



Måling af slagtekyllingers bundne og frie varmeproduktion

1. Forsøgsresultater

A. Chwalibog¹⁾, J. Pedersen²⁾ og B. O. Eggum¹⁾

¹⁾ Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi, Statens Husdyrbrugsforsøg, Rolighedsvej 25, 1958 København V.

²⁾ Jordbrugsteknisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Rolighedsvej 23, 1958 København V.

Kendskab til slagtekyllingers fri og bundne varmeproduktion er en nødvendig forudsætning for en korrekt dimensionering af varme- og ventilationsanlæg. Da der er fundet mangler i det hidtidige datagrundlag, der hovedsagelig stammer fra udenlandske undersøgelser er der ved Statens Husdyrbrugsforsøg gennemført undersøgelser over slagtekyllingers varmeproduktion ved anvendelse af klima- og respirationsanlæg (indirekte kalorimetri). Forsøgene viser, at den bundne og frie varmeproduktion stiger i vækstperioden, dog er niveauerne afhængige af omgivelsestemperaturen. Den totale og frie varme falder ved stigende temperatur, medens den bundne varme er stigende. For kyllingerne fra 1 til 6 ugers alder ved henholdsvis 20, 24 og 28°C kan den totale (Q) og den bundne (Q_B) varmeproduktion beregnes ud fra følgende funktioner:

$$Q, W/kylling = 9.58 + 7.82 \times LV, \text{kg}^{0.78} - 0.33 \times t, ^\circ\text{C}$$

$$Q_B, W/kylling = -2.34 + 5.45 \times LV, \text{kg}^{0.64} + 0.069 \times t, ^\circ\text{C}.$$

Indledning

Varmeafgivelse mellem den dyriske organisme og omgivelserne finder sted gennem stråling, ledning, konvektion og vandfordampning. Stråling, ledning og konvektion kaldes fri varme, idet varmen udveksles direkte mellem dyret og dets omgivelser. Kendskab til slagtekyllingers varmeafgivelse er en forudsætning for at kunne gennemføre varmetekniske beregninger vedrørende varmeisolerings, opvarmning og ventilerings af kyllinge-

huse. Den frie varme danner grundlag for dimensionering af ventilations- og varmeanlæg, medens den bundne varme (varmefordampning) er bestemmende for den ventilationsmængde, som skal anvendes for at overholde en passende luftfugtighed.

Det hidtil anvendte datagrundlag er beskrevet af Strøm (1978). Heraf fremgår, at der er samme fordeling mellem fri og bunden varme ved alle alders- og vægtgrupper af slagtekyllinger. Fordelin-

Tabel 1. Kyllingernes alder og omgivelsestemperatur (t) ved respirationsmålinger.

Alder, dage	7	9	14	16	21	23	28	30	35	37	n
t, °C	29.5	28.5	26	24	20	20	20	20	20	20	10
t, °C	29.5	28.5	26	24	24	24	24	24	24	24	10
t, °C	29.5	28.5	28	23	28	28	28	28	28	28	10

gen er således kun betinget af den anvendte temperatur.

Dette grundlag for varmeangivelse fra slagtekyllinger er på forskellig måde mangelfuld. Således har beregninger baseret på kyllingers foder- og vandbalance samt deres kemiske sammensætning (Cowiconsult, 1982 og Petersen, 1982) vist væsentlige afvigelser fra ovennævnte grundlag. Hertil kommer, at materialet gengivet af Strøm (1978) ikke indeholder data for kyllinger under 500 g, ligesom fugtomsætningen fra strøelsen ikke indgår med tilstrækkelig vægt. For at belyse de anførte spørgsmål blev det derfor besluttet at gennemføre nogle målinger af slagtekyllingers frie og bundne varmeproduktion i respirationsanlæggene ved Statens Husdyrbrugsforsøg.

Materiale og metode

Der blev gennemført 3 forsøgsserier, hver med 80 Hvid Plymouth Rock kyllinger af blandet køn holdt i klima-respirationskamre i perioden fra de var 2 til 44 dage gamle. Dyrene blev indsat på strøelse (5–10 cm høvlspåner) med en belæg-

ningsgrad på 25 dyr/m². Kyllingerne havde fri adgang til vand og foder og forbruget blev registreret gennem hele vækstperioden. Der blev anvendt en kommerciel foderblanding indeholdende 207 g råprotein og 17.65 MJ bruttoenergi pr. kg foder. Legemsvægten blev målt ved en alder på 2 og 40 dage, medens vægten i alderen 7–37 dage er beregnet ved ekstrapolation fra en standard vækstkurve for slagtekyllinger (Sørensen, 1984).

