

Hoe ademt het ei van onze Australorps?

Written by Aad Glas

Wednesday, 21 July 2010 19:05 - Last Updated Friday, 30 December 2011 22:32

De titel van dit artikel klinkt misschien wat vreemd, maar in werkelijkheid is de ademhaling (of gasuitwisseling) van een ei een uniek biologisch verschijnsel. Een ei kan gezien worden als een selfsupporting leefsysteem, vergelijkbaar met een capsule in de ruimte of een onderzeeboot diep onder water.



Vrijwel alles wat voor een zekere tijd nodig is om te kunnen blijven bestaan en te kunnen functioneren wordt in deze voertuigen meegenomen. In principe geldt dit ook voor een ei, een selfsupporting leefsysteem voor een groeiend embryo. Alle voedingsstoffen, mineralen, water en energiebronnen die een groeiend embryo nodig heeft zijn in het ei opgeslagen en staan ter beschikking van het embryo. Van buiten het ei moet wel warmte aangevoerd worden om het ontwikkelingsproces van het embryo mogelijk te maken, evenals een mechanische kracht om de eieren regelmatig te keren. Daarnaast mist het ei nog een belangrijke factor voor de ontwikkeling van het embryo, namelijk zuurstof. In onderstaand artikel zal ik in het kort proberen een aantal facetten van de ingewikkelde gasuitwisseling duidelijk te maken; hoe komt zuurstof het ei binnen en hoe wordt koolzuurgas, een afvalproduct van het groeiend embryo, uit het ei naar buiten getransporteerd? Reeds eerder heb ik aangegeven dat de gasuitwisseling een functie van de eischaal is. Een belangrijke rol hierin spelen de poriën in de eischaal, maar ook de echte eischaal, de cuticula (buitenste afdeklaagje van de eischaal) en de twee eischaalvliezen (de buitenste en de binnenste eischaalvliezen) zijn bij de ademhaling betrokken. De poriën heb ik reeds eerder beschreven. Waarom is de gasuitwisseling van een ei zo bijzonder? Bij de meeste dieren en de mens denken we bij ademhaling aan een activiteit waarbij door middel van spierbewegingen lucht of water (bij vissen) in de longen of kieuwen wordt gebracht en gasuitwisseling kan plaats vinden. Deze spierbewegingen worden door het centrale zenuwstelsel gestuurd en wij hebben op deze sturing weinig invloed.

Voor insecten, amfibieën en reptielen geldt dit systeem niet, er zijn geen ademhalingsbewegingen, longen of kieuwen. Hetzelfde geldt voor eieren van vogels tijdens de broedperiode, in een ei zijn geen luchtkanalen aanwezig die zuurstof uit de buitenlucht naar de

Hoe ademt het ei van onze Australorps?

Written by Aad Glas

Wednesday, 21 July 2010 19:05 - Last Updated Friday, 30 December 2011 22:32

bloedvaten van het embryo kan brengen. Bovendien functioneren gedurende de eerste negentien dagen van de broedperiode de longen van het kuiken nog niet. Toch moet er gasuitwisseling plaats vinden, want een levend organisme zoals een embryo kan niet bestaan zonder gasuitwisseling. Het principe van ademhaling bij insecten, amfibieën, reptielen en vogeleieren is gebaseerd op diffusie van gassen (zuurstof en koolzuurgas). Deze diffusie van gassen vindt plaats door de vele duizenden poriën in de eischaal. De drijvende kracht achter deze vorm van ademhaling is het natuurlijke gegeven dat gassen vanzelf vanuit een gebied met een hoge concentratie zich verplaatsen naar een gebied met een lagere concentratie van dat gas. Vanzelf betekent hier dat er geen specifieke energie nodig is om dit proces op gang te brengen of aan de gang te houden.

