

De magen van de koe, een complex geheel

Een koe heeft net als andere herkauwers viermagen. Dat is een complex geheel. Wat gebeurt er in die magen? En waar vindt de afbraak plaats van de verschillende voedermiddelen?

AUKJE GEURTSSEN, productmanager/dierenarts bij De Heus Voeders





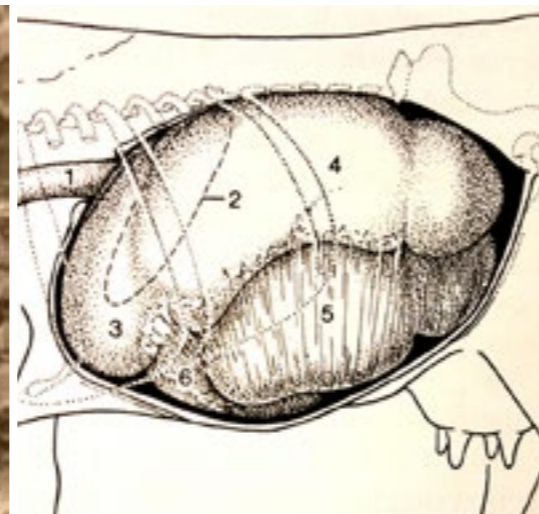
Structuur van de netmaag.

BRON: DYCE, TEXTBOOK OF VETERINARY ANATOMY



Structuur van de boekmaag.

BRON: DYCE, TEXTBOOK OF VETERINARY ANATOMY



Linkerzijde van de koe: 1) slokdarm, 2) afdruk milt, 3) netmaag, 4) bovenste penszak, 5) onderste penszak, 6) deel lebmaag.

BRON: DYCE, TEXTBOOK OF VETERINARY ANATOMY

Koeien en andere herkauwers zijn unieke dieren. Dankzij hun magencomplex kunnen ze plantaardig voedsel dat voor de mens onbruikbaar is, omzetten in hoogwaardige producten zoals melk en vlees. Dit is mogelijk door het grote 'vergistingsvat', de pens, waarin miljarden bacteriën en protozoa het opgenomen voer als voedingsbron benutten. Tijdens deze zogenoemde fermentatie worden vluchtige vetzuren gevormd en microbiel eiwit geproduceerd. Daarnaast worden er bij de fermentatie warmte, ammoniak, gassen zoals methaan en CO₂, en water geproduceerd. De vluchtige vetzuren leveren tot tweederde van de beschikbare energie voor het dier. De overige energie wordt gehaald uit voedingsstoffen die aan de fermentatie ontsnappen en via de vertering in de lebmaag en dunne darm aan het dier ten goede komen.

Voormaagcomplex

Herkauwers hebben vier magen. De eerste drie magen: **pens**, **netmaag** en **boekmaag**, vormen samen het voormaagcomplex. De **lebmaag** is de eigenlijke maag waar het voedsel wordt aangezuurd en waar de vertering begint. De lebmaag is vergelijkbaar met de maag van eenmagigen. De magen van de koe nemen het grootste deel van de buikholve in. Het vult bijna de gehele lin-

kerzijde van de koe en strekt zich ook nog voor een deel uit over de rechterhelft. De netmaag is een peervormig orgaan en heeft een volume van 6 tot 8 liter. Hij staat via een grote opening in verbinding met de pens. De pens en de netmaag functioneren in feite als een geheel. De netmaag initieert de bewegingen van de voormagen. Daarnaast zorgt deze voor de scheiding van nog onvoldoende gefermenteerd ruwvoer en de voldoende verkleinde voedseldelen naar de boekmaag. De binnenkant van de netmaag heeft een honingraatstructuur met opstaande lijsten – dit lijkt op een net, vandaar de naam. Door samentrekking richten de netmaaglijsten zich op waardoor voedingsstoffen makkelijker geabsorbeerd kunnen worden en de grove delen worden vastgehouden zodat die niet te snel naar de boekmaag verplaatst worden. De netmaag verzamelt het materiaal dat nogmaals herkauwd wordt.

De pens is een enorm groot orgaan met een inhoud van 100 tot 150 liter. Het bevindt zich aan de linkerzijde van de koe. Door de grootte van de pens worden de darmen geheel naar de rechterkant verplaatst. De pens bevat pensvlokken die tot 1 cm lang kunnen zijn. De pensvlokken absorberen de vluchtige vetzuren, water en elektrolyten. De pens is eigenlijk een doodlopend orgaan en bevat een aantal plooiën waar-

door het in compartimenten is ingedeeld. Er is maar één in- en uitgang en dat is de pens-netmaagopening. Hierdoor is de pens uitermate geschikt als 'fermentatievat'. De functie van de pens is opslag van het ruwvoer, menging van de inhoud ter ondersteuning van de fermentatie en absorptie van de fermentatieproductie, met name de vluchtige vetzuren.