Respirationsmålingerne blev gennemført over 24 timer ad gangen, når kyllingerne var 7 dage gamle og derefter med 2 eller 5 dages intervaller indtil 37 dage. Indsætningstemperaturen var 32°C og temperaturen blev sænket med 0.5°C i de første 5 dage og dernæst 1°C/døgn indtil henholdsvis 20, 24 og 28°C. Kyllingernes alder og de anvendte temperaturer under respirationsmålingerne er vist i tabel 1. Relativ luftfugtighed var konstant på omkring 60% i hele forsøgsperioden. Der blev anvendt 15 lux belysning døgnet rundt. Luftsiftet var 3.8 l/min pr kylling, medens den interne ventilation var på 135 l/min pr kylling.

Tabel 2. Den totale (Q) og bundne (Q_B) varmeproduktion i relation til kyllingernes alder, (Alder, d). Beregninger i kJ pr. døgn/kylling.

Sluttemp. °C	Q = a × Alder, d ^b		Q _B = a × Alder, d	
	kJ	R ²	kJ	R ²
20	17.5 × d ^{1.20}	0.989	14.6 × d	0.991
24	14.9 × d ^{1.21}	0.996	16.3 × d	0.966
28	16.8 × d ^{1.15}	0.994	15.8 × d	0.972

Tabel 3. Den totale (Q) og bundne (Q_B) varmeproduktion i relation til kyllingernes legemsvægt (LV, kg). Beregninger i kJ pr. døgn/kylling.

Sluttemp. °C	Q = a × LV, kg ^b		Q _B = a × LV, kg ^b	
	kJ	R ²	kJ	R ²
20	907 × kg ^{0.79}	0.990	388 × kg ^{0.57}	0.988
24	796 × kg ^{0.79}	0.997	424 × kg ^{0.68}	0.975
28	699 × kg ^{0.75}	0.995	412 × kg ^{0.66}	0.969

Dyrenes totale varmereproduktion (Q) blev beregnet ud fra O_2 -forbrug og CO_2 -produktion (Brouwer, 1965). Den bundne varmereproduktion (Q_B) blev bestemt som differencen i vandinghold i udgående og indgående luft ved anvendelse af faktoren 2.45 kJ/g vanddamp. Den frie varmereproduktion (Q_F) blev derefter beregnet fra forskellen: $Q_F = Q - Q_B$.

Forsøgsresultater

Gennemsnitsvægten af kyllingerne ved 40 dage var 1720 g. Der blev ikke konstateret vægtforskelle ved de tre temperaturer, ligesom der også kun forekom små forskelle i foder- og vandforbrug. Dog var der en tendens til lavere foderforbrug ved 28°C.

Respirationsmålinger

Figur 1 viser kyllingernes totale og bundne varmereproduktion gennem vækstperioden. Indtil 14 dages alderen var temperaturen praktisk taget ens i alle tre forsøg, og først ved 21 dages alderen var alle tre sluttemperaturer nået. Ud fra analyser af forskellige statistiske modeller blev fundet, at modeller af formen: $Q = a \times \text{alder}, d^b$ og $Q_B = a \times \text{alder}, d$, fuldt ud kunne beskrive de målte data, idet korrelationskoefficienten R^2 var på 0.97 eller derover. De beregnede funktioner for den totale varmereproduktion i forhold til kyllingernes alder ved de tre anvendte temperaturprogrammer er vist i tabel 2.

Den målte varmereproduktion skal ud over alderen også kunne sættes i relation til dyrenes vægt. Vægtrelationer er mere »fremtidssikre«. En genetisk fremgang med hensyn til væksthastighed vil således kun i begrænset omfang give ændring i varmereproduktionen pr. vægtenhed, hvorimod varmereproduktionen ved en given alder vil ændres væsentligt over tiden. Som nævnt er forsøgs-kyllingernes vægt registreret for 2 og 40 dage gamle kyllinger. Vægtrelationerne er derfor baseret på en standard vækstkurve (Sørensen, 1984), for Hvid Plymouth Rock kyllinger, der må anses at have samme genetiske baggrund som de kyllinger, der er anvendt i forsøgene. Alder-vægt relationen kan udtrykkes ved ligningen: $Y = -6.03 +$

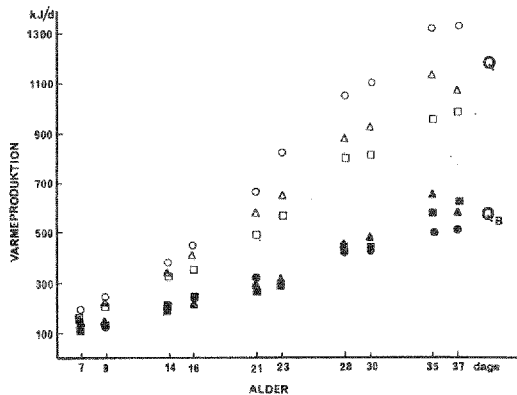


Fig. 1. Total (Q) og bunden (Q_B) varmereproduktion gennem vækstperioden.