Deze diffusie van gassen kan vergeleken worden met het stromen van water in een rivier van een hoog gebied naar een lager gebied. Zuurstof gaat via diffusie het ei binnen omdat daar de concentratie van zuurstof lager is dan buiten het ei. Koolzuurgas gaat de omgekeerde weg omdat de concentratie daarvan in het ei vele malen hoger is dan daarbuiten. De mate van diffusie is behalve van de verschillen in concentratie van beide gassen ook afhankelijk van het aantal poriën, de lengte van poriekanaal en de vorm van de poriën. Het is interessant om te weten dat een gemiddeld ei van een kip tussen de 10000 en 15000 poriën bezit. Dit houdt in dat er gemiddeld 150 poriën per vierkante centimeter eischaal voorkomen. Als we alle porieopeningen bij elkaar optellen resulteert dit in een gat van gemiddeld 2,3 vierkante millimeter in een ei. Door dit kleine gat moet alle gasuitwisseling die ik hier beschrijf plaats vinden. Het blijkt dat de cuticula nauwelijks een invloed heeft op de diffusie, evenmin als het buitenste eischaalvlies. Het binnenste eischaalvlies blijkt wel degelijk een belangrijke rol te hebben in het diffusieproces.

Dit komt later in het artikel aan de orde. Tijdens de 21 dagen van de broedperiode neemt een normaal ei met een gewicht van 60 gram ongeveer 6 liter zuurstof op en geeft in diezelfde tijd ongeveer 4,5 liter koolzuurgas af. Hoewel ik het artikel niet nodeloos ingewikkeld wil maken, moet ik er hier wel bij vertellen dat bij gasuitwisseling van een ei naast zuurstof en koolzuurgas ook waterdamp een rol speelt. Er moet tijdens de broedperiode ook water uit het ei verwijderd worden. Dit is nodig omdat het groeiende embryo als energiebron voornamelijk het vet uit de dooier gebruikt. Bij de vertering van dit vet komt een grote hoeveelheid water vrij en zal de totale hoeveelheid water in het ei sterk toenemen. Deze toename veroorzaakt grote problemen voor het embryo, alleen al vanwege het feit dat al dit water te weinig ruimte in het ei overlaat voor het groeiende embryo. Er moet dus een forse hoeveelheid water uit het ei verwijderd worden. Ook hier is sprake van een groot verschil in concentratie van waterdamp in het ei en daarbuiten. Dit heeft tot gevolg dat er een constante stroom waterdamp het ei verlaat. In de totale broedperiode is dit ongeveer 11 liter. Vertaald naar percentage gewichtsverlies betekent dit dat een ei tijdens de 21 dagen van de broedperiode ongeveer 13- 15% van het begingewicht moet verliezen, anders komt het embryo in het ei in ernstige problemen. Het embryo heeft zelf geen mogelijkheid voor controle van de gasuitwisseling. De processen die ik hierboven beschreef verlopen in de regel perfect omdat het ei hiervoor door de natuur uitstekend is

Hoe ademt het ei van onze Australorps?

Written by Aad Glas

Wednesday, 21 July 2010 19:05 - Last Updated Friday, 30 December 2011 22:32

toegerust. Als de gasuitwisseling te hoog is zal er vooral te veel waterdamp verloren gaan met als resultaat verdroging van de embryo. Is de gasuitwisseling te traag, dan krijgt het embryo te weinig zuurstof, zal zichzelf vergiftigen door een teveel aan koolzuurgas en mogelijk zichzelf verdrinken in een teveel aan water in het ei. Tijdens de broedperiode verliest het ei in een normale situatie waterdamp in een constante hoeveelheid per tijdseenheid. Dit geldt niet voor de opname van zuurstof.

In de eerste dagen van de broedperiode heeft het kleine embryo nog te weinig zuurstof nodig.

Naarmate het embryo zich verder ontwikkeld wordt de behoefte aan zuurstof steeds groter. Om aan deze toenemende behoefte te voldoen gaat het embryo de chorio-allantois ontwikkelen. In de eerste dagen van de broedperiode ontwikkelt zich tuitplooien aan de voorzijde en de achterzijde van het embryo een vlies dat de chorion wordt genoemd. Vrijwel gelijktijdig groeit uit de einddarm van het embryo een soort uitstulping, de allantois. Deze vliezen komen tezamen en vormen dan de chorio-allantois die vanaf de vijfde dag van de broedperiode gaandeweg het binnenste eischaalvlies gaat bedekken en daar een netwerk van capillaire bloedvaten (zeer kleine bloedvaten) gaat vormen. Rond de negende broeddag bedekt de chorio-allantois ongeveer de helft van de eischaal. Rond de twaalfde broeddag is de chorio-allantois volgroeid en wordt vrijwel de gehele eischaal (behalve de luchtzak) afgedekt door de chorio-allantois. deze chorio-allantois kunnen we beschouwen als de placenta of moederkoek van het embryo. De chorio-allantois is in het ei tot en met de negentiende dag van de broedperiode het belangrijkste orgaan voor de gasuitwisseling.

