكي تعطي العلائق المتوازنة بالحموض الأمينية التأثير الإيجابي الأعظمي لا بد من توفر شرط أساسي هو توفر المحتوى العالي من الطاقة المتاحة بالإضافة لتأمين كمية الأملاح المعدنية والفيتامينات.

**تأثير مستوى زيادة البروتين:** يجب عدم الإفراط في تقديم الأعلاف البروتينية بسبب التأثيرات السلبية التي قد تحدث مثل حالة تسممية تسمى لا توازن والتي تترافق بسوء استخدام الحموض الأمينية وهذا يؤدي إلى تراجع مقدرة الجسم على الاستفادة من طاقة وبروتين العليقة وتخفض القيمة الحيوية للبروتين وبالنهاية تنخفض معدلات الزيادة في الوزن الحي.

الأهمية الغذائية للحموض الأمينية: يجب أن تحدد احتياجات الحيوانات المجترة الصغيرة والحيوانات بسيطة المعدة من البروتين اعتماداً على محتوى البروتينات من الحموض الأمينية.

أما بالنسبة للحيوانات المجترة البالغة فلم يحدد حتى الآن احتياجاتها من الحموض الأمينية بشكل دقيق وذلك بسبب التغيرات البيوكيميائية المعقدة التي تحدث للبروتينات في الكرش.

حيث تتحول 60 – 70% من بروتينات الأعلاف إلى بروتينات الميكروبات والتي تتواجد فيها الحموض الأمينية الضرورية الحرجة بكميات أكبر مقارنة مع البروتينات النباتية.

جزء من الخلايا البكتيرية تصبح غذاء للنقاعيات. وعند التحول الثاني للبروتين الميكروبي إلى بروتين النقاعيات فإن تركيز الحموض الأمينية الحرجة يستمر بالارتفاع.

وفي هذه الظروف الفيزيولوجية الطبيعية عند المجترات فإن الحموض الأمينية مؤمنة بشكل متواصل بواسطة الآلية السابقة.

في القسم الرابع من المعدة في الأنفحة يحدث هضم للبروتين العلفي وبروتين الميكروبات وبروتين النقاعيات بواسطة الإنزيمات المحللة للبروتين بشكل مشابه للحيوانات ذات المعدة البسيطة

### **التسمم بالأمونيا وبالنترات والنترت:**

في ظروف عدم اتزان علائق الحيوانات المجترة من حيث محتواها من الكربوهيدرات والدهون والألياف والعناصر المعدنية والفيتامينات فإن إضافة المواد الأزوتية غير البروتينية يمكن أن تسبب مشاكل صحية للحيوانات.

اليوريا تكون سامة فقط إذا تجاوزت نسبتها الحد المسموح أو إذا لم تُخلط جيداً مع مكونات العلف. ويكون هناك خطورة بالتسمم باليوريا في حال كانت كمية العلف صغيرة مع تغذية عالية على اليوريا.

يلاحظ في حالات التسمم باليوريا عند المجترات التعب والإرهاق وارتجاف عضلي وعدم تناسق الحركة و التعرق الشديد وفي الحالات المتقدمة يمكن أن يحصل إفراز لعاب غزير

ويموت جنين الأبقار الحوامل بعد 30 دقيقة من ظهور الأعراض. يتم العلاج السريع بتعديل الفائض من الأمونيا في الكرش عن طريق إعطاء الأبقار 5 لترات من اللين الرائب أو مصل الحليب أو 2 لتر من محلول سكري تركيزه 30% عسل اسود. ويمكن إعطاء محلول حمض الخل بتركيز 5% وإعطاء محاليل أملاح الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن في الحالات الشديدة إعطاء كبريتات الأتروبين كمضاد تشنج.

يجب عدم تغذية الحيوانات الجافة على اليوريا لأن حموضة الكرش تكون مرتفعة ويكون تأثير اليورياز كبيراً.

الحيوانات التي تناولت دريس فصة تكون أكثر مقاومة للتسمم من الأبقار التي تناولت تبين حبوب ، ويجب بكل الأحوال تعويد الحيوانات بشكل تدريجي على تناول كميات قليلة من اليوريا وخلال فترة لا تقل عن 10 يوم.

إن الحيوانات بصورة عامة لا يمكنها أن تستخدم الروابط الأزوتية البسيطة كالنترت والنترات والأمونيا بشكل مباشر لبناء وتمثيل البروتينات الخاصة بها، علماً أنها تُمتص بسهولة من الجهاز الهضمي إلى الدم وإن ورودها بكميات كبيرة يسبب تسمماً خطيراً عند الحيوان والإنسان.

وعند وصول النترت إلى الدم فإنه يغير أوكسي هيموغلوبين الدم إلى ميثوهيموغلوبين الدم المتبدل وهذا الأخير غير قادر على مبادلة غاز ثاني أوكسيد الكربون مع أوكسجين الهواء في الرئتين، وعند تراكم الميثوهيموغلوبين ووصول نسبته إلى 75% تنفق الحيوانات بالإختناق وأهم أعراضه هو الدم الأسود الذي يخرج من الأوعية الدموية المفتوحة.

وتلاحظ حالات التسمم بالنترات والنترت عندما تضاف الأسمدة إلى الأراضي الزراعية بمعدل 200 كغ للهكتار وبدون ري كافٍ وهذا يؤدي لزيادة تركيز النترات والنترت في النباتات حتى تصل إلى المستويات السمية (1.5%) من وزن العليقة. كما أن وصول النترات والنترت إلى مياه الشرب يؤدي إلى التسمم في حال وصلت الكمية إلى (1.8) غرام لكل لتر. يمكن خفض سمية النترات والنترت بإعطاء الحيوانات مستحضرات فيتامين (A).

\*\*\*\*\*