De pens en de netmaag worden vaak als een geheel beschouwd en de samentrekkingen van deze voormagen zijn ook aan elkaar gekoppeld. De boekmaag zit tussen de netmaag en de lebmaag in. De boekmaag heeft een volume van 7 tot 18 liter en ligt op de bodem van de buik. Het bestaat uit bladen, en door het schuren van de bladen langs de tussenliggende voedseldelen wordt het voedsel gemalen. Alleen voldoende gefermenteerd voedsel en vloeibaar materiaal gaat door naar de lebmaag. Door het samentrekken van de boekmaag wordt de vloeistof uit de voedseldelen geperst. De kleingemaakte voedseldelen gaan door naar de lebmaag. De boekmaagbladen bevatten papillen met een groot oppervlak, waardoor makkelijk voedingsstoffen kunnen worden opgenomen, waaronder de laatste vluchtige vetzuren.

De lebmaag

Na de drie voormagen komt het voedsel in de lebmaag, de uiteindelijke maag met een inhoud van 10 tot 20 liter. In de voormagen vindt fermentatie van voer plaats, in de lebmaag start de enzymatische vertering van het voer. Hier worden maagzuur en pepsine, een enzym, geproduceerd waarmee eiwitten worden afgebroken. Het substraat voor de eiwitafbraak in de lebmaag en dunne darm is voornamelijk microbiel eiwit dat gevormd wordt in de voormagen. De gehele eiwitbehoefte van de koe wordt gedekt door eiwit rechtstreeks uit de voeding en microbiel eiwit gemaakt in de voormagen.

De weg van ruwvoer door de magen

Door de slokdarm komt het voer aan in het pens-netmaagcomplex. De voedselbrok komt in de voorste penszak waarna het naar de achterste penszak wordt verplaatst. Hier blijft het doorgeslikte voedsel een tijd lang hoog in de penszak drijven en wordt het daarbij door het bovenste deel van de structuur laag gemengd. Bij elke samentrekking van de pens wordt deze laag door-

drenkt met pensvloeistof en hierdoor wordt het materiaal zwaarder. Het wordt zo grofweg twee dagen geweekt, afhankelijk van het soort voer. Door het weken wordt de lucht in de plantendelen verdrongen door water en het soortelijk gewicht neemt toe. Het voedsel zakt hierdoor langzaam omlaag tot in de onderste penszak. Door de samentrekkingen van de pens wordt het voer steeds heen en weer verschoven en vindt voedselverkleining en fermentatie plaats door de pensflora. Na ongeveer twee dagen heen en weer schuiven komt het voer weer aan in de netmaag. Grove niet gefermenteerde voedseldelen

en onvoldoende pensbuffering kan de pens-pH een aantal uren per dag te laag worden en hierdoor kan (subklinische) pensverzuring ontstaan. Er zijn grofweg drie typen vluchtige vetzuren: propionzuur, azijnzuur en boterzuur. Afhankelijk van het rantsoen is er een verschil in verhouding van aanmaak van de vluchtige vetzuren. Structuurrijke, rustig verteerbare voedermiddelen geven bijvoorbeeld een hogere productie van azijnzuur. Azijnzuur is nodig voor de vorming van melkvet en een verhoogde azijnzuurproductie geeft dan ook een hoger melkvet in de melk.

Herkauwen is nodig voor een goede fermentatie

kunnen niet door naar de boekmaag en worden door de slokdarm naar boven gestuwd en herkauwd. Nadat de voeropname gestopt is, begint het dier te herkauwen en wordt een kleine portie pens-netmaaginhoud naar de bek teruggebracht om nogmaals, en nu grondig, gekauwd te worden. Herkauwen is nodig om een goede fermentatie te creëren, anders kunnen de voedingsstoffen niet opgenomen worden. Na drie tot zes keer herkauwen en door de micro-organismen gefermenteerd te zijn, zijn de voedseldelen uiteindelijk klein genoeg om door de sluitspier van de netmaag naar de boekmaag te passeren. In de boekmaag worden de voedseldelen verder verkleind om vervolgens via de lebmaag naar de darm te gaan.

Invloed rantsoen, voedermiddelen

De plaats van afbraak van voedingsstoffen verschilt per soort voedermiddel. Cellwanden kunnen alleen afgebroken worden door fermentatie in de pens. Vetten kunnen bijvoorbeeld alleen verderop in het maag-darmkanaal verteerd worden. Door het herkauwen en de speekselproductie, wordt er een grote hoeveelheid buffer aangemaakt om de pens op de juiste zuurtegraad (pH) te houden en het fermentatieproces zo constant mogelijk te houden. Als de fermentatie te snel is, komen er veel vluchtige vetzuren vrij. Door een overmaat aan vluchtige vetzuren

Producten met een snelle fermentatie leveren meer propionzuur. Zetmeel kan bijvoorbeeld veel propionzuur leveren. Propionzuur wordt omgezet in glucose en levert veel energie op voor de koe en is melkdrijvend. In snel fermenteerbare rantsoenen wordt meer propionzuur en minder azijnzuur geproduceerd en hierdoor ontstaat een hoge melkproductie met een lager vetgehalte.

De uitdaging zit in het voeren van een voldoende snel rantsoen waarbij er in de juiste verhoudingen vluchtige vetzuren worden aangemaakt, voor voldoende melkproductie met behoorlijke gehalten en een gezonde penswerking. 