

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 137

Kennisoverdracht broederij 2006

Juni 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR

Postbus 65, 8200 AB Lelystad

Telefoon 0320 - 238238

Fax 0320 - 238050

E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl

Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur: A. Lourens

Titel: Kennisoverdracht broederij
Rapport 137

Samenvatting

In dit rapport worden de basispresentaties weergegeven die zijn gehouden voor het project "Kennisoverdracht Broederij 2006" op 11 broederijen in Nederland, voor in totaal 115 personen.

Trefwoorden:

Eierenbewaring, kiemvitaliteit, eikwaliteit, aanbroeden, broedproces, embryo temperatuur, broeduitkomsten, embryo ontwikkeling, kuikenprestatie



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN **UR**

Rapport 137

Kennisoverdracht broederij

A. Lourens

Juni 2008

Voorwoord

De aanleiding voor dit project was een broederijkennisuitwisselingsdag op Het Spelderholt (Waiboerhoeve) in Lelystad in 2005. De interesse in broederijtechniek en embryo-ontwikkeling was groot, en een groot aantal broederijen namen deel. Het bleef echter tijdens de discussie angstvallig stil, wanneer gevraagd werd naar problemen en oplossingen op de verschillende broederijen. Daarom werd besloten om een vorm van kennisoverdracht te kiezen op individuele broederijen zelf. Broederijen konden zelf van te voren aangeven waar hun interesse lag, en de presentatie werd hierop aangepast. De basispresentatie bestond uit twee delen. In dit rapport worden de sheets gepresenteerd die zijn gebruikt bij het project "Kennisoverdracht Broederij 2006". Ook is een literatuurlijst opgenomen van artikelen waaruit informatie is gebruikt in de presentaties en tijdens de discussies.

Graag wil ik allen bedanken die hebben bijgedragen aan een positieve discussie over broedtechniek in relatie tot embryo ontwikkeling.

Sander Lourens

Deelnemende broederijen

1. Verbeek's Broederij (14)
2. Broederij "Het Anker" (8)
3. Cobroed en Sloot (24)
4. Pronk BV (8)
5. Van Hulst (16)
6. Ter Heerdt (7)
7. Hendrix Poultry Breeders (13)
8. Zanders Broederij (4)
9. Torsius (8)
10. EPI Ross (7)
11. Munsterhuis (6)

In totaal namen 11 broederijen deel aan deze vorm van kennisoverdracht, en bezochten 115 personen de presentaties.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Deelnemende broederijen

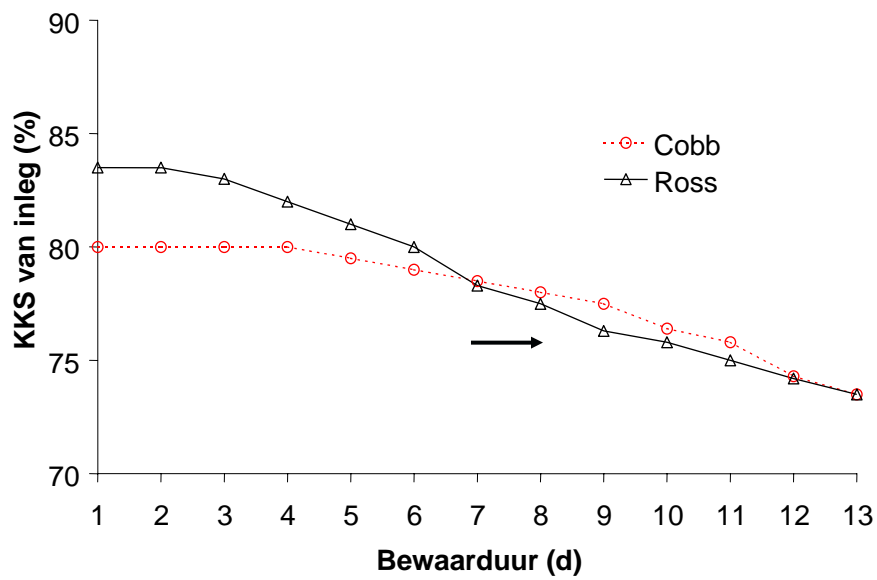
Deel 1: Kiemvitaliteit, bewaring en aanbroeden.....	1
Deel 2: Broedtemperatuur	12
Literatuur.....	37

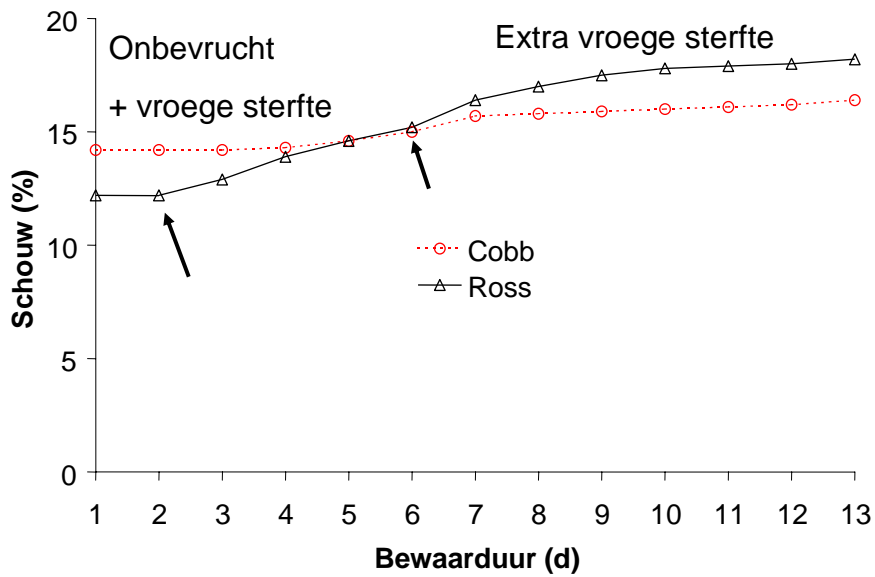
Deel 1: Kiemvitaliteit, bewaring en aanbroeden

Kennisoverdracht Broederij 2006

Deel 1: Kiemvitaliteit, bewaring en aanbroeden

Sander Lourens



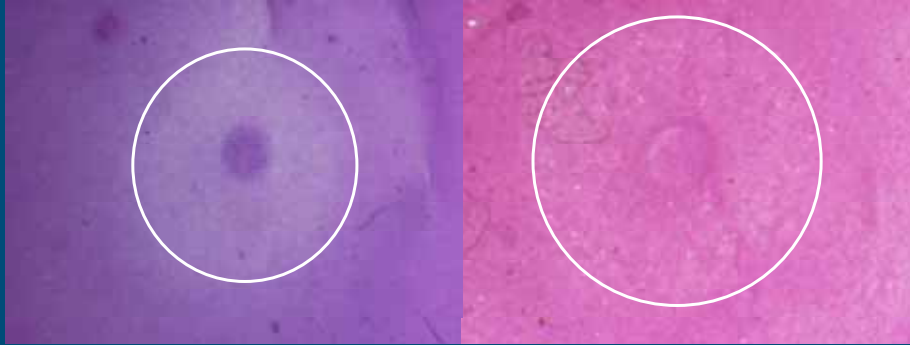


Voorkomen van vroeg-embryonale sterfte

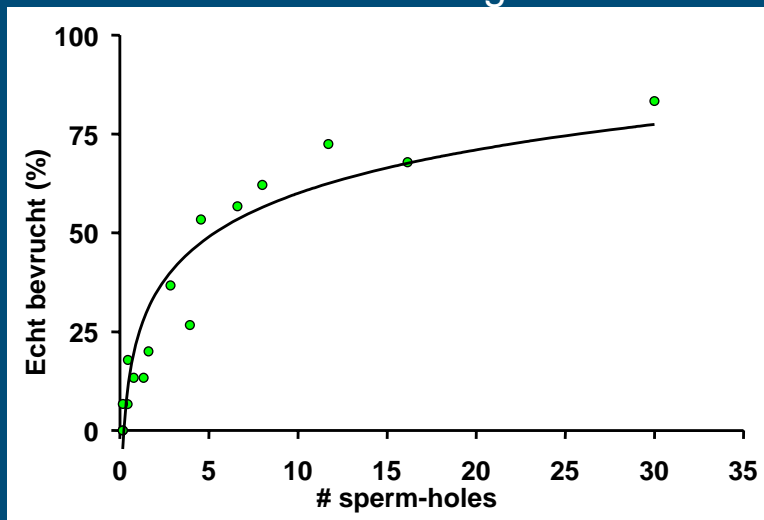
- Kwaliteit van de bevruchting?
- Verhogen embryovitaliteit
- Omgeving van het embryo aanpassen