Omdat in de loop van de broedperiode veel waterdamp het ei verlaat en daarvoor in de plaats gassen het ei binnenkomen, ontstaat er een luchtzak die uiteindelijk ruim 15% van de ruimte van het gaat innemen. De dagelijkse behoefte aan zuurstof neemt sterk toe naarmate de negentiende dag van de broedperiode wordt benaderd. Om aan deze stijgende behoefte te voldoen moet er ook meer gasuitwisseling plaats vinden. Dit is ook mogelijk en hierin speelt het al eerder genoemde binnenste eischaalvlies een regulerende rol. De doorlaatbaarheid voor gassen van dit vlies wordt in toenemende mate groter, als gevolg van het feit dat dit vlies droger wordt door verwijdering van waterdamp uit het ei. Uit onderzoek blijkt dat de maximale hoeveelheid gasuitwisseling op basis van diffusie al bereikt wordt rond de vijftiende dag van de broedperiode. Om de periode tussen dag 15 en dag 19 de gasuitwisseling optimaal te laten verlopen worden een aantal andere aanpassingen in het embryo in gang gezet.

Deze aanpassingen zijn een sterke verhoging van het aantal rode bloedlichaampjes (verantwoordelijk voor het transport van zuurstof door het bloed), een verhoging van de bloeddruk, een sterke uitbreiding van het bloedvatstelsel en een sterke toename in

Hoe ademt het ei van onze Australorps?

Written by Aad Glas

Wednesday, 21 July 2010 19:05 - Last Updated Friday, 30 December 2011 22:32

pompcapaciteit van het hart van het embryo. Al deze aanpassingen zorgen ervoor dat het embryo een ideale omgeving heeft om te groeien. Op de negentiende dag komt via diffusie gasuitwisseling door de poriën en dankzij de hierboven genoemde aanpassingen in een aantal organen van het embryo de maximaal haalbare hoeveelheid zuurstof binnen en gaat de maximale hoeveelheid koolzuurgas naar buiten. Tot op dit moment loopt alles perfect. Toch ontstaat er nu een probleem voor het embryo. Voor de krachtsexplosie die het embryo moet leveren om uit het ei te kunnen kruipen, biedt de diffuse gasuitwisseling toch niet genoeg mogelijkheden en heeft het embryo te weinig zuurstof voor de spierkracht die nodig is om de activiteiten te kunnen uitvoeren die nodig zijn om uit het ei te kruipen. De vraag is hoe die extra hoeveelheid zuurstof dan wel ter beschikking van het embryo kan komen. Ook hier heeft de natuur een prachtige oplossing aangedragen. Op de negentiende dag voert het embryo een aantal spierbewegingen uit waardoor het embryo uiteindelijk met de snavel de luchtzak kan aanpikken. Op dat moment beschikt het embryo over de zuurstof in de luchtzak (die nu een forse omvang heeft). Op dit moment begint ook de echte ademhaling met de eigen longen. Dit geeft het embryo veel meer mogelijkheden; immers de gasuitwisseling via de chorio-allantois functioneert ook nog. De zuurstof toevoer komt nu van twee kanten en de afvoer van koolzuurgas gaat ook veel sneller. Ruim 6 tot 10 uur na het aanpikken van de luchtzak begint het embryo met de laatste fase van het uitkomen door de eischaal aan te pikken. Ook hiervoor moet het embryo grote spierkracht leveren om uiteindelijk in het ei rond te draaien, de eischaal te breken en een kapje van het ei af te werpen. Op dat moment ademt het embryo voor de eerste maal direct buitenlucht in.

