

455. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Christian Bønsdorff Petersen

Belægningsgradens og temperaturens indflydelse på slagtekyllingers foderforbrug og varmeproduktion

Feed Consumption and Heat Production
of Broiler Chickens Influenced by Housing
Density and Temperature

Summary in English



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1977

Forord

Ved en høj belægningsgrad i stalde med slagtekyllinger kan der ofte konstateres en nedsat tilvækst og et forøget foderforbrug. Da en sådan effekt er af stor produktionsøkonomisk betydning er det vigtigt at få årsagsforholdene klarlagt.

Ved gennemførelse af praktiske forsøg med fodring og belægningsgrad og ved tilsvarende forsøg med anvendelse af respirationsanlæggene ved afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi har konsulent Chr. Bønsdorff Petersen søgt at belyse nogle vigtige forhold af betydning for slagtekyllingeproduktionen.

I nærværende beretning er forskellige faktorer af betydning for slagtekyllingers udnyttelse af fodermidlernes energiindhold ved forskellig belægningsgrad indgående behandlet.

København, november 1976

P.E. Jakobsen

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord	2
Indledning	4
Sammendrag og konklusion	5
Summary	7

KAPITEL 1

Fysiologiske forhold vedrørende varmereguleringen	10
Den kritiske temperatur	11
Akklimatisering	13
Forsøgsplan og metode	13
Temperatur	14
Fodring	15
Forsøgsresultater	15
Tilvækst og foderforbrug	15
Fordøjelighedsforsøg	18

KAPITEL 2

Kyllingernes energiomsætning	20
Det respiratoriske stofskifte	21
Varmeproduktionen	23
Ændringen i energiomsætningen som følge af genetiske forhold	25
Slagteforsøg	27
Udnyttelsesgraden	29
Litteratur	30
Hovedtabel	32

Indledning

I 1973 skete der en ret kraftig udvidelse af slagtekyllingeproduktionen på grund af de gode produktionsøkonomiske forhold. Mange producenter foretog denne udvidelse ved en forøgelse af belægningsgraden i de eksisterende huse. Et gunstigt forhold mellem afregningsprisen fra slagteriet og prisen på foder medførte et forøget dækningsbidrag pr. hus eller pr. m². De senere indtrufne ugunstige økonomiske vilkår medførte imidlertid, at man måtte vurdere belægningsgraden anderledes. Ofte medførte den forøgede belægningsgrad lavere tilvækst og forøget foderforbrug pr. kg tilvækst med et negativt dækningsbidrag til følge. Forsøg med varierende belægningsgrad og slagtealder (Fris Jensen, 1967, 1968) viste, at forøget belægningsgrad medførte nogen nedgang i tilvæksten, afhængig af slagtealder og vægt, uden at der skete en forøgelse af foderforbruget pr. kg tilvækst. Senere forsøg med varierende belægningsgrad udført på forsøgsstationer under optimale vækstbetingelser (Bønsdorff Petersen, 1974, 1975, Petersen, 1975) viste en svag nedgang i tilvæksten og ingen forøgelse af foderforbruget som følge af forøget belægningsgrad.

Derimod viste forsøg udført under praktiske forhold, at en forøget belægningsgrad kunne resultere i en noget større vækstdepression og et forøget foderforbrug pr. kg. tilvækst med et heraf følgende mindre dækningsbidrag (Bønsdorff Petersen, 1975). På grundlag af resultaterne fra disse forsøg må man påregne, at hovedårsagen til den nedsatte tilvækst og forøgede foderforbrug pr. kg tilvækst må søges i en vekselvirkning mellem belægningsgraden og kyllingehusets klima. Ved klimaforsøgene med slagtekyllinger fandt Fris Jensen (1964), at en temperaturstigning fra 19 til 30°C i de sidste 3 uger af vækstperioden nedsatte kyllingernes tilvækst med 168 g.

På grundlag af resultaterne vedrørende belægningsgraden og temperaturen fra de nævnte forsøg blev det besluttet at undersøge årsagsforholdene mere indgående ved hjælp af stofskiftemålinger ved varierende belægningsgrad. Undersøgelsen tog ligeledes sigte på, at sammenligne resultaterne fra dette forsøg med tidligere udførte stofskifteforsøg, for at belyse indflydelsen af den genetiske ændring af kyllingerne vækstkapaцитet.

Sammendrag og konklusion

Forsøget blev udført som respirationsforsøg ved anvendelse af Forsøgslaboratoriets respirationsanlæg for svin. Belægningsgraden var $14\frac{1}{2}$ (hold A) og 25 (hold B) kyllinger pr. m^2 . I den sidste del af forsøget blev temperaturen gradvis hævet op til $28^\circ C$ for hold B's vedkommende, mens den blev holdt konstant på $22^\circ C$ for hold A's vedkommende. Under de sidste målinger steg temperaturen op til $34-35^\circ C$ for holdet med den høje belægningsgrad. Ved disse målinger var luftfugtigheden ligeledes stærkt forøget.