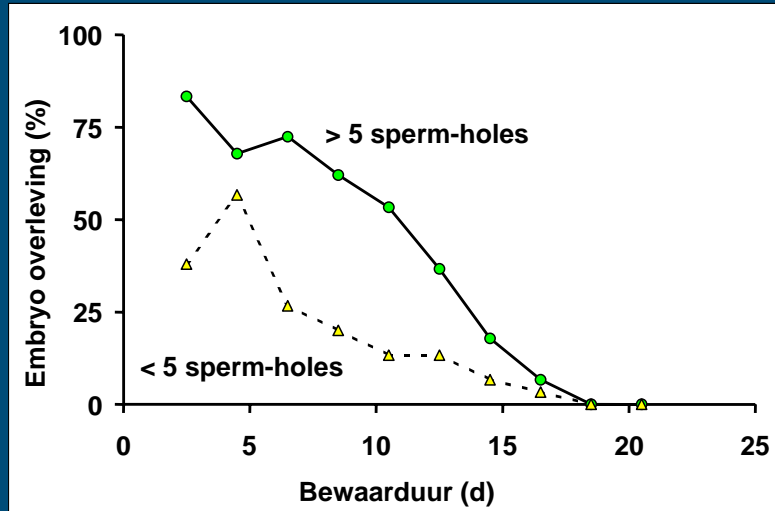
Kwaliteit van de bevruchting



Kwaliteit van de bevruchting



Kwaliteit van de bevruchting



Embryo vitaliteit

Om de bewaarperiode te kunnen overleven, heeft een embryo een minimaal aantal cellen nodig (Fasenko et al., 2001):

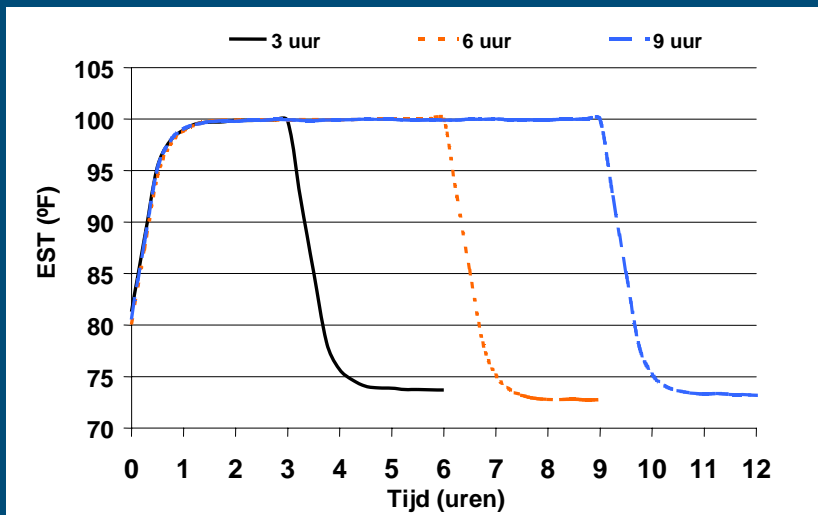
- 2-lagig stadium (60.000 – 80.000 cellen; stage X)
- 3 – 6 uur opwarming bij broedtemperatuur voor de bewaarperiode
- Verbetert de embryo vitaliteit
 - kleinschalige proef
 - grote praktijkproeven

Kleinschalige proef: # eieren per proefgroep

	0 uur	3 uur	6 uur	9 uur	Totaal
Bewaarduur					
7d	300	300	300	300	1.200
14d	300	300	300	300	1.200
Totaal	600	600	600	600	2.400



Eischaaltemperatuur (F) tijdens de opwarming.



Duidelijke “wake-up call”

Beter in single-stage dan in multi-stage machines

Toekomst:

Opwarmproeven bij VB

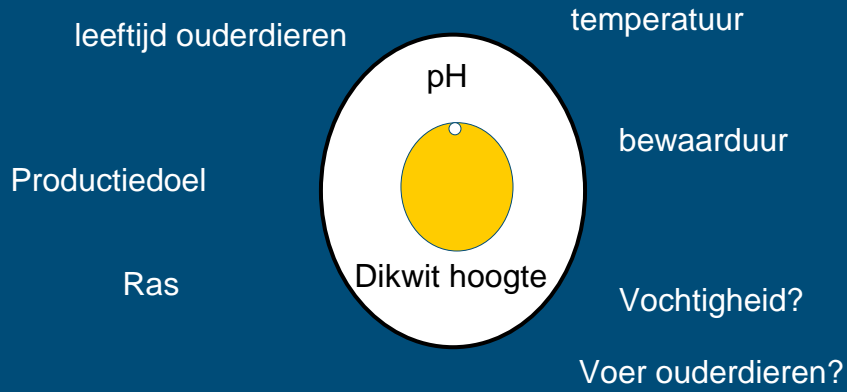
- bewaarduur <7 d
- betere embryo vitaliteit
- verbeterde kuikenprestatie



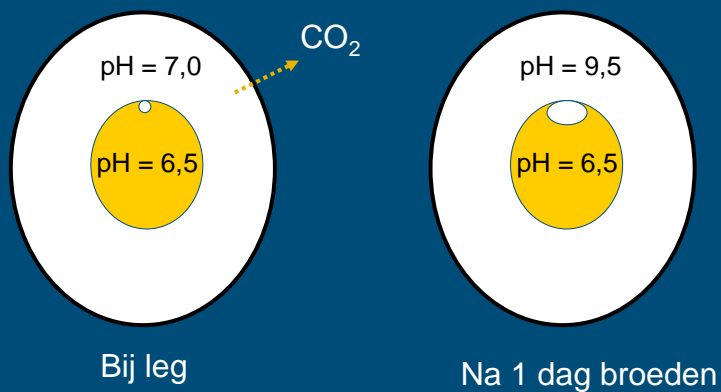
Voorkomen van vroeg-embryonale sterfte

- Verhogen embryovitaliteit
- Omgeving van het embryo aanpassen
 - zeer kort bewaren
 - lang bewaren

Aanpassen omgeving van het embryo



Aanpassen omgeving van het embryo



Aanpassen omgeving van het embryo

pH gradiënt en eiwit kwaliteit beïnvloeden:

- afvoer afvalstoffen
- aanvoer zuurstof

Hoe wil je het ei tijdens bewaren hebben, en hoe maak je het ei “klaar” voor het broedproces?

De omstandigheden in het ei moeten wel de ontwikkeling van het embryo ondersteunen!



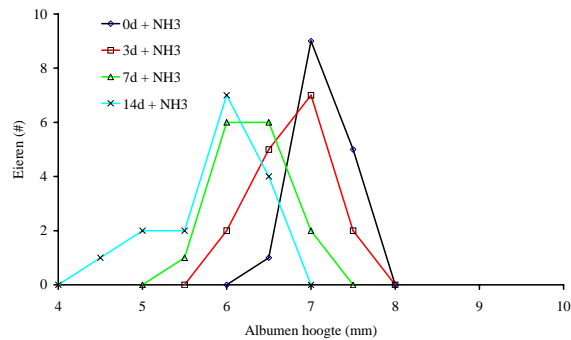
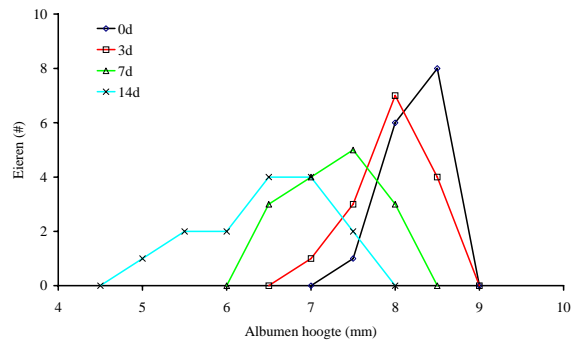
Zeer kort bewaren