Gelijktijdig neemt het functioneren van de chorio-allantois geleidelijk af. In het lege ei kunnen we nog vaak de restanten van deze vliezen terug vinden. De geleidelijke, overschakeling van volledige diffuse ademhaling naar volledige longademhaling direct uit de buitenlucht neemt ruim 24 tot 36 uur in beslag. Deze fase van overschakeling van diffuse ademhaling naar longademhaling is de meest kritieke fase in de gehele ontwikkeling van het embryo. In deze fase treedt ook de meeste sterfte van embryo's op. We noemen deze sterfte vaak de "dood in de dop". Als we terugkijken naar het diffuse ademhalingsproces dan valt meteen op hoe fraai de natuur dit mechanisme heeft geregeld. We weten dat de eischaal meerdere functies heeft. Om de gasuitwisseling optimaal te kunnen laten verlopen worden geheel andere eisen gesteld aan de structuur van de eischaal en het aantal, de grootte en de lengte van de poriën dan we alleen uit oogpunt van mechanische bescherming van ei inhoud aan de eischaal zouden stellen. Daarbij komt nog de taak van de eischaal een instroom van bacteriën in het ei tegen te houden.

Eenvoudig gezegd, hoe groter en korter de poriën hoe makkelijker de ademhaling, maar ook zwakker de eischaal wordt en des te gemakkelijker bacteriën kunnen binnendringen. Denk hierbij dan ook nog aan de functie van de eischaal als kalkleverancier voor het embryo. De

Hoe ademt het ei van onze Australorps?

Written by Aad Glas

Wednesday, 21 July 2010 19:05 - Last Updated Friday, 30 December 2011 22:32

natuur heeft hier een prachtig evenwicht gevonden, maar zo subtiel dat wij dit wel kunnen beschrijven, maar nauwelijks kunnen begrijpen. Ontwerp maar eens een structuur van een eischaal, die minstens vijf belangrijke functies moet uitoefenen, die allen hun optimum op verschillende tijdstippen in de totale broedperiode vertonen, maar ook gedurende die periode veeloverlap hebben. Gelet op alle waarden die we hier genoemd hebben, is het verbazingwekkend dat veelal toch een gezond embryo wordt geboren. Vooral de poriën spelen hierbij een allesoverheersende rol. Reeds eerder heb ik geschreven dat per soort kip of vogel het aantal poriën en de vorm van de poriën karakteristiek te noemen is. Daarbij komt nog dat per individu er ook nog grote verschillen zijn.

Het is daarom heel goed mogelijk dat hennen die voor de ademhaling ongunstige eischalen produceren mogelijk systematisch slechtere broedeieren leveren dan andere hennen. Dit betekent veel uitval bij deze eieren die we echter niet op de individuele hennen terug kunnen voeren. Indien dit wel mogelijk was konden we ook selecteren op hennen die goede en slechte eischalen produceren. Het verhaal van optimale condities voor ademhaling wordt nog interessanter als we dat gaan vertalen naar verschil in grootte van de eieren per soort. Neem alleen het verschil in grootte van de eieren tussen een kolibrie en een onlangs uitgestorven vogelsoort in Madagascar, de olifant-vogel. De eerste leegt eieren van een kart gram en de laatste legde eieren van 9 kilo. In alle gevallen is de eischaal met al haar functies zodanig gevormd dat de condities voor het embryo zo optimaal mogelijk zijn. We kunnen ons nauwelijks voorstellen hoe de natuur dat allemaal heeft geregeld. Verder zijn er vogels die vergeleken met de kip in een veel droger of vochtiger omgeving leven. Daar dreigt een ei veel sneller uit te drogen of haar water niet kwijt te kunnen raken. De natuur heeft daarvoor aanpassingen moeten aanbrengen, zoals bv. meer of minder poriën, een dikkere of dunnere eischaal, zonder dat het totaal aan functies van de eischaal slechter wordt. Ook hier blijkt weer dat de natuur voor elke soort een perfect evenwicht heeft gevonden tussen de structuur van het ei, de nestomgeving en de omgeving in de natuur waarin de betreffende soort moet leven. Als we dit allemaal op ons in laten werken, is het telkens weer interessant om te bedenken welk een wonder er gebeurt als er een fraai gevormd en gezond kuiken na 21 dagen uit het ei kruipt.

Dit artikel overgenomen uit verschillende bronnen

Noot van de redactie

Hoe ademt het ei van onze Australorps?

Written by Aad Glas

Wednesday, 21 July 2010 19:05 - Last Updated Friday, 30 December 2011 22:32

Dit artikel begint met dat het een beetje vreemd klinkt, het is misschien een lang verhaal, maar ik als fokker van Australorps wist niet dat het ei van de Australorp zo'n wonderlijk biologisch object was...