○: 20°C, △: 24°C, □: 28°C - Q
●: 20°C, ▲: 24°C, ■: 28°C - Q_B

$10.58 \times \text{alder}, d + 1.322 \times \text{alder}, d^2 - 0.01135 \times \text{alder}, d^3$, hvor y er vægten i kg, og alderen er i dage. Funktionen er gyldig inden for en alder fra 5 til 63 dage.

I de gennemførte forsøg var kyllingernes vægt ved 40 dage på 1720 g. Den nævnte vækstkurve vil for kyllinger med en alder omkring 40 dage give en vægt på 1805 g. Denne vægtforskel (5%) er dog acceptabel, idet den individuelle variation i vægt ofte er over 15%.

Ud fra de anvendte modeller for total- og bunden varmereproduktion som funktion af alder, og den givne funktionssammenhæng mellem alder og legemsvægt (LV) kan følgende model opstilles: Q eller $Q_B = a \times LV, kg^b$. I tabel 3 er vist de fundne funktioner for varmereproduktionen ved de tre anvendte temperaturer. En multipel regressionsanalyse, baseret på en model af følgende type: Q eller $Q_B = q + c_1 \times x^b + c_2 \times t$, hvor x er alder eller vægt, og t er temperatur, kan under et udtrykke sammenhængen mellem varmereproduktion, alder eller vægt og temperatur. Funktionerne fundet ved brug af denne model er vist i tabel 4.

De opnåede resultater for total og bunden varmereproduktion kan fuldt ud beskrives ved de anvendte modeller, idet der er opnået lave variationskoefficienter (CV) og høje værdier for R^2 .

Hertil kommer, at den totale varmereproduktion kan udtrykkes ved en model, hvor eksponenten til legemsvægten er tæt på 0.75. En eksponent på

Tabel 4. Den totale (Q) og bundne (Q_B) varmereproduktion i relation til alder (Alder,d) eller legemsvægt (LV,kg) og omgivelsestemperatur (t,°C). Beregninger i kJ pr. døgn/kylling og i Watt pr. kylling.

Q,kJ =	845	+	12.9	×	Alder,d ^{1.19}	-	28.6	×	t,°C
se	87.5		0.44				2.95		
t ¹⁾	9.65***		29.2***				9.72***		
RSD = 44.2, CV = 6.8%, R ² = 0.985									
Q,W =	9.78	+	0.15	×	Alder,d ^{1.19}	-	0.33	×	t,°C
Q,kJ =	828	+	676	×	LV,kg ^{0.78}	-	28.2	×	t,°C
se	86.8		22.8				2.91		
t	9.20***		29.8***				9.47***		
RSD = 43.7, CV = 6.7%, R ² = 0.986									
Q,W =	9.58	+	7.82	×	LV,kg ^{0.78}	-	0.33	×	t,°C
Q _B ,kJ =	-187	+	17.2	×	Alder,d	+	5.77	×	t,°C
se	65.7		0.71				2.16		
t	-2.84**		24.1***				2.68*		
RSD = 32.1, CV = 9.5%, R ² = 0.966									
Q _B ,W =	-2.16	+	0.20	×	Alder,d	+	0.067	×	t,°C
Q _B ,kJ =	-202	+	471	×	LV,kg ^{0.64}	+	6.00	×	t,°C
se	67.6		19.9				2.21		
t	2.80**		24.2***				2.72*		
RSD = 32.8, CV = 9.6%, R ² = 0.964									
Q _B ,W =	-2.34	+	5.45	×	LV,kg ^{0.64}	+	0.069	×	t,°C

¹⁾ t = t-testværdier, *) p < 0.05, **) p < 0.01, ***) p < 0.001

3/4 beskriver generelt den metaboliske legemsvægt. Ligeså er der for den bundne varmereproduktion fundet en eksponent til legemsvægten på 0.64, tæt på 2/3, som generelt beskriver legemsoverfladen. Som det fremgår af tabellen stiger både den totale og bundne varme kraftig i vækstperioden. Samtidig bliver Q reduceret ca. 28 kJ pr. °C fra 20 til 28°C, medens Q_B bliver forøget ca. 6 kJ/°C.

I meddelelsen nr. 573 gives en diskussion af de opnåede resultater og en redegørelse for hvilke konsekvenser resultaterne bør få for dimensionering af klimaanlæg og isoleringstykkelser ved slagtekyllingeproduktion.

Litteratur

- Brouwer, E., 1965: Report of Sub-Committee on Constants and Factors. Proc. 3rd Symp. on Energy Metabolism. EAAP publ. no. 11, 441-443.
- Cowiconsult, 1982: Brancheenergianalyse. Det Danske Fjerkræråd, pp. 105.
- Petersen, V. E., 1982: Medd. nr. 447, Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Strøm, J. S. 1978: SBI. Landbrugsbyggeri 55, Statens Byggeforskningsinstitut.
- Sørensen, P., 1984: Personlige oplysninger, Statens Husdyrbrugsforsøg.