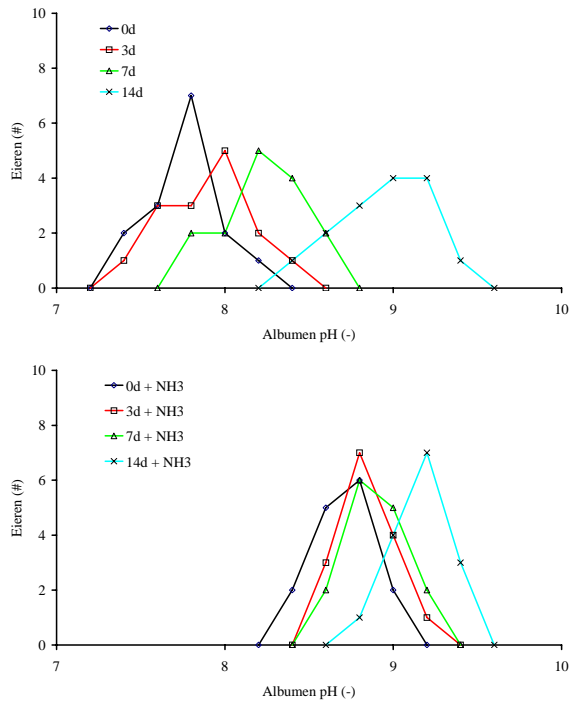
- Eikwaliteit in stallen met hoge NH_3 concentratie slecht
- In bevruchte eieren neemt albumen hoogte sneller af (en een van de eerste afvalproducten in NH_3)
- $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{HCO}_3$: pH neemt toe
- Proef: eieren van jonge moederdieren (27 w) blootstellen aan NH_3 en kort (2d) of lang (9d) bewaren
 - albumen hoogte
 - albumen pH
 - vroeg embryonale sterfte en broeduitkomsten



Zeer kort bewaren

- Proef 1: effect NH₃ op dikwithoogte en pH
 - eieren 1 uur blootstellen aan NH₃ > 2.000 ppm
 - op dag 0, 3, 7 en 14 (na leg)
- Proef 2: eieren van jonge moederdieren (27 w) blootstellen aan NH₃ en kort (2d) of lang (9d) bewaren
 - albumen hoogte
 - albumen pH
 - vroeg embryonale sterfte en broeduitkomsten





Tabel 1. effect van bewaarduur en ammoniakblootstelling op bevruchting, embryosterfte en broeduitkomsten

	Onbevrucht	Embryo sterfte			Kuikens	
		Week 1	Week 2	Week 3	2 ^e srt	1 ^e srt
Interactie						
2 d + NH ₃	6,2	5,1 ^b	1,0	3,1	0,8	90,0 ^a
2 d - NH ₃	6,0	7,3 ^{ab}	0,7	3,5	0,9	87,6 ^{ab}
9 d + NH ₃	8,3	8,7 ^a	1,7	6,5	2,6	80,5 ^b
9 d - NH ₃	8,0	8,0 ^a	1,3	6,2	2,6	81,9 ^b
Bewaarduur	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
NH ₃	0,661	0,182	0,124	0,535	0,878	0,832
Bewaarduur x NH ₃	0,952	0,004	0,738	0,608	0,777	0,001

Lang bewaren

- Eiverzameling na legpiek (dus in de middag)
- Pulp trays vs broedladen
- Opwarming
- Bewaring bij lage temperatuur (<16°C)
- Keren
- Op de kop bewaren
- Geen zuurstof (CO₂ bewaring; onder water)
- Voorverwarming naar 25°C
- Snelle opwarming naar broedtemperatuur

Deel 2: Broedtemperatuur

Kennisoverdracht Broederij 2006

Deel 2: Broedtemperatuur

Sander Lourens

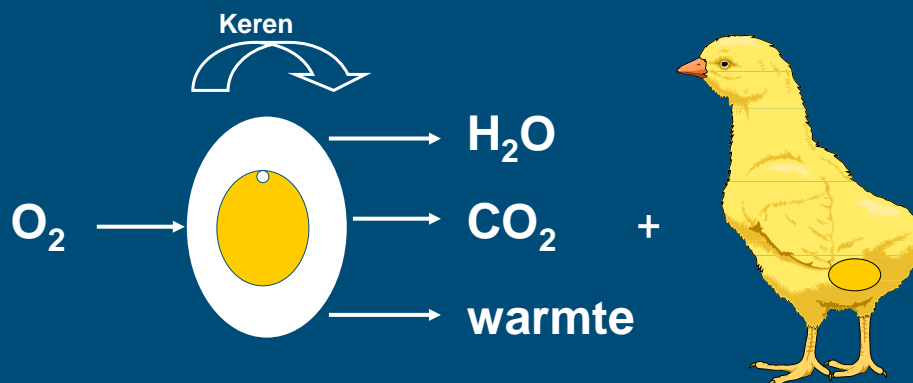


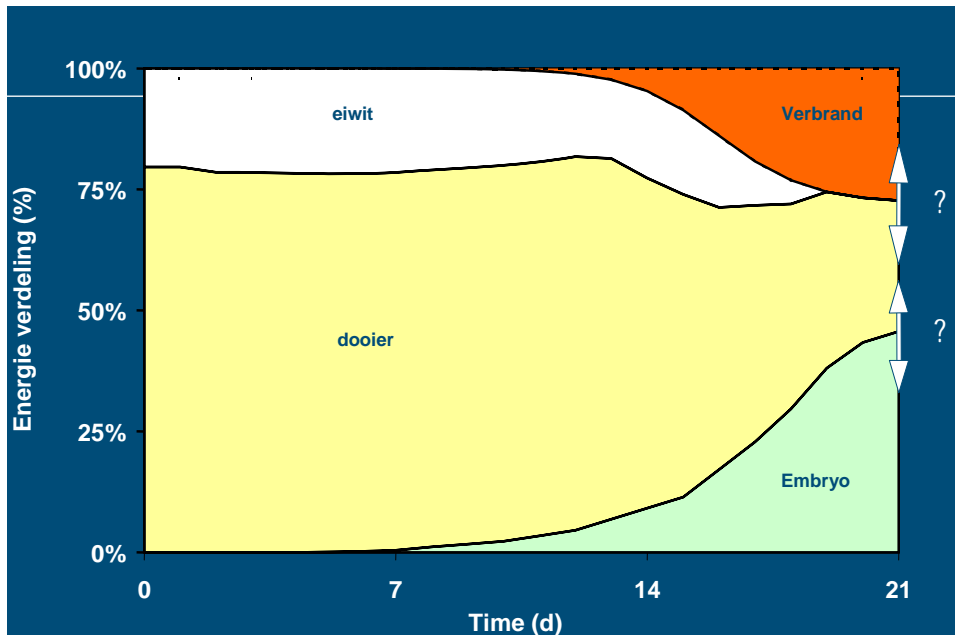
- Technische stand van zaken
- Eischaaltemperaturen in de praktijk
- Wat te doen?
- Broeduitkomsten, embryo ontwikkeling en prestatie
- Broeden: een marathon lopen?
- Limiterende factoren voor embryo ontwikkeling
- Verschillende EST voor verschillende rassen?



Technische stand van zaken

- embryo ontwikkeling
- embryo temperatuur
- warmte overdracht
- onderlinge relaties en interacties





Goed gebroed kuiken:

- heeft meer dooier verbruikt voor groei en ontwikkeling
- Heeft meer O_2 verbruikt om dooier om te zetten
- Produceerde daarom ook meer CO_2 , H_2O en WARMTE
- Heeft een hoger dooier vrij gewicht
- Tussen 2 and 3 g dooierrest

Hoe maak je nou een kwalitatief goed kuiken?

Broedomstandigheden moeten een verhoogd metabolisme kunnen ondersteunen

CO₂ wegventileren / gebruiken

H₂O vochtverlies (10-13%): afhankelijk van RV

Warmte: constante embryo temperatuur?