Den høje belægningsgrad i forbindelse med temperaturstigningen medførte en vækstdepression og et forøget foderforbrug pr. kg tilvækst for at opnå den samme vægt som ved den lave belægningsgrad. Kyllingerne ved den høje belægning nåede en vægt på 1500 g 4 dage senere end kyllingerne ved den lave belægningsgrad, og foderforbruget var 150 g større. Varmeproduktionen var stort set ens for begge hold indtil en vægt på ca. 1000 g. Temperaturstigningen op til $34^\circ C$ for hold B's vedkommende medførte en stærk forøgelse af varmeproduktionen. Ved en vægt på 1500 g var forøgelsen ca. 90 kcal/døgn eller 35%. Den gradvise forøgelse af temperaturen op til $28^\circ C$ medførte ikke nogen markant stigning i varmeproduktionen.

Forsøget viser således, at af de forbundne faktorer, belægningsgrad, temperatur, ventilation og fugtighed er det den forøgede temperatur og luftfugtighed, der er hovedårsagen til den lavere tilvækst og nedsatte foderudnyttelse. Man må skelne mellem en gradvis stigning af temperaturen som følge af, at varmeproduktionen stiger dag for dag, og spontane temperaturændringer, der skyldes vejrliget. Den gradvise temperaturstigning medfører en vis tilvænnning, hvorved tilvæksten nedsættes uden væsentlig forøgelse af varmeproduktionen, mens den spontane temperaturstigning op til ekstreme værdier medfører en øjeblikkelig forøgelse af varmeproduktionen, der her kan nå op på meget høje værdier.

Ved slagteforsøgene blev der fundet en lavere fedtproduktion ved den forøgede belægningsgrad. For hold A's vedkommende steg RQ-værdierne fra et niveau på omkring 0,94 til lidt over 1,00, mens RQ-værdierne for hold B ikke viste nogen stigning. Den relative lave stigning i foderforbruget pr. kg tilvækst skyldes således, at kyllingerne ved den høje belægning har indeholdt mindre fedt og således mindre energi. Energiudnyttelsen er herved faldet mere end foderudnyttelsen regnet pr. kg tilvækst.

Den genetiske ændring i kyllingernes vækstkapalet har medført, at varmeproduktionen pr. dag er steget ret væsentligt de sidste 10 år. Ved en vægt på 1500 g drejer det sig om ca. 100 kcal/døgn pr. kylling eller 40%. Dette skyldes en stigning af den termiske energi på grund af de forøgede daglige foderoptagelse,

hvorimod den varmeproduktion, der modsvarer den daglige vedligeholdelsesenergi sandsynligvis har været konstant ved given vægt. På grund af den kortere vækstperiode er den totale vedligeholdelsesenergi og hermed den totale varmeproduktion reduceret væsentligt. Den genetiske ændring af væksthastigheden har således medført, at en mindre del af den omsættelige energi omdannes til varme samtidig med, at den daglige varmeproduktion er forøget i den kortere tid, det varer at nå slagtevægten.

Ældre kyllingehuse, hvis ventilationssystem er baseret på tal for kyllingernes varmeproduktion der ligger 10 år tilbage, har sandsynligvis i dag en for lav ventilationskapacitet til at fjerne varmeproduktionen og fugtigheden i den sidste del af kyllingernes vækstperiode, specielt hvis belægningsgraden tillige øges.

Forøgelsen af varmeproduktionens niveau gennem avlen har sandsynligvis medført en reduktion af kyllingernes kritiske temperatur og herved også temperaturintervallet for optimal vækst. Evnen til at afgive varmen kan blive den begrænsende faktor for yderligere forøgelse af vækstkapa-citeten.

Summary

Experiments run under practical conditions have shown that an increased housing density caused a growth depression and lower feed utilization.

This experiment was conducted with the purpose to examine the influence of the housing density on live weight gain, feed consumption and heat production.

The chickens were housed in two respiration chambers usually used for respiration trials with pigs. The housing density was $14\frac{1}{2}$ and 25 chickens per m^2 , respectively. In one chamber were placed 20 and in the other chamber 35 male chickens. In both chambers the temperature was reduced by $0.5^\circ C$ daily from $32^\circ C$ to $22^\circ C$. This temperature was kept constant for the remaining growth period for the low density group (group A) whereas the temperature was gradually raised for the high density group (group B) up to $28^\circ C$, as we under practical conditions may consider a temperature rise caused by the higher heat production per m^2 . During the last measurements the temperature rose up to $34-35^\circ C$.

In connection with the respiration experiment the digestibility of the nutrients and the metabolizable energy of the feed was determined by using 6 chickens kept in cages for individual collection of faeces. In the respiration chambers deep litter was used so that adequate collection of faeces was not possible.

By the low housing density the live weight was 1506 g after 38 days. By the high density the weight was 1329 g after 38 days and 4 days later (after 42 days) the weight of these chickens was 1496 g.

The feed consumption up to a weight of 1500 g was 2996 g and 3143 g, respectively, a difference of 150 g feed for obtaining the same weight. The feed consumption per kg live weight was 1.99 and 2.10 kg feed. The metabolizable energy was 8859 kcal and 9298 kcal corresponding to 5900 kcal and 6198 kcal per kg live weight.

The digestibility experiment showed that starch was digested nearly totally and the rest of the N-free extract + crude fibre had very low digestibility coefficients. This is indicating that metabolizable energy or digestible energy may be calculated from the content of starch, fat, and protein in the feed.

The measurements in the respiration chambers were conducted twice a week lasting 24 hours. The three last measurements of group B lasted 6 hours only, as the temperature rose up to $34-35^\circ C$.

The heat production was practically equal for both groups up to a weight of about 1000 g. At this weight the heat production strongly increased for the high

density group due to the high temperature. After the measurements the temperature again was kept at 28°C. The increase of the heat production compared to group A was about 90 kcal/chicken per day, or an increase of about 35%. This rather high increase of heat production is in agreement with experiments concerning the critical temperature of the chickens conducted by Winkler & Lyhs (1974).

The high density results in an increased heat production in the chicken house or per m² and a higher temperature among the chickens. This experiment clearly shows that the increase of temperature and humidity are the main factors out of the correlated factors, density, temperature, humidity and ventilation, affecting the heat production. Here we have to distinguish between a gradual rise of temperature caused by the increasing heat production of the chickens and a spontaneous change of temperature caused by the weather. The gradual increase of temperature results in a certain adaption whereby the growth rate may decrease but without any significant increase of the daily heat production. It will last longer to obtain the desired slaughter weight. An increased feed consumption per kg gain will not always be observed as the chickens are delivered to the slaughter house at a lower weight. By the spontaneous increase of the temperature the chickens will react immediately by a higher heat production followed by decreased gain in weight and increased feed consumption per kg gain to reach a given weight.

During hot periods the temperature in chicken houses can raise to more than 30°C. Under such conditions an increased density can cause a further increase of temperature and thus of heat production. Experiments with broilers kept at different densities in experiment stations by nearly optimal growth conditions verify that it is the increase of temperature that effects heat production as no significant effect on feed conversion was found caused by increased density and the effect on growth rate was less than found in practical experiments (Fris Jensen, 1967, 1958, Bønsdorff Petersen, 1974, Petersen, 1975). In the experiment stations a high density in some pens does not affect the temperature and humidity in the way we see in houses used for practical production.

At the end of the experiment 5 chickens of each group were killed and the chemical composition was determined. For the chickens of the high density group the fat production was reduced. The increasing heat production thus takes place partly at the expense of fat production. This means that an increasing feed consumption per kg gain hereby is reduced in some extent as the energy content of body gain is reduced by exchanging body fat with water. The respiratory quotient (RQ) of the chickens of both groups was equal up to a weight of 1000 g. The RQ-value of group A then rose from the level of 0.94 to values about 1.0, which is in agreement with an increased fat production. The RQ-value of the chickens at the high density did not show any increase. The slaughter investigations and the respiration experiment are thus in agreement.

The relative low increase in feed consumption per kg weight gain for the high density group is thus due to the lower content of fat in the carcass. The energy utilization decreased more than feed utilization measured per kg gain in weight.

On the basis of respiration experiments performed at the department in 1964, 1968, and this experiment it is evident that heat production has increased strongly since 1964. By a body weight of 1500 g this increase amounts to about 100 kcal/chicken per day or 40%. The reason is the genetic advance in growth rate.

The increased heat production is caused by an increment of the specific dynamic energy (SDE) of the increased feed consumption, whereas the heat of maintenance at a certain weight probably has not changed. Caused by the shorter growth period the total energy for maintenance is considerably reduced. Calculations based on results from the Danish progeny testing stations for broilers (Jensen, 1971, 1973) show that the utilization of the metabolizable energy (energy retention/ME) has increased from 28% in 1962 to 33½% in 1973. The genetic change of growth capacity has thus resulted in a less heat loss by production of broilers but also resulted in a strong increment of the daily heat production during the shorter growth period.

The ventilation capacity of older houses based on relevant data from 10 years old measurements will be too low to remove the high heat production and humidity specially if the housing density is increased. Therefore, it is important specially in older houses to adjust the housing density to the ventilation capacity. It is important to keep up to date the values for the heat production used for calculating the ventilation capacity of new houses.

The fact that the level of heat production has increased during the latest years has probably caused a drop of the critical temperature of the chickens whereby the temperature interval for optimal growth also may be decreased. This may be the fact if the selection for a higher growth rate is not at the same time a selection for a better heat regulation. The ability of the chickens to remove the heat production can be the limiting factor for further increment of growth rate.

When results from the practical production are compared to results obtained in experiment stations we usually find a higher growth rate and a better feed conversion at the experiment stations. If agreement should be obtained two conditions must be equal namely ¹⁾ the content of nutrients in the feed and ²⁾ the environmental and housing factors including housing density which are factors affecting the growth rate and the heat production and may influence feed utilization.

KAPITEL 1

Fysiologiske forhold vedrørende varmereguleringen

På grundlag af de i indledningen nævnte forsøg, der er udført til vurdering af belægningsgradens indflydelse på tilvækst og foderforbrug må det antages, at en eventuel temperaturstigning i den sidste del af vækstperioden er en væsentlig årsag til vækstdepression og forøget foderforbrug pr. kg tilvækst. Derfor skal der forud for en beskrivelse af forsøget kort redegøres for nogle fysiologiske forhold vedrørende kyllingernes varmeregulering.

Varmereguleringen tjener til at opretholde en konstant legemstemperatur, der for hønsenes vedkommende ligger på 40–42°C. Varmereguleringen foregår ligesom hos andre varmblodede dyr, dels som en fysisk og dels som en kemisk varmeregulering. Den fysiske varmeregulering foregår ved en varmeveksling fra hud og fjerlag til omgivelserne samt ved fordampning af vand, der finder sted gennem åndedrætsorganerne, da der ikke findes svedkirtler. Ved fordampning af 1 g vand fjernes der 0,58 kcal. Kyllingerne er således i stand til at fjerne ret betydelige varmemængder gennem fordampningen. Intensiteten af fordampningen er stærkt afhængig af omgivelsernes temperatur og stiger ved ekstremt høje temperaturer. Ifølge undersøgelser udført af Winkler & Lyhs (1974) er fordampningen også afhængig af alderen, således at den målt pr. g kylling er størst i de første leveuger. Hvis omgivelsernes temperatur begynder at stige, sker der en forøget varmeafgivelse gennem ekstremiteterne, hvis temperatur stiger kraftigt på grund af forøget blodgennemstrømning. Winkler & Lyhs (1974) finder, at føddernes temperatur stiger kraftigt, når rumtemperaturen stiger fra 20 til 25°C. Først ved temperaturer herover øges vandfordampningen kraftigt. Åndedrætsfrekvensen øges, og kyllingerne »gisper«. Denne form for varmeafgivelse kræver forøget energitilførsel, og herved stiger også varmeproduktionen. Dette medfører, at energiudnyttelsen falder, da en større del af foderets omsættelige energi går bort som varme. Under denne tilstand vil foderoptagelsen og tilvæksten falde. En høj luftfugtighed vil virke forværrende, da fordampningen herved hæmmes.

Den kemiske varmeregulering ytrer sig ved, at kyllingerne hæver eller sænker varmeproduktionen. Dette finder sted, når den fysiske varmeregulering bliver utilstrækkelig, d.v.s. ved lave temperaturer og ved ekstremt høje temperaturer. Den kemiske varmeregulering er styret gennem nervesystemet og det hormonale system.

Ved lave temperaturer sker der en øget muskelaktivitet gennem sitrende bevægelser. Det er fortrinsvis forbrændingen af glukose, der øges, dels gennem en mobilisering fra leveren, og dels ved at protein omdannes til glukose.

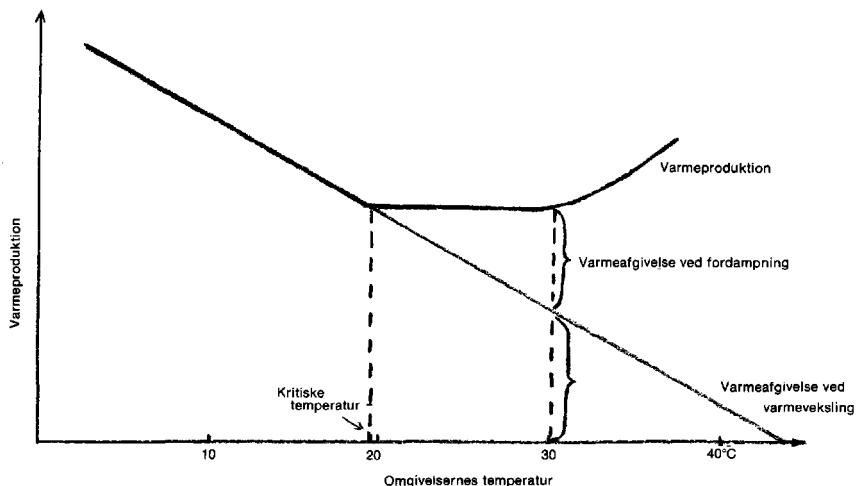
Den kritiske temperatur

På grundlag af det ovenfor nævnte fremgår det, at varmeproduktionen stiger ved såvel lave som ekstremt høje temperaturer. Der vil således være et temperaturinterval, hvor varmeproduktionen vil have sin laveste værdi i ligevægt med omgivelsernes temperatur. I figur 1 er dette vist grafisk.

Det ses af figuren, at dersom omgivelsernes temperatur falder, vil varmeafgivelsen ved fordampning nå et minimum, og falder temperaturen yderligere, må kyllingernes varmeproduktion øges for at modsvare den varmemængde, der afgives ved varmeveksling. Den temperatur, hvor varmeafgivelsen ved fordampning har nået sin laveste værdi, og varmeproduktionen vil stige ved yderligere temperaturfald, benævnes den kritiske temperatur. Temperaturområdet nær den kritiske temperatur vil være det teoretisk optimale temperaturområde for produktion og foderudnyttelse.

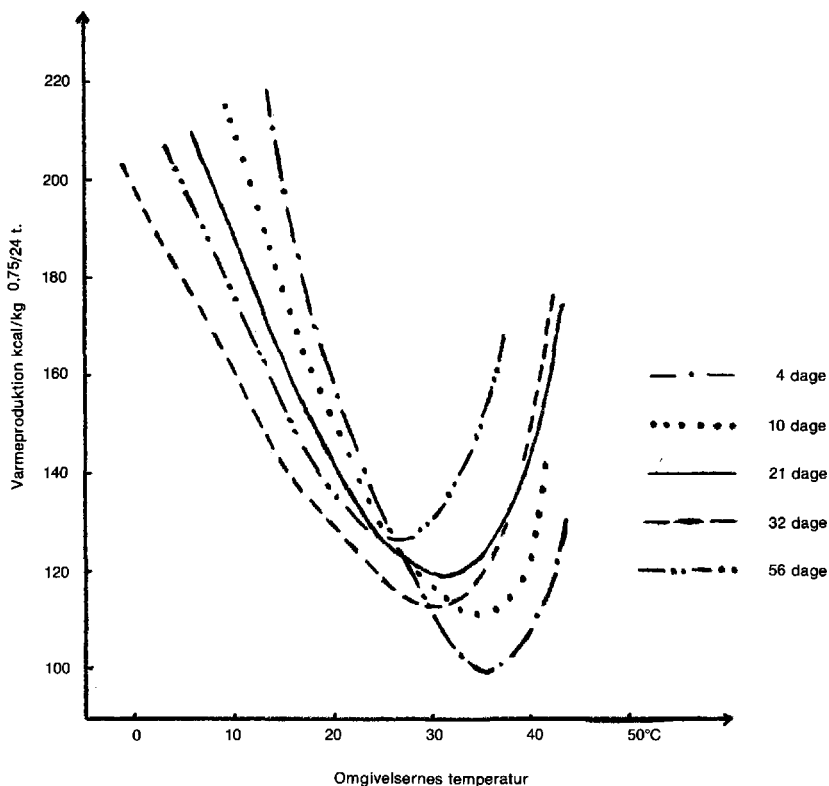
Den kritiske temperaturs niveau vil afhænge af flere forhold. Hudlaget og fjernes isolerende egenskaber bestemmer hastigheden af varmeafgivelsen. Mangelfuld befjering medfører en forøget varmeledning. Varmevekslingen til omgivelserne øges (hældningen af den skrå linie på figuren ændres), og den kritiske temperatur hæves. Forøget fedtaflejring i huden virker isolerende og sænker således den kritiske temperatur.

Den kritiske temperatur er ligeledes afhængig af varmeproduktionens niveau. En stor foderoptagelse med en deraf følgende høj termisk energi sænker den kritiske temperatur. Alderen virker selvsagt sænkende på den kritiske



Figur 1. Varmeafgivelsen i relation til omgivelsernes temperatur. (Kleiber, 1961).

Figure 1. Heat production versus environmental temperature.



Figur 2.

Kyllingernes varmeproduktion i relation til alder og omgivelsernes temperatur. (Efter Winkler & Lyhs, 1974).

Figure 2. Relation between heat production, age and environmental temperature.

temperatur hovedsagelig på grund af fjerlagets udvikling. En række undersøgelser til belysning af den kritiske temperaturs afhængighed af alderen er udført af Barott og Pringle (1946, 1947 og 1949). Winkler og Lyhs (1974) har foretaget en række nyere undersøgelser vedrørende varmereguleringen hos slagtekyllinger. Resultater fra disse undersøgelser er vist i figur 2.

Det fremgår heraf, at det varmeneutrale temperaturinterval er indsnævret ret stærkt, således at det praktisk taget kun omfatter et punkt. Den kritiske temperatur er kurvernes minimumspunkter. Det ses ligeledes, at varmeproduktionen stiger ret kraftigt ved temperaturer højere end den kritiske.

Akklimatisering

Hvis kyllingerne over længere tid udsættes for en temperaturpåvirkning, der ligger uden for temperaturintervallet for optimal vækst, vil der ske en gradvis tilvænning eller akklimatisering. En spontan kuldepåvirkning vil medføre øget adrenalinudskillelse, der bevirker, at glukoseindholdet i blodet stiger, og oxidationsprocessernes intensitet forøges meget hurtigt efter påvirkningen. Hvis kuldepåvirkningen varer noget længere, sker der forøget udskillelse af binyrebarkhormoner, som fører til øget glukosetilførsel til blodet gennem nedbrydning af protein. Moustgaard m.fl. (1959) finder hos grise, at dette direkte giver sig udslag i en forøget N-udskillelse i urinen. Hvis påvirkningen fortsætter og bliver af længere varighed, sker reguleringen gennem en forøget udskillelse af skjoldbruskkirtlens hormon, thyroxin. Dette medfører, at oxidationprocessernes niveau øges, således at der indtræder en ligevægt med den forøgede varmeafgivelse. Herved stiger vedligeholdelsesbehovet. Wachtel (1971) anfører, at en tilpasning ved ændring af skjoldbruskkirtelens aktivitet sker ret langsomt hos fjerkræ, ca. 10 dage, hvorimod pattedyr kun behøver 8 timer.

Hvis omgivelsernes temperatur stiger til værdier over den optimale, vil en kortvarig påvirkning medføre, at der sker forøget varmeveksling til omgivelserne ved forøget blodgennemstrømning gennem ekstremiteterne og forøget varmeafgivelse gennem fordampning, og varmeproduktionen stiger. Længere tids påvirkning vil medføre nedsat udskillelse af tyreoidahormonet. Varmeproduktionen vil tendere mod en stabilisering på et lavere niveau. Da tyreoidahormonet øver indflydelse på proteinaflejringen, kan dette medføre nedsat vækst.

Forsøgsplan og metode

Til gennemførelse af dette forsøg blev Forsøgslaboratoriets respirationskamre til forsøg med grise anvendt. Disse kamre er udstyret med klimaanlæg, der tillader en styring af temperaturen inden for et vist interval (Thorbek, 1967). Kamrenes gulvareal er $1,4 \text{ m}^2$. I det ene respirationskammer blev der indsat 20 haneekyllinger (hold A) og i det andet kammer blev der indsat 40 haneekyllinger (hold B). Dette antal blev dog nedsat til 35 efter 3 uger.

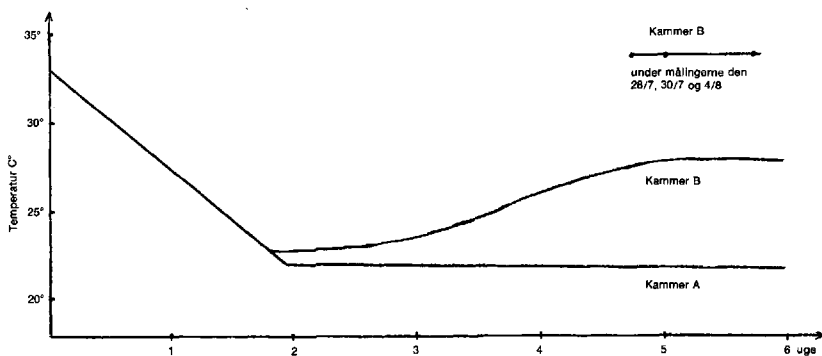
Belægningsgraden var henholdsvis $14\frac{1}{2}$ og 25 kyllinger pr. m^2 . Kyllingerne blev leveret gennem avlscentret, ASA-chick, og indsat den 24. juni 1975. Respirationskamrenes bundplade består af en netplade, der tillader, at gødningen passerer igennem til kvantitativ opsamling. Denne plade blev dækket og forsynet med et lag strøelse, således at forholdene blev så nær praktiske forhold som muligt. Derfor kunne der ikke foretages gødningsopsamling fra de kyllinger, der befandt sig i kamrene til bestemmelse af foderets fordøjelighed og indhold af omsættelig energi. Tidligere forsøg (Bønsdorff Petersen og Vik Mo, 1968)) har imidlertid vist, at fordøjelighed og omsættelig energi er konstante størrelser indenfor slagtekyllingernes vækstperiode. Derfor blev der udført et

særskilt fordøjelighedsforsøg med kyllinger fordelt i enkeltbure i afdelingens hønsestald.

Serien af respirationsmålinger påbegyndtes den 8. juli 1975 og blev foretaget kontinuerligt over hele vækstperioden. Respirationsforsøgene strakte sig over 1 døgn og blev foretaget to gange pr. uge, fra mandag til tirsdag og fra onsdag til torsdag, indtil den 4. august, da kyllingerne var 42 dage. Luftgennemstrømningshastigheden blev afspasset, således at koncentrationen af kuldioxid og ilt i luften i respirationskammerne lå mellem 0,5% og 1,2%. På grundlag af den udskilte mængde kuldioxid og den forbrugte mængde ilt blev kyllingernes varmeproduktion beregnet.

Temperatur

Ved indsætning var temperaturen 32°C og blev sænket med ca. ½°C pr. døgn til 21–22°C. Denne temperatur blev holdt konstant i kammeret med de 20 kyllinger ved hjælp af anlæggets kølesystem. I det andet kammer blev temperaturen hævet i takt med den forøgede varmeproduktion. Det var planlagt, at temperaturen skulle øges til 27–28°C. Ved de sidste målinger var det imidlertid ikke muligt at holde temperaturen på 28°, dels på grund af det meget varme vejr og dels på grund af et svigt i køleaggregatet på dette kammer. Under de sidste målinger steg temperaturen op til 34–35°C og luftfugtigheden til ca. 90%. Når der ikke blev målt, blev temperaturen holdt på 28°C ved, at kammerdøren blev åbnet på klem. Da de sidste 3 målinger for hold B således ikke er repræsentative for et helt døgn, blev det bestemt at foretage kvantitative slagteforsøg efter respirationsforsøgets afslutning til supplerende af resultaterne herfra.



Figur 3. Temperaturens forløb i respirationskammerne.

Figure 3. The temperature in the chambers during the experiment.

Fodring

Der blev tildelt foder og vand ad libitum. Foderet blev vejjet ud, og foderforbruget opgjort en gang om ugen. Der blev installeret lys i kamrene, således at lyset var tændt hele døgnet. Kyllingerne blev vejjet hver fredag kl. 9.00.

I tabel 1 er foderblandings sammensætning vist.

Tabel 1. Foderblandings sammensætning

Table 1. The composition of the diet

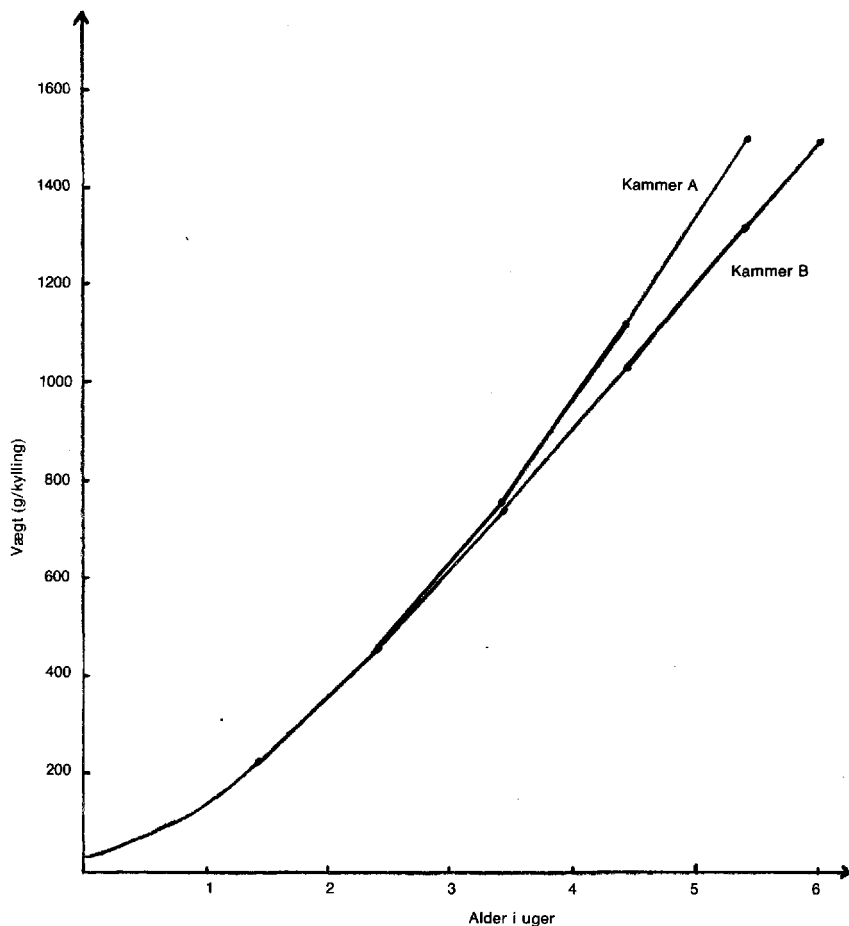
Majs	64,6
Soyaskrå	25,5
Sildemel	3,0
Kødbenmel	2,0
Dicalciumfosfat	1,8
Kridt	0,8
Mikromineralbl.	0,3
Metioninforbl.	1,0
Nitroamprol, forblanding	1,0

Der blev udført fordøjelighedsforsøg med 6 kyllinger indsat enkeltvis i opsamlingsbure. Dette forsøg blev udført fra den 25. juli til den 2. august. Der blev benyttet 3 døgn forperiode og 6 døgn opsamlingsperiode. Foderet blev udvejet i papirposer før forsøgets start. Fodertildelingen var 80 g daglig fordelt på 40 g om morgenen og 40 g om aftenen. Gødningen blev opsamlet kvantitativt hver morgen og opbevaret i dybfryser, indtil analyserne blev udført. Fordøjelighedskoefficienterne og foderets indhold af omsættelig energi blev således bestemt efter den *direkte metode*.

Forsøgsresultater

Tilvækst og foderforbrug

Tilvæksten var særdeles god. Holdet i kammer A ($14\frac{1}{2}$ pr. m^2) nåede en gennemsnitsvægt på 1503 g på 38 dage, og holdet i kammer B (25 pr. m^2) vejede 1329 g. Fire dage senere (efter 42 dage) vejede dette hold 1496 g. Den forøgede belægning og den heraf følgende højere temperatur har altså medført en vækstdepression på 170 g. Kyllingerne ved den høje belægning skulle være 4 dage ældre for at opnå samme vægt. Ved klimaforsøgene i Roskilde fandt Fris Jensen (1964), at en forøgelse af temperaturen fra $19-30^\circ C$ i de sidste 3 uger, medførte en lignende vækstdepression.

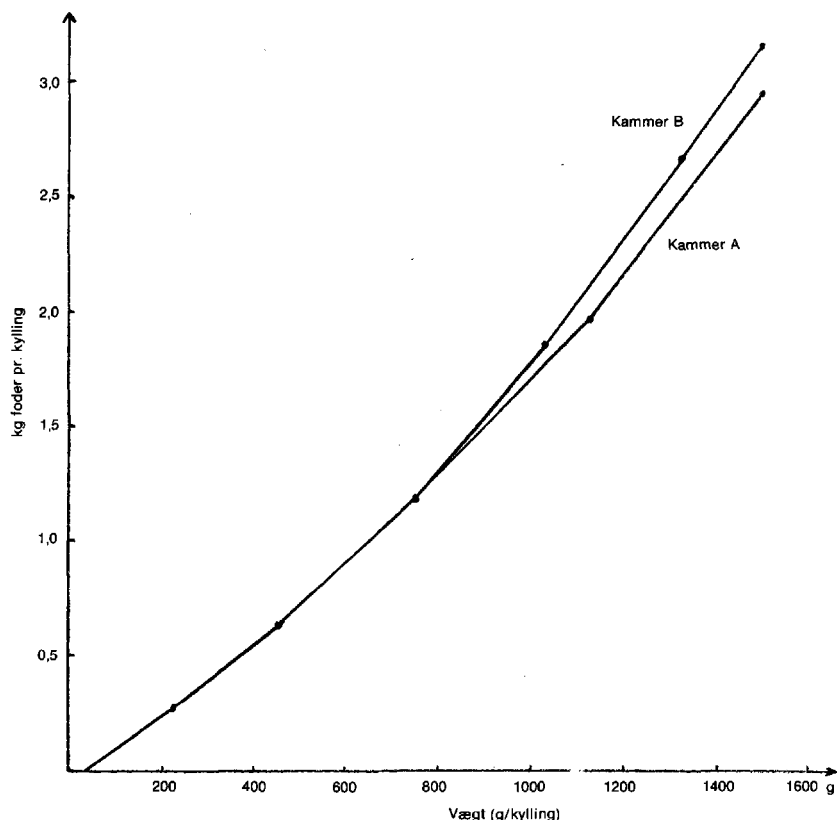


Figur 4. Tilvækst i relation til alderen.
Figure 4. Growth rate related to age.

Produktionens størrelse ved nærværende respirationsforsøg var henholdsvis 22,5 kg/m² og 35,0 kg/m² levende vægt ved 38 dage. Tilvæksten for de to behandlinger er vist i figur 4.

Foderforbruget for de to behandlinger er vist i figur 5.

Det ses af figur 5, at foderudnyttelsen har været ens for de to behandlinger indtil en vægt på 700–800 g. Derefter falder foderudnyttelsen for kyllingerne ved den høje belægningsgrad. Ved en vægt på 1500 g har holdet ved den lave belægningsgrad fortæret 2995 g foder, mens holdet ved den høje belægnings-



Figur 5. Foderforbrug i relation til vægten.

Figure 5. Feed consumption related to live weight.

grad har fortæret 3143 g foder, altså en forskel på 150 g. Foderforbruