

WERKGROEP VOOR VEETEELTKUNDIGE ONDERZOEKINGEN T.N.O.

EN

RIJKSINSTITUUT VOOR PLUIMVEETEELT - BEEKBERGEN

A. H. VISSCHEDIJK

*Temperatuuronderzoek in
broedmachines*

★

SUMMARY

A Study of the temperature in incubators

INLEIDING

In de loop van het onderzoek naar de oorzaken van de sterfte in broedeieren door drs. J. W. Kuiper (Werkgroep voor Veeteeltkundige Onderzoekingen T.N.O. Utrecht) in samenwerking met ir. P. Ubbels (Rijksinstituut voor Pluimveeteelt te Beekbergen) bleek het wenselijk een nauwkeurig onderzoek in te stellen naar de temperatuur op verschillende plaatsen in de daarbij gebruikte broedmachines.

Het is bekend, dat een ongelijkmatige uitkomst van de kuikens in de praktijk dikwijls voorkomt en ernstige bezwaren oplevert. Dit gaat zelfs zover, dat een deel van de kuikens, die te laat zijn, geheel voor de opbrengst verloren gaat. (Meestal zouden het bruikbare kuikens zijn geweest, als ze maar eerder waren uitgekomen). Dit onderwerp werd o.a. uitvoerig besproken door prof. dr. Chr. Romijn in een voordracht voor de algemene vergadering der V.B.N. te Apeldoorn (Juli 1951).

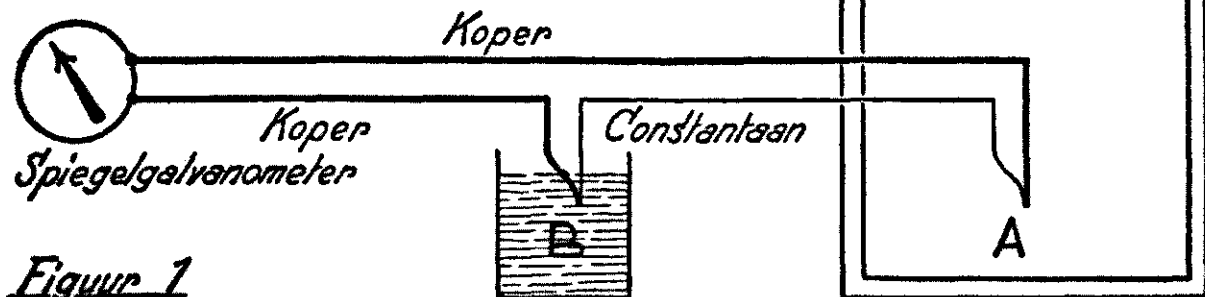
Prof. Romijn heeft aangetoond, dat het ongelijkmatig uitkomen in vele gevallen een gevolg is van plaatselijke temperatuurverschillen op de eierladen en hij heeft dit inmiddels nader gepubliceerd in zijn: „Onderzoekingen over kunstmatig broeden”, uitgegeven door de V.B.N.

Toen Kuiper en Ubbels in 1950 hun proeven over het vaker keren van eieren in broedmachines gingen nemen, stuitten zij eveneens op het verschijnsel, dat de kuikens in de door hen gebruikte machines aanvankelijk dikwijls zeer ongelijkmatig uitkwamen. Het is één van de redenen geweest, die tot het ondernemen van de in het onderstaande besproken temperatuurmetingen in de machines hebben geleid.

Verder was het voor de proefnemingen een bezwaar, dat de temperatuur in de machines tijdens de broedperiode zeer vaak met de hand bijgesteld moet worden. Bij vele broedmachines, die in de praktijk worden gebruikt, gebeurt dit ook. Het leek wenselijk na te gaan in hoeverre er algemene uitwendige oorzaken voor zijn aan te wijzen.

METHODE

Gedurende de jaren 1950 en 1951 werden door Kuiper en mij een groot aantal temperatuurmetingen verricht in twee kleine elektrische kastbroeders van hetzelfde fabrikaat, elk met een capaciteit van 500 eieren. De temperatuur werd thermo-electrisch gemeten met behulp van thermokoppels op de in figuur 1 aangegeven wijze.



Figuur 1

Een thermokoppel bestaat uit een constantaandraad, waaraan aan beide uiteinden een koperdraad is gesoldeerd. Het soldeerpunt A bevindt zich in de broedmachine; het soldeerpunt B wordt op een zeer constante temperatuur gehouden. De beide koperdraden worden verbonden met een zeer gevoelig meetinstrument, een spiegelgalvanometer. Door het temperatuurverschil tussen de punten A en B gaat er een stroompje door de keten lopen, dat sterker of zwakker wordt, naarmate het verschil in temperatuur tussen A en B groter of kleiner wordt en dat meetbaar is met de spiegelgalvanometer. Uit de grootte van de uitslag op dit instrument en uit de temperatuur, die er heerst bij het soldeerpunt B kan nu de temperatuur op de plaats A tot op 0.02° Celsius (= 0.04° F) nauwkeurig worden berekend. Een voordeel van deze methode is, dat men op zeer moeilijk toegankelijke plaatsen in de broedmachine toch temperaturen kan meten, omdat zo'n thermokoppel maar zeer weinig ruimte inneemt en men buiten de machine kan zien hoe de temperatuur op die plaatsen is.

Door de fabrikant was in de broedmachines aan de deur een kwikthermometer bevestigd, die echter bij de proeven wegens haar onnauwkeurigheid moest worden vervangen door een andere, waarop de temperatuur in 0.1° Celsius is aangegeven en tot op 0.02° C (= 0.04° F) kon worden bepaald. De temperatuur bij de deur werd, behalve door directe thermometeraflezingen, ook thermo-electrisch bepaald, waarbij het thermopunt zich tegen het kwikreservoir van de deurthermometer bevond. De temperatuur van de thermometer verschilde meestal niet meer dan 0.05° C (= 0.09° F) met deze temperatuur.

Indien niet uitdrukkelijk anders is vermeld, zijn de verderop in dit artikel genoemde temperaturen het gemiddelde van de minimum- en maximumtemperaturen tengevolge van het in- en uitslaan van de verwarming. Bij elke thermo-electrische waarneming werden deze temperaturen teikens gedurende een half uur gemeten.

De stand van de ventilatieschuiven werd geregeld, zoals dit op grond van praktische ervaring bij onze proeven van het begin af is toegepast, nl.: eerste 24 uur praktisch gesloten; 2e dag iets open; 9e dag verder open en 18e dag geheel open.

RESULTATEN

Temperatuur tot de 10e dag op de laden en bij de deur

De gemiddelde temperatuur, gemeten op het midden van de volle eierladen, blijkt 0.1 à 0.3° C (= 0.2 à 0.5° F) lager te zijn dan bij de deur. Wensen wij dus op de laden een gemiddelde temperatuur van 37.7° C (= 99.9° F) dan moet die bij de deur ingesteld worden op 37.9° C (= 100.2° F).

De middens der laden onderling kunnen 0.2° C (= 0.4° F) in temperatuur verschillen. Tussen links en rechts, achter en vóór op de laden kunnen deze verschillen veel groter zijn, tot zelfs 0.8° C (= 1.4° F) toe. In het algemeen daalt de temperatuur van vóór naar achter en van rechts naar links. Dat ze vooral links in deze machines lager is, komt naar alle waarschijnlijkheid, doordat aan die kant de snaar van de ventilator steeds koude lucht mee naar binnen sleept. De plaatselijke temperatuurverschillen op de laden worden door het keren gewijzigd. Ze zijn in de ene keerstand op sommige plaatsen kleiner, op andere punten groter dan in de andere keerstand. Ook kan het keren de temperatuur bij de deur veranderen, zodat bij het instellen van de machinetemperatuur hiermee rekening gehouden moet worden. De richting van de verandering is niet in alle machines en op alle plaatsen in een machine gelijk.

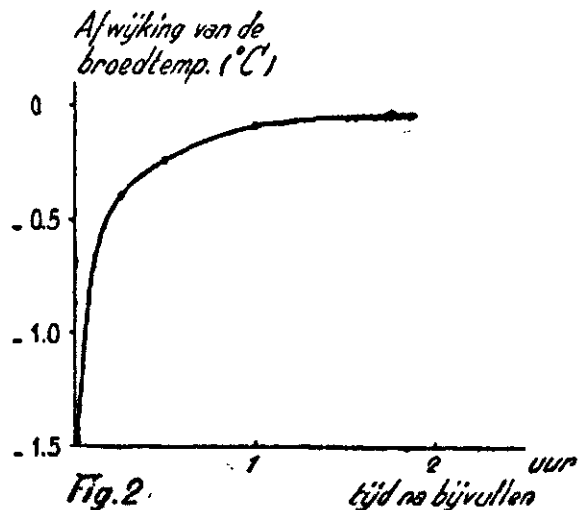
Het verschil tussen maximum- en minimumtemperatuur tengevolge van het in- en uitslaan van de verwarming bedraagt bij de deur volgens directe thermometeraflezing 0.7—0.8° C (= 1.3—1.4° F), op het midden der laden is dit verschil kleiner, nl. 0.1—0.4° C (= 0.2—0.7° F). Het is de vraag, of de snelle wisselingen tussen maximum- en minimumtemperatuur op de laden wel tot het embryo binnen de schaal doordringen. Het is niet waarschijnlijk, dat dit in biologisch belangrijke mate geschiedt.

Temperatuur bij waterbijvulling

Wordt de bak voor de vochtvoorziening met koud water (leidingwater van 10 à 15° C (50 à 60° F) bijgevuld, zoals in de praktijk wel gebeurt, dan veroorzaakt dit in de gebruikte machines bijna ogenblikkelijk een temperatuurdaling van 1.5—2° C (2.5—3.5° F) van de lucht op de eierladen. De temperatuur stijgt daar geleidelijk weer tot de normale waarde, doch het duurt ca. 2 uur, voordat ze weer haar oorspronkelijke waarde heeft bereikt. Dit is weergegeven in figuur 2, waarin op de horizontale as de tijd is aangegeven en op de verticale as de afwijking van de oorspronkelijke temperatuur is afgezet. Vult men de bak daarentegen met warm water (op gemiddelde broedtemperatuur), dan heeft dit geen noemenswaardige invloed. Door het openstaan van de deur gedurende de tijd, die voor het vullen van de bak nodig is, daalt de temperatuur op de eierladen niet meer dan ca. 0.2° C (= 0.4° F) gedurende de enkele minuten.

Temperatuur, nadat de eieren buiten de machine zijn geweest

Bij het koelen der eieren, zoals dit in een tweetal proeven geschiedde, treden overeenkomstige verschijnselen op. Bij deze proeven werden van de 6e t/m de



19e broeddag de laden met eieren dagelijks uit de machine genomen en bij kamertemperatuur (ca. 18° C = 64° F) gekoeld gedurende evenveel minuten als er dagen gebroed was. Op een aantal dagen binnen die periode werd de temperatuur na zo'n koeling in de machine gemeten.

De lucht bij de thermoreguleator was vrij snel weer op temperatuur, want binnen een kwartier na de koeling sloeg de verwarming reeds uit. Werd echter de temperatuur van de lucht tussen de eieren gemeten, dan bleek, dat deze pas na 1½ uur weer bijna op peil was (zie hiervoor tabel 1). Ze week dan nog maximaal 0.1° C (= 0.2° F) van haar oorspronkelijke waarde af. Op de 13e broeddag werd de temperatuur op een ei gemeten. Een thermopunt werd hiertoe op het ei vastgemaakt. Het ei zelf deed er, zoals uit de tabel volgt, nog langer over om weer op temperatuur te komen, nl. ca. 2 uur.

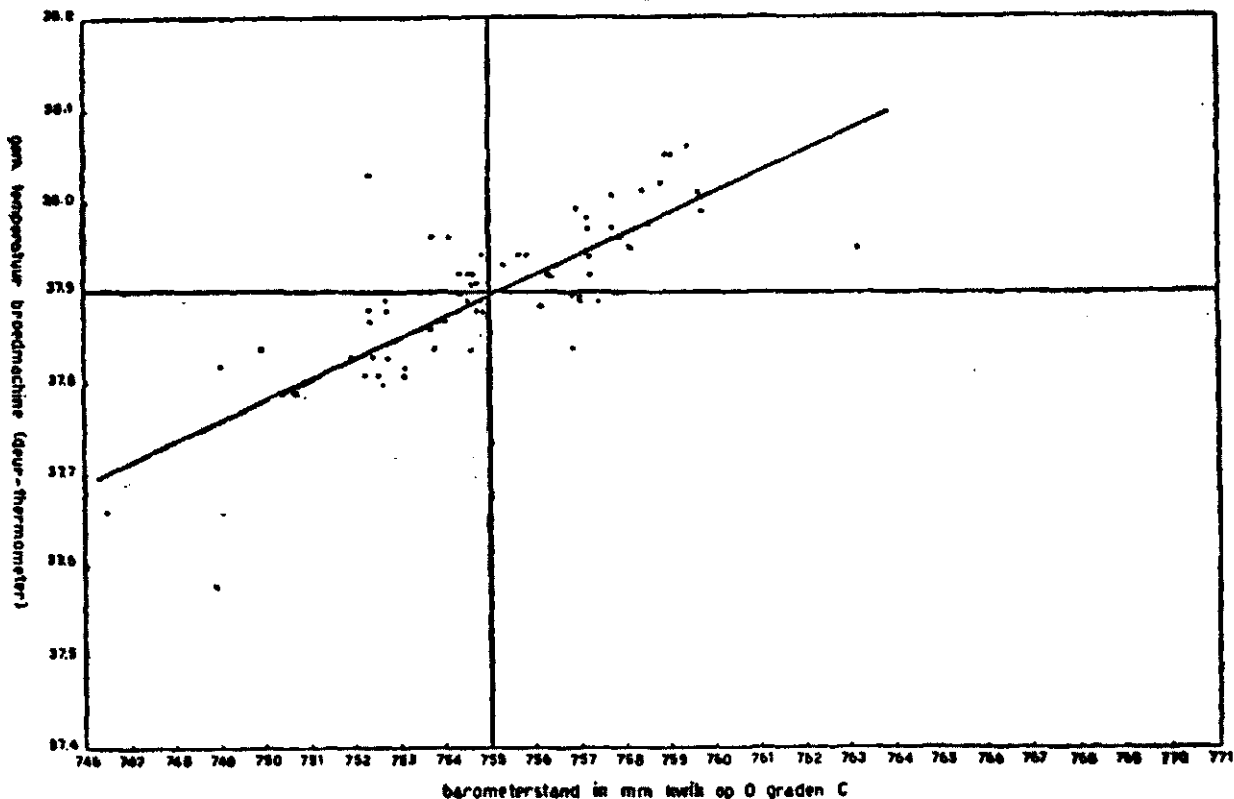
Bij het schouwen en overleggen van de eieren treden overeenkomstige verschijnselen op als bij deze koelproeven.

TABEL 1

Afwijking van de oorspronkelijke temperatuur in °C op verschillende tijden na de koeling						
Breed-dag	1/4 uur	1/2 uur	1 uur	1 1/2 u.	2 uur	
6	-0.80	-0.50	-0.30	-0.10	—	lucht tussen de eieren
7	-0.90	-0.60	-0.30	-0.10	—	
8	-0.40	-0.20	-0.07	—	—	
11	-0.80	-0.50	-0.20	-0.06	—	
12	-0.70	-0.45	-0.20	-0.04	—	
13	-1.45	-0.90	-0.50	-0.20	-0.10	op een ei gemeten

Verband tussen schommelingen in barometerstand en broedmachinetemperatuur

Broedmachine I



Figuur 3

Invloed van de barometerstand op de temperatuur

De machines bevatten, evenals de meeste in ons land, als thermoreguleur een zg. aetherdoos. Er is via deze reguleur een directe invloed van de barometerstand op de gemiddelde temperatuur in de broedmachine. Bij daling van de barometer daalt de gemiddelde temperatuur, bij stijging doet zich het omgekeerde voor.

Bij een hogere luchtdruk (hogere barometerstand) is de aetherdoos, die veel overeenkomst vertoont met de luchtledige doos in een gewone barometer, sterker in elkaar gedrukt, waardoor de verwarming later uitslaat dan bij een lagere druk. Om de gemiddelde temperatuur bij de deur binnen 0.2°C ($= 0.4^{\circ}\text{F}$) constant te houden, moeten de reguleurs dikwijls bijgesteld worden, en vaker naarmate de barometer meer op en neer gaat.

Men heeft op het Rijksinstituut nagegaan, hoe het verband tussen de barometerstand en de temperatuur in bovenbedoelde machine is. Dit verband wordt geïllustreerd door fig. 3, waarin op de horizontale as de barometerstand is afgezet en op de verticale as de daarbij behorende gemiddelde temperatuur in één van de broedmachines volgens de thermometer bij de deur. Uit de figuur volgt, dat een stijging van de barometerstand met 1 cm kwik gemiddeld gepaard gaat

met een temperatuurstijging van ca. 0.23°C ($= 0.4^{\circ}\text{F}$) voor deze machine. In de andere machine bedroeg de stijging 0.27°C ($= 0.5^{\circ}\text{F}$). Het blijkt duidelijk, dat er in beide gevallen een sterk verband aanwezig is en dat de noodzaak om de reguleurs telkens bij te stellen grotendeels kan worden verklaard door de invloed van de atmosferische druk.

Temperatuur na de 9e dag

Mogelijk begint na de 9e dag de warmteproductie van de zich verder ontwikkelende embryonen van betekenis te worden voor de temperatuurvariaties in de machines. Uit het verschil tussen de temperaturen, die in de uitkomruimte onder in de machines vóór en na het overleggen van de eieren op de kuikenladen werden gemeten blijkt duidelijk, dat de warmteproductie van de embryonen daar van invloed is. Na het overleggen is de temperatuur in die ruimte nl. zeer aanzienlijk gestegen (zie tabel 2).

Samenvatting

Samenvattend kunnen we zeggen, dat er in de kastbroeders blijkbaar nog vrij grote plaatselijke temperatuurverschillen kunnen optreden, die het temeer noodzakelijk maken om te zorgen voor een zo nauwkeurig mogelijk instellen der machines op de gewenste gemiddelde broedtemperatuur. Dikwijls controleren of deze temperatuur inderdaad wordt bereikt, is een

eerste vereiste, o.a. omdat schommelingen in de barometerstand bij de zo algemeen gebruikelijke regulatoren met aetherdozen temperatuurverschillen van betekenis kunnen veroorzaken.

Verdere beperking van het verschil tussen maximum- en minimumtemperatuur, dat een gevolg is van het geregeld in- en uitschakelen van de verwarming, binnen de door ons waargenomen grenzen, kan weinig betekenis hebben. Het is tussen de eieren op de laden reeds vrij klein en dringt waarschijnlijk weinig of niet tot het embryo door.

Teneinde de temperatuurschommelingen zo klein mogelijk te houden, is het sterk aan te raden, voor het bijvullen der vochtbakken steeds water van broedtemperatuur (ca. 40° C = 104° F) te gebruiken.

Opmerking: Hoe groot de invloed van de barometerstand wel kan zijn, werd o.a. duidelijk geïllustreerd in de periode van 7 tot 11 Januari jl. De barometer daalde toen binnen 3½ dag 4 cm. Dit zou in onze machines een totale geleidelijke temperaturodaling van ca. 1.2° C (= 2.2° F) veroorzaakt hebben, als de regulatoren op die dagen niet telkens (3 x per dag) waren

bijgesteld. Het bezwaar van dit soort regulatoren wordt hierdoor wel duidelijk gedemonstreerd.

TABEL 2

Temperatuur op de kuikenladen (in °C)		
Lade no.	Vóór overleggen der eieren	Na overleggen der eieren
I (boven)	37.31	38.15
II (midden)	37.15	38.13
III (onder)	35.69	37.27
<p>Opm.: Lade I : gemidd. temp. tussen linker- en rechterkant van de lade Lade II : gemeten op midden van de lade Lade III : temp. achter op de lade</p>		

SUMMARY:

A STUDY OF THE TEMPERATURE IN INCUBATORS

From thermo-electrical measurements of the temperature in two small, electrically operated cabinet-type incubators, each with a 500-egg capacity, the following has been observed:

The difference between maximum and minimum temperature as a result of the interruption of the heating system by a thermo-regulator, is on the egg-trays in general smaller than near the door. Near the door the difference amounts to 0.7—0.8° C (= 1.3—1.4° F) for the first 9 days of incubation and on the centre of the trays filled with eggs to 0.1—0.4° C (= 0.2—0.7°). On the centre of these egg-trays the mean temperature is in this period 0.1—0.3° C (= 0.2—0.5° F) lower than near the door. Between the various points of the same egg-tray and of the different trays, there are fluctuations in the average temperatures which amount to 0.8° C (= 1.4° F). In the above mentioned incubators there is in general a decline from right to left (the side of the string of the ventilating-fan) and from front to back on the trays. The turning of the egg-trays affects the temperature near the door as well as on the trays.

After cooling of the eggs outside the incubator as happened during candling, and transferring to the hatching-trays and in experiments in which the eggs were cooled daily, one and a half to two hours were needed before the temperature of the air between

the eggs reached again the level at which was aimed. A similar effect was obtained by filling up the water-trays with cold water.

The height of the barometer affects via the ether-boxes of the thermo-regulators, the temperature in the incubator. A fall of the height of the barometer with 1 cm mercury, caused a lower temperature of circa 0.25° C (= 0.5° F) and conversely.

The apparent, rather great, local differences in temperature force to look after an exact adjustment of the regulators to the required mean incubating temperature. The first requisite is to control often if this temperature has been reached in fact, a.o. because fluctuations in the height of barometer can occasion important differences in temperature with the general used thermo-regulators with ether boxes.

A further restriction of the difference between the maximum and minimum temperature, caused by the use of a thermo-regulator to switch the heating system on and off, does not seem to be necessary. The difference is already rather small between the eggs of the trays and little if any influence on the embryo will probably be present.

To hold the fluctuations in the mean temperature as small as possible, it can be recommended strongly to use in all cases water of incubating temperature (circa 40° C = 104° F) for filling up the water-trays in the incubator.