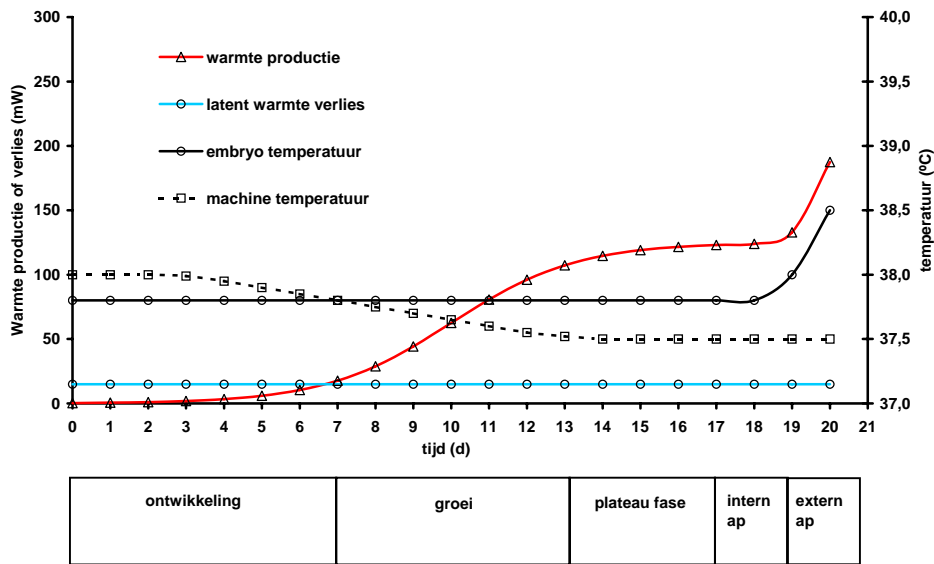
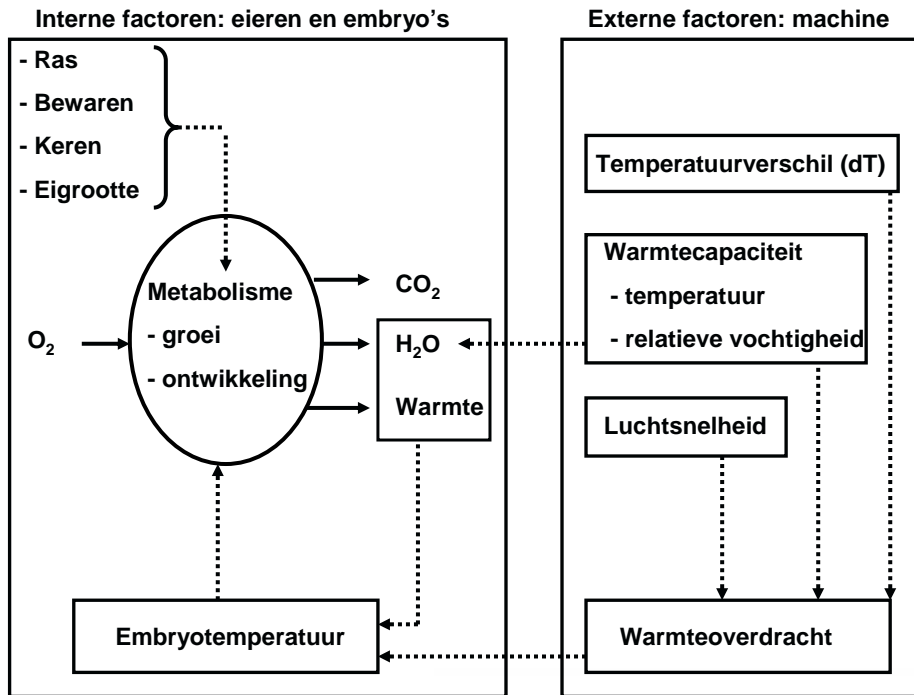
Embryo temperatuur:

- balans tussen **warmte productie** en **warmte overdracht** tussen embryo en broedmachine

Warmte overdracht:

- Temperatuurverschil tussen embryo en lucht (dT)
- Warmte inhoud lucht (temperatuur + RV)
- Luchtsnelheid (V)



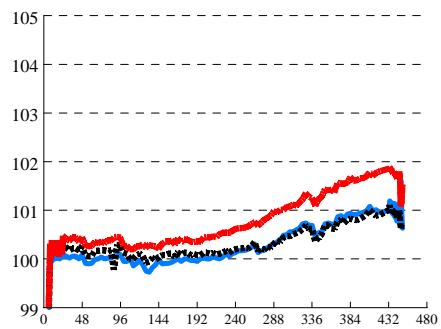
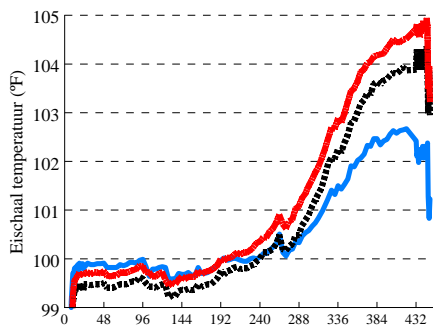


EST in de praktijk

- praktijkobservaties
- Wat kun je eraan doen?
- Praktische problemen en oplossingen



EST in de praktijk



Broeden: Marathon rennen...(Ron Meijerhof, Hybro)



Broeden: Marathon rennen...



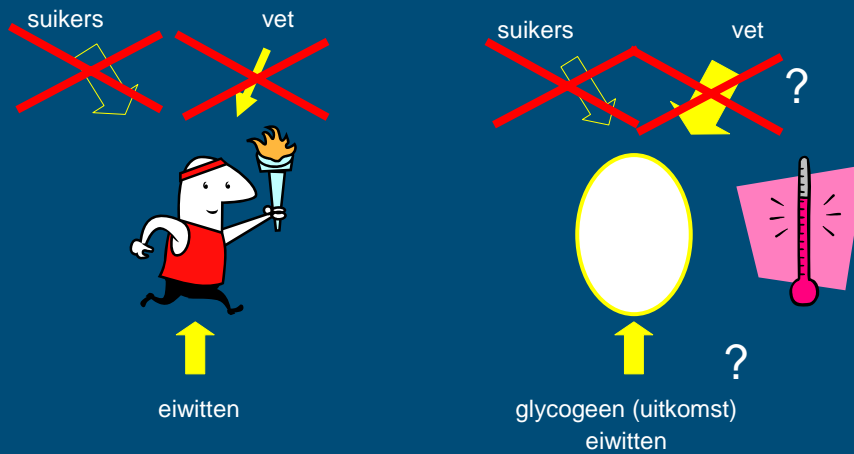
Te snel of te warm: zuurstof tekort

halverwege

Broeden: Marathon rennen...



Broeden: Marathon rennen...



Broeden: Marathon rennen...



Maar doe wel kalm aan!!!!

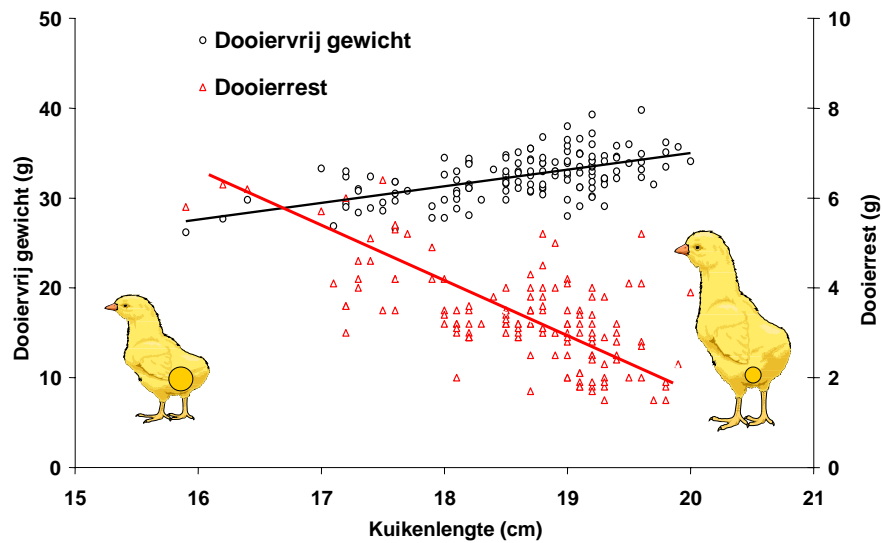
Kuikenkwaliteit: groot en lang!

- Lange gele kuikens, lange poten, grote ogen,
- Kleine dooierrest max 2 - 3 gram
- Gesloten navels, geen draden of uitsteeksels
- Alert, levendig, vitaal
- Niet totaal uitgeput, staan recht op de poten



Totale kuikengewicht = 48 g...





■ Embryo's te heet gebroed (>101 F)

- liggenblijvers, aangepikt, 18-19 d sterfte
- Zwakke kuikens, liggen, uitgeput"
- Kleine, bleke, onderontwikkelde kuikens
- Ongesloten navels, slechte dooieropname
- bloed in en op de schalen, navel/dooierrest ontstekingen
- Dikke buiken, harde dooierrest
- Verkeerde ligging: kop op de vleugels, kruisbekken
- Rode punten op de snavel / neus, rode hakken





Limiterende factoren voor embryo ontwikkeling

- Temperatuur
- Gewichtsverlies
- Zurstof
- Koolstofdioxide
- Combinatie van factoren

EST en zuurstofbeschikbaarheid

Proef bij Wageningen Universiteit

Eigewicht: 60 - 65g

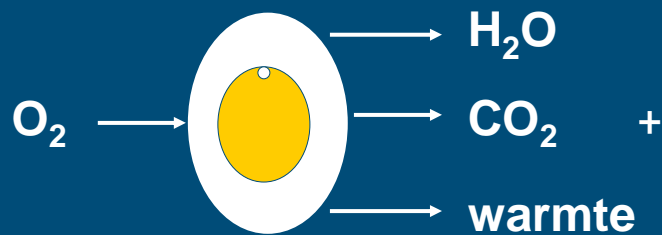
EST: 37.8°C en 38.9°C

O₂: 17%, 21% en 25%

Tijd: d9 - d19



EST en zuurstofbeschikbaarheid

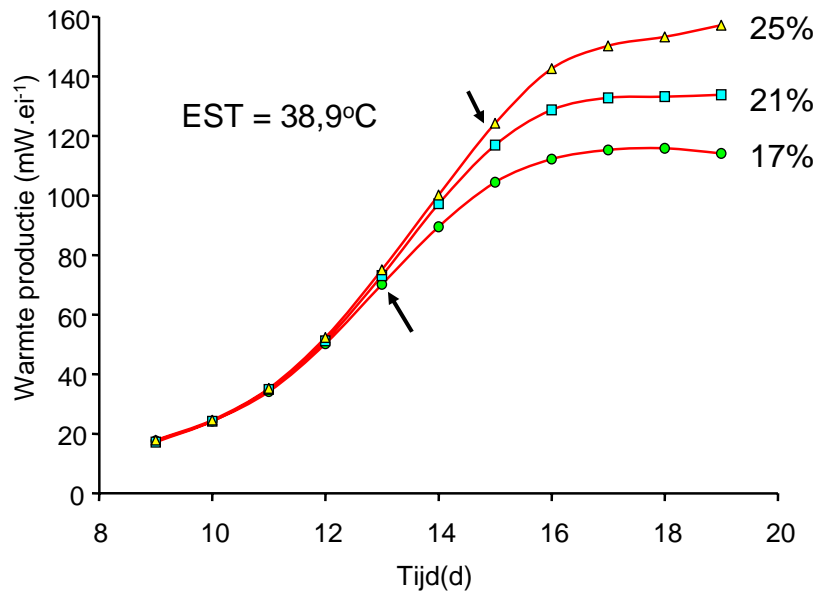
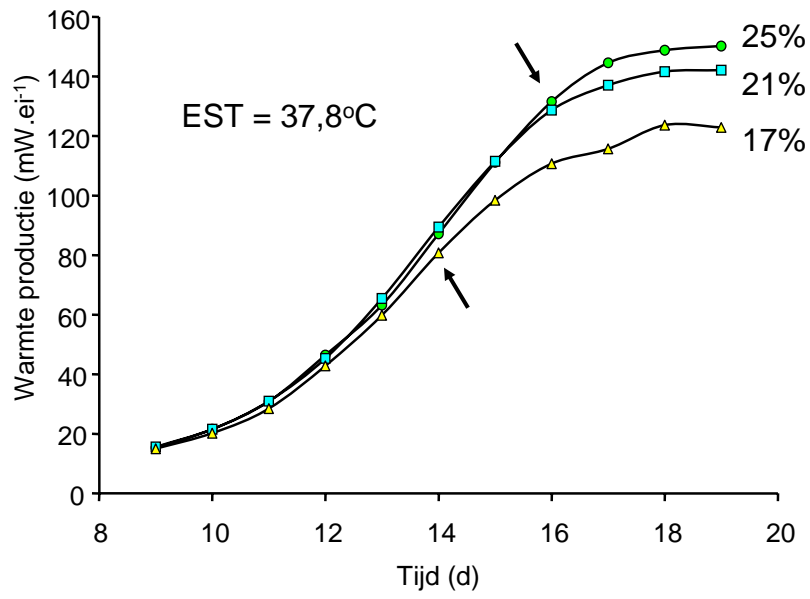


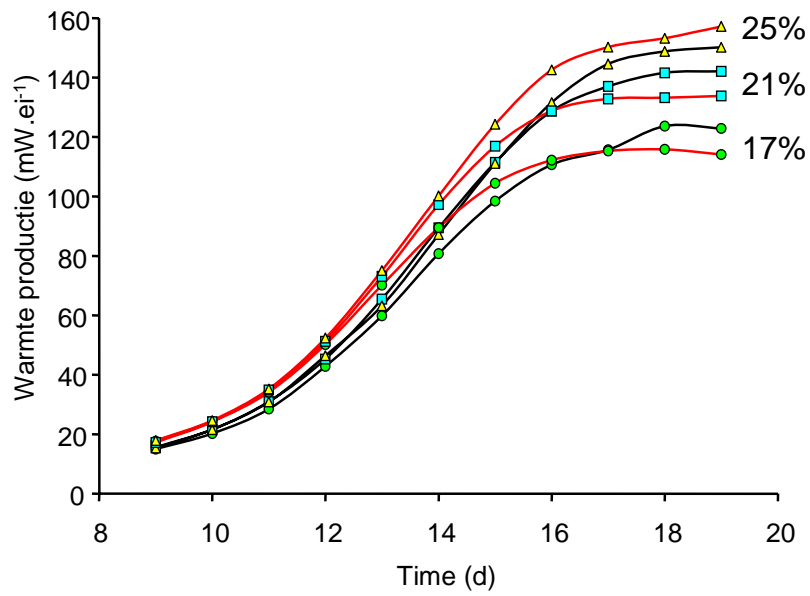
Kortstondige temperatuurverhogingen (Lourens et al., 2006):

- Embryo temperatuur ↗
- Heat productie ↗

Langdurige temperatuurverhoging: wat limiteert embryo ontwikkeling??

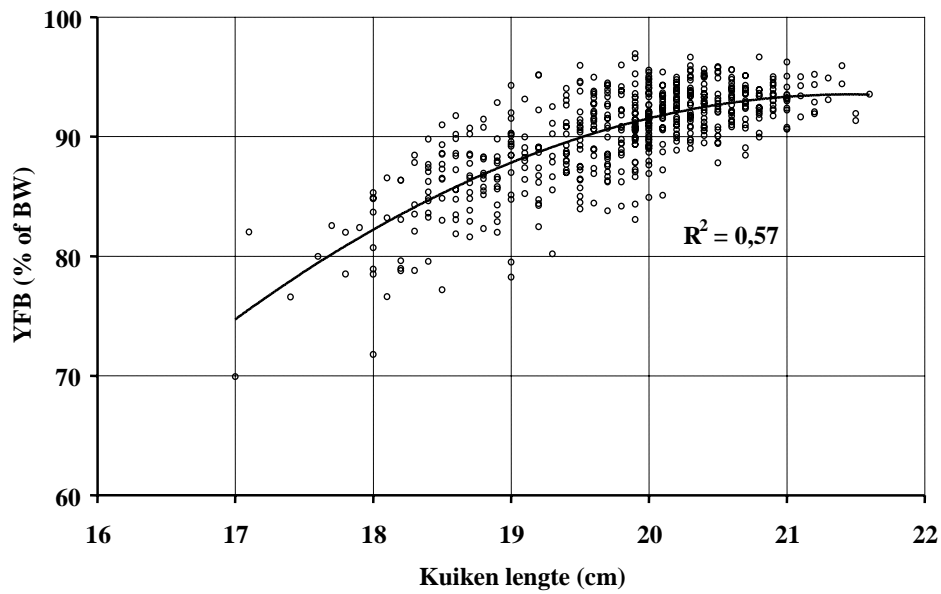






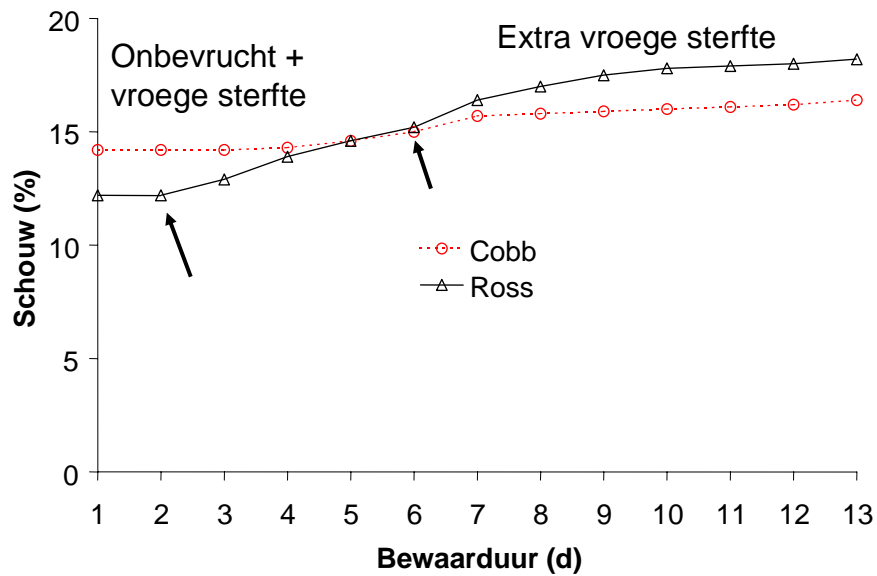
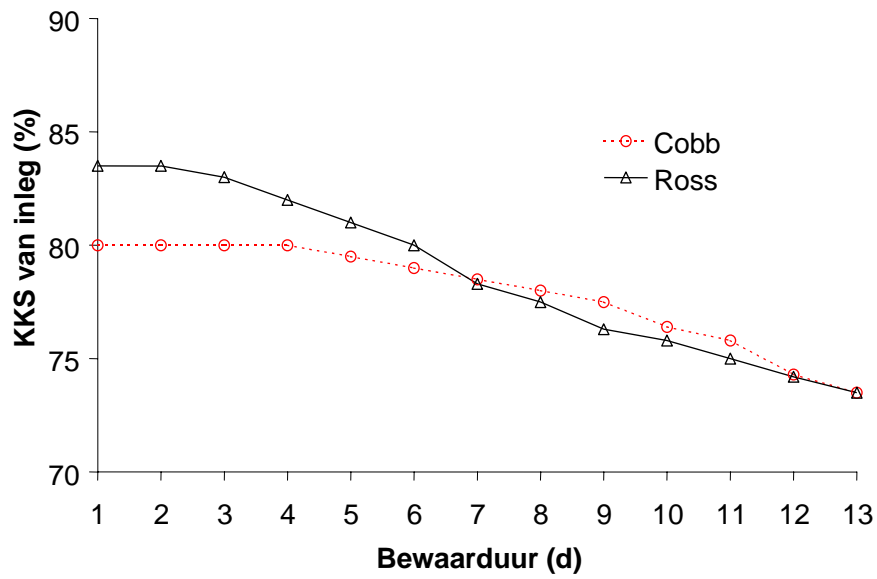
	KL (cm)	BW (g)	YFB (g)	RY (g)	HW (g)	LW (g)	HT (d)	YFB (%BW)
<i>EST</i>								
37.8°C	19.7	41.5 ^a	37.4 ^a	4.0	0.40 ^a	1.65 ^a	20.5 ^a	90.3 ^a
38.9°C	19.8	39.8 ^b	35.8 ^b	4.0	0.33 ^b	1.53 ^b	19.8 ^b	89.9 ^b
<i>O2</i>								
17%	19.0 ^c	40.6	35.3 ^b	5.3 ^a	0.36	1.49	20.2	86.9 ^c
21%	19.9 ^b	40.6	36.9 ^a	3.7 ^b	0.35	1.63	20.2	90.9 ^b
25%	20.4 ^a	40.7	37.7 ^a	3.0 ^c	0.38	1.65	20.2	92.5 ^a
EST	NS	*	*	NS	**	*	**	*
O2	**	NS	*	**	NS	NS	NS	**
ESTxO2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*

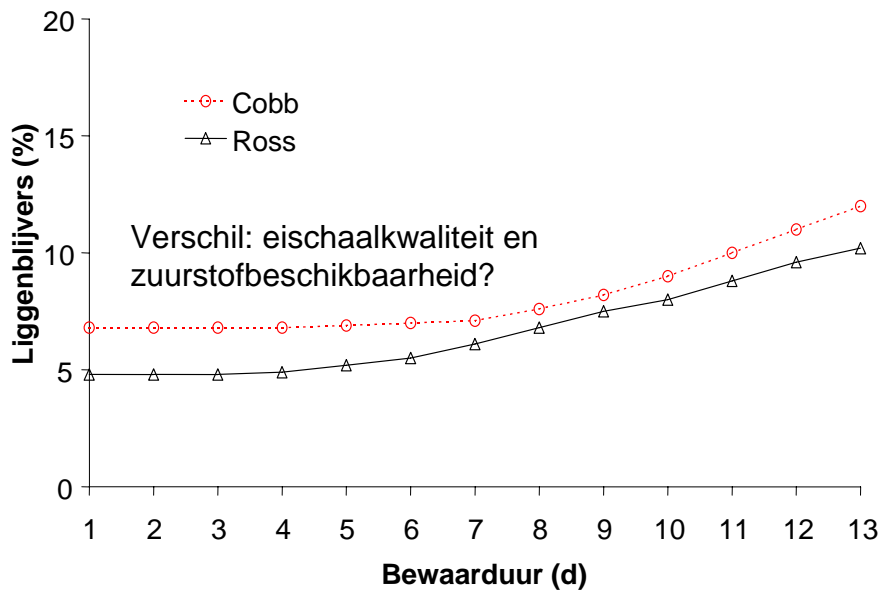




- HP het hoogst bij hoge EST + hoge O2
- HP het laagst bij hoge EST + lage O2
- Orgaanontwikkeling het hoogst bij 37.8°C
- Dooierversbruik en embryogroei (YFB, CL) het hoogst bij hoge O2
 - Verschillen tussen rassen (leg vs vlees)
 - Eijschaalkwaliteit (Cobb vs Ross)



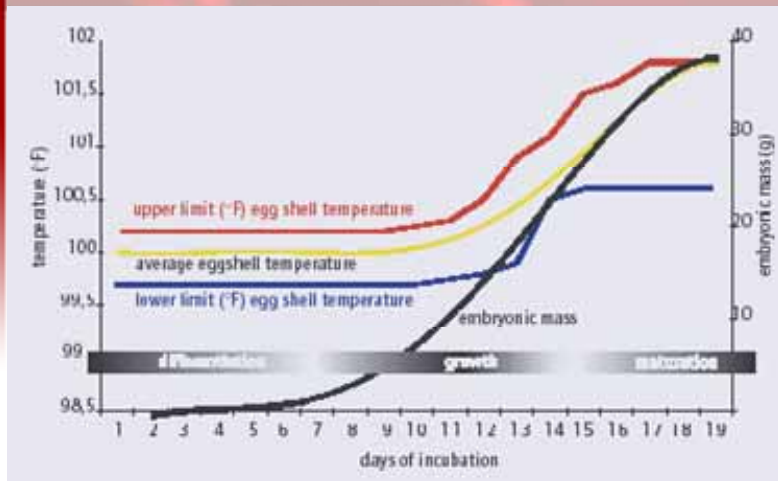




Verschillende rassen:

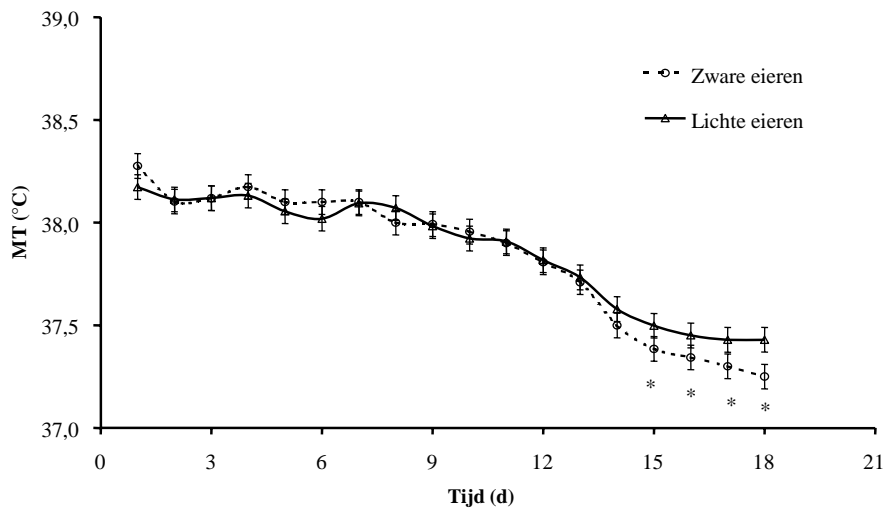
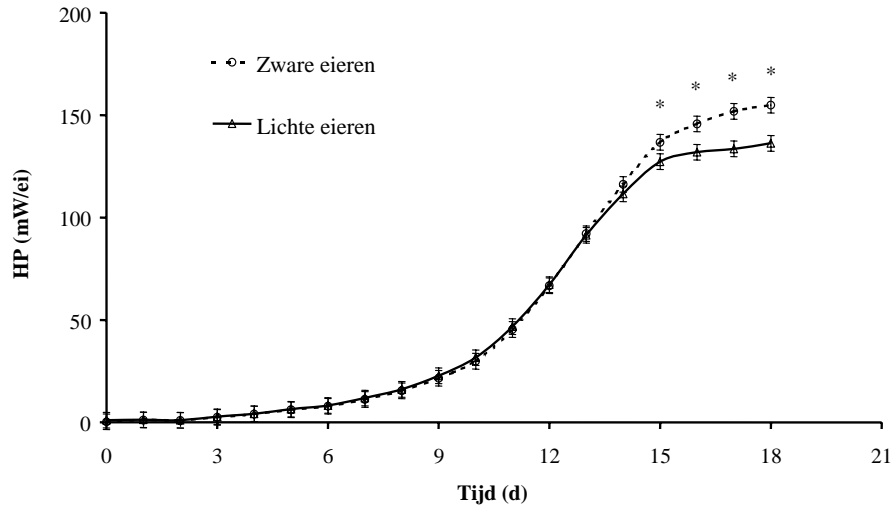
- T-gevoelige rassen hebben vaker relatief meer LB
- broeden bij max 100.5 F met weinig afwijking naar boven
 - dag 0-7 op 100.0 F EST
 - dag 8-12 op 100.5 F EST
 - dag 12-19 op 99.6 – 99.7 F EST
- Hebben dus meer tijd nodig!
- Rassen met mindere eischaalkwaliteit kunnen hogere EST in plateaufase beter verdragen

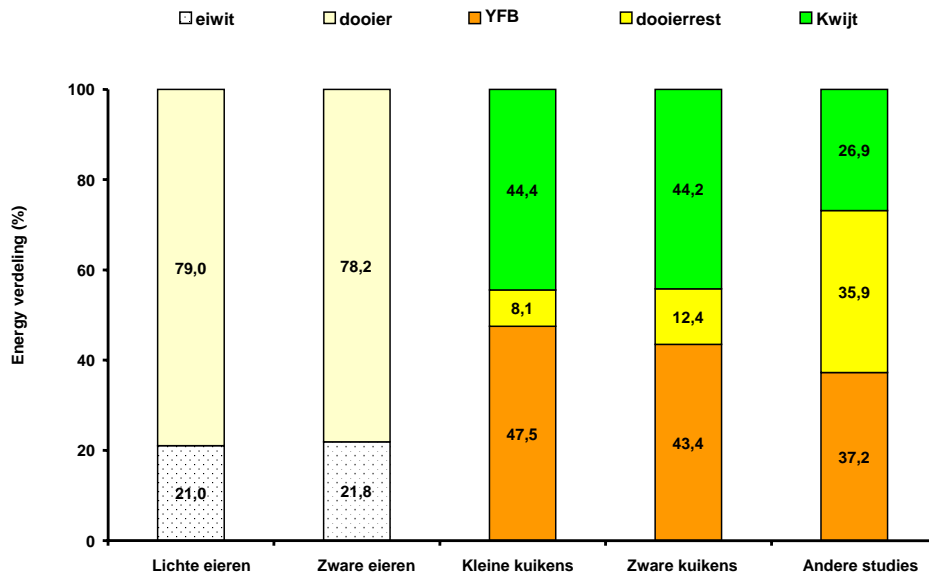




Proef over eigrootte:

- Eigewichten van 54 - 56 en 70 – 72 gram
- EST gelijk: 37.8°C
 - Warmteproductie
 - Machine temperatuur
 - Energieverdeling tussen ei en kuiken



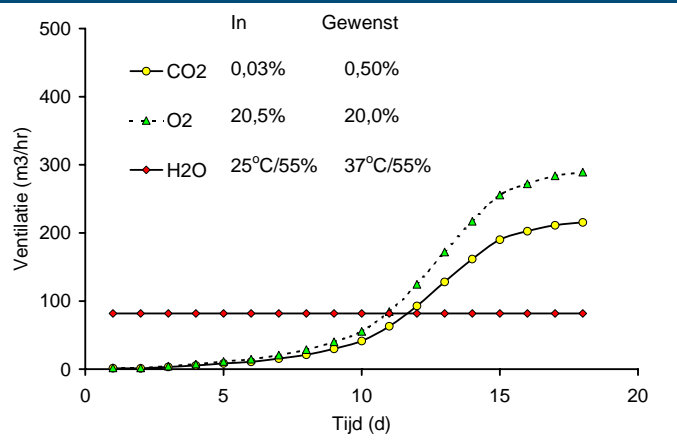


Proef over eigrootte:

- Grote eieren produceren meer warmte vanaf 15 d broeden
- Bij gelijke EST minder gasuitwisseling in grote eieren
 - gevaar voor oververhitting
 - blokkeren luchtstroom (warmteoverdracht)
 - gasuitwisseling en temperatuur remmen embryo ontwikkeling
- Denk naast EST aan ventilatie (m³/uur)!!



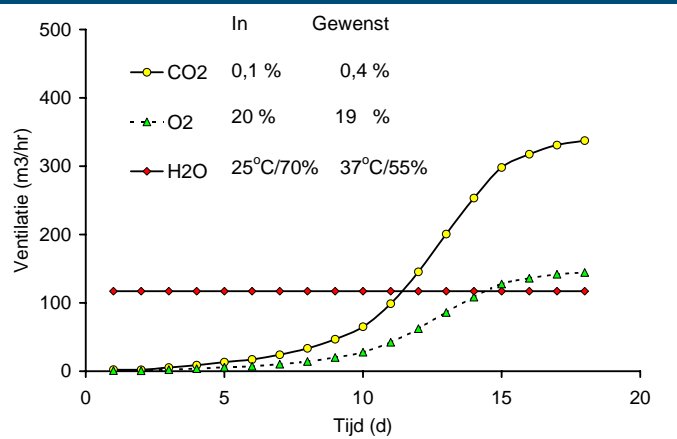
Berekenen ventilatiebehoefte 1



56.700 eieren
 90% bevrucht
 60 g
 12 % W-verlies



Berekenen ventilatiebehoefte 2



56.700 eieren
 90% bevrucht
 60 g
 12 % W-verlies



Wat is de ventilatie en luchtkwaliteit

- in voorbroedmachines
- in voorbroedlokalen
- in uitkomstkasten
- in uitkomstlokalen

Excel sheets voor ventilatieberekeningen zijn beschikbaar

Literatuur

Pluimveehouderij

- Lourens, A. 1999. Cid 2000 getest als alternatief voor formaline. *Pluimveehouderij* 29 (4): 15.
- Deeming, D.C. en A. Lourens. 1999. Op de kop kost geld: verschillen in broeduitkomsten. *Pluimveehouderij* 29 (4):16-17.
- Lourens, A. 1999. Het gewicht van een ei maakt veel verschil. *Pluimveehouderij* 29 (37): 17-18.
- Lourens, A. 2000. Effect broedomstandigheden op kuikenkwaliteit. *Pluimveehouderij* 30 (44): 10-13
- Lourens, A. 2001. Variatie in broedomstandigheden geeft variatie in broeduitkomst en kuikenkwaliteit. *Pluimveehouderij* 31 (41): 15.
- Lourens, A. 2001. Broeduitkomsten van lang bewaarde eieren vallen minder terug: opwarmen broedeieren voor de bewaarperiode. *Pluimveehouderij* 31 (6): 8-9.
- Lourens, A. 2001. Metingen naar de verschillen tussen uitkomstbakken: het belang van luchtbeweging. *Pluimveehouderij* 31 (10): 18-19.
- Lourens, A. 2003. De juiste temperatuur in de eerste week. *Pluimveehouderij* 33 (34): 7-9.
- Emous, R.E. van, J. van Harn, A. Lourens en J.H. van Middelkoop. 2003. Langere poten bij hanen: positief effect van voer strooien bij vleeskuikenouderdieren. *Pluimveehouderij* 33 (36): 20-21.
- Emous, R.A. van, J. van Harn en A. Lourens. 2004. Onderzocht bij ouderdieren in combinatie met spinfeeder: "welzijnsvoer" tijdens de opfok verbetert de leg. *Pluimveehouderij* 34 (12): 10-11.
- Emous, R.A. van, J. van Harn en A. Lourens. 2004. Onderzoek met mestbanden bij vleeskuikenouderdieren: tweemaal per week afdraaien verlaagt ammoniakemissie. *Pluimveehouderij* 34 (23):22-23.
- Lourens, A. en T. Veldkamp. 2004. Broeden en opfok kalkoenkuikens (1): het broedproces. "Hoge of lage RV maakt verschil". *Pluimveehouderij* 34 (26):8-9.
- Lourens, A. en T. Veldkamp. 2004. Broeden en opfok kalkoenkuikens (2): de opfok. "Met een temperatuurverloop altijd een lekker plekje". *Pluimveehouderij* 34 (27):16-18.
- Emous, R.A. van, J. van Harn en A. Lourens. 2004. Speciaal hanenvoer tijdens de legperiode. "Vergeefse verandering van spijs". *Pluimveehouderij* 34 (32): 16-17.
- Emous, R.A. van, J. van Harn en A. Lourens. 2004. Onderzoek ouderdieren herbevestigt belang uniformiteit: met een gelijke start kom je ver. *Pluimveehouderij* 34 (33): 14-15.
- Veldkamp, T., A. Lourens en E. Coenen. 2005. Opfok kalkoenkuikens: warmtebronnen vergeleken. *Pluimveehouderij* 35 (15): 20-21.
- Lourens, A., H. van den Brand, R. Meijerhof en B. Kemp. 2005. Proef met eischaaltemperatuur tijdens broeden. *Pluimveehouderij* 35 (17): 8-9.
- Lourens, A. 2005. Opwarming broedeieren voor de bewaarperiode. *Pluimveehouderij* 35 (42): 25.
- Lourens, A. 2006. Jonge moederdieren en korte bewaartijden: Ammoniak pakt positief uit voor het embryo. *Pluimveehouderij* 35 (4): 8-9.

Rapporten

- Lourens, A. 1999. Enquête broedei ontsmetting. PP-Rapport : 11p
- Lourens, A. en J.H. van Middelkoop. 1999. Het effect van broedeitemperatuur en gewichtsverlies op broeduitkomsten. PP-Rapport 9904.
- Lourens, A. en J.H. van Middelkoop. 2000. Effect eischaaltemperatuur tijdens broedproces op broeduitkomsten en vleeskuikenprestatie. PP-uitgave 89: 24p. ISSN: 0928-2076.
- Lourens, A. 2000. Eitemperatuur registratie in commerciële broedmachines bij de VB-leg sector: het effect van eitemperatuur op broeduitkomsten. PP-rapport 0007: 13p.
- Lourens, A., H. Ellen and J.H. van Middelkoop. 2000. Evaluation of ventilation applied for incubation of broiler breeder hatching eggs at Mayfield Chicks, Manchester. PP-Rapport R2003: 9p.
- Lourens, A. 2001. Broedeieren wassen en ontsmetten: middelen en methoden. Pluimvee rapport 227: 17p.
- Lourens, A., J.C. van den Wijngaard, D. Oxley-Goody, H. van de Brand and C. Schneitz. 2003. Effect of in ovo administration of a competitive exclusion product on hatchability, post hatch performance and natural antibodies. PP-Report 20p.
- Haar, J.W. van der, A. van Voorst, J.H. van Middelkoop en A. Lourens. 2002. Huisvesting en verzorging van vleeskuikenouderdieren zonder ingrepen. Pluimvee Praktijkrapport 3: 22p
- Lourens, A. and J.D. van der Klis. 2004. Resilience and early mortality in broilers: a review. Report 04/xxxxx
- Emous, R.A., A. Lourens en J. van Harn. 2004. Vitaliteit vleeskuikenouderdieren en ammoniakmetingen. Praktijkrapport Pluimvee 13:59p. Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek ISSN 1570-8624.
- Lourens, A. 2008. Opwarmen van broedeieren op het VB bedrijf: effect op broeduitkomsten, kuikenprestatie en slachtrendement. ASG Rapport 123.

Periodiek Praktijkonderzoek Pluimveehouderij

- Lourens, A. 1998. Keuze van ontsmettingsmiddelen voor broedeieren. PP-uitgave 74:1-13.
- Lourens, A. en D.C. Deeming. 1998. Gezocht: alternatieven voor formaldehyde bij ontsmetting van broedeieren. Praktijkonderzoek 98 (3): 12-16.
- Lourens, A. 1998. Veelbelovend alternatief voor formaline ontsmetting broedeieren. Praktijkonderzoek 98 (4): 30-35.
- Lourens, A. en R. Meijerhof. Invloed broedtemperatuur op uitval vleeskuikens. Praktijkonderzoek 98 (3): 17-19.
- Lourens, A. en D.C. Deeming. 1999. Effect van het niet meer keren na twee weken broeden. Praktijkonderzoek 99 (1): 20-24.
- Lourens, A. en D.C. Deeming. 1999. Effect van tijdelijk opwarmen van lang bewaarde broedeieren van oude hennen. Praktijkonderzoek 99 (2): 23-26.
- Haar, J.W. van der en A. Lourens. 1999. Invloed voersamenstelling op broedresultaten. Praktijkonderzoek 99 (3): 12-16.
- Lourens, A. 1999. Het effect van eigrootte op broeduitkomsten. Praktijkonderzoek 99 (3): 21-26.
- Lourens, A. 2000. Het effect van tijdelijke opwarming van broedeieren voor een bewaarperiode van 1 of 2 weken op de broeduitkomsten. Praktijkonderzoek 2000 (1): 33-35.

Lourens, A. 2000. Effect van broedeitemperatuur en gewichtsverlies op broeduitkomsten van eieren uit de leg-vermeerderingssector. *Praktijkonderzoek 2000* (1):36-42.

Lourens, A. 2000. Broederijonderzoek: temperatuur en broeduitkomsten in de praktijk. *Praktijkonderzoek 2000* (2): 25-27.

Lourens, A. 2000. Effect broedomstandigheden op kuikenkwaliteit. *Sectordag Praktijkonderzoek Pluimveehouderij 2000*: p28-35.

Wetenschappelijke artikelen

Lourens, A., H. van den Brand, R. Meijerhof and B. Kemp. 2005. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development. *Poult. Sci.* 84:914-920.

Lourens, A. H. van den Brand, M.J.W. Heetkamp, R. Meijerhof and B. Kemp. 2006. Metabolic responses of chick embryos to short term temperature fluctuations. *Poult. Sci.* 85:1081-1086.

Lourens, A., R. Molenaar, H. van den Brand, M.J.W. Heetkamp, R. Meijerhof, and B. Kemp. 2006. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. *Poult. Sci.* 85:770-776.

Joseph, N.S., A. Lourens and E.T. Moran. 2006. The effects of sub-optimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance and further processing yield. *Poult. Sci.* 85:932-938.

Lourens, A., H. van den Brand, M.J.W. Heetkamp, R. Meijerhof and B. Kemp. 2006b. Metabolic responses of chick embryos to short term temperature fluctuations. *Poult. Sci.* 85:1081-1086.

Lourens, A., H. van den Brand, M.J.W. Heetkamp, R. Meijerhof and B. Kemp. 2007. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poult. Sci.* 86:2194-2199.

Lourens, A., R. Meijerhof, H. van den Brand, and B. Kemp. Unpublished. Energy partitioning during incubation and consequences for embryonic temperature: a theoretical approach. Submitted to *J. Theor. Biol.*

Proceedings / abstracts

Lourens, A. and J.H. Van Middelkoop. 2000. Embryo temperature affects hatchability and grow-out performance of broilers. *Avian Poult. Biol. Rev.* 11:299-301.

Lourens, A. 2001. The importance of air velocity in incubation. *World Poultry* 17 (3):29-30

Lourens, A. 2001. Prolonged incubation time positively affects broiler grow-out performance and yield. *Avian Poult. Biol. Rev.* 12(4): 192-194.

Lourens, A. and M. Kuijpers. 2002. Control temperature of young chicks to reduce mortality. *World Poultry* 18 (11): 24-26.

Van Middelkoop J.H. and A. Lourens. 2002. Influence of genotype environmental interaction on embryonic mortality and sex ratio Bremen, Abstr 66 (1.5.3):31-32. Full paper [CD Rom]
E:/RES/CGR/122/RES/79.pdf, 4p.

Lourens, A. 2003. Embryo development and chick temperature. *Avian Poult. Biol. Rev.* 15:226-227.

Lourens, A. 2003. Residual yolk and egg weight loss during incubation under controlled eggshell temperatures. *Avian Poult. Biol. Rev / Int. Hatchery Practise*

- Lourens, A. and T. Meter. 2004. Hatchbrood: temperature control at bird level improves broiler performance. Proc. XXII World's Poultry Congress in Istanbul, Turkey p. 206.
- Lourens, A., R.A. van Emous, J. van Harn, and J.H. van Middelkoop. 2004. Scatter feeding and low-density diet in broiler breeder rearing: Behaviour and technical results. Proc. XXII World's Poultry Congress in Istanbul, Turkey p. 604.
- Joseph, N. S., A. Lourens, and E. T. Moran. 2004. The adverse effects of sub-optimal incubation temperatures on chick yield and early chick quality. Abstract 64, p1776 for the SPSS meeting
- Lourens, A. 2002. Heating of hatching eggs before storage improves hatchability. World Poultry, 18, 24-25.
- Lourens, A. 2006. Field trials confirm increased hatchability by heating hatching eggs before storage. Incubation and Fertility Research Group Meeting, Lincoln, UK.
- Lourens, A. 2006. Why eggs from different breeds need different eggshell temperatures for best embryo development. Incubation and Fertility Research Group Meeting, Lincoln, UK.
- Brand, H. van den, A. Lourens, R. Meijerhof, M.J.W. Heetkamp, and B. Kemp. 2007. Incubation circumstances affect energy metabolism in avian embryos In: Energy and protein metabolism and nutrition - EAAP 124, Vichy, France, 9-13 September, 2007. Wageningen Academic Publishers, p. 511-512. Energy and protein metabolism and nutrition, 2007-09-09/ 2007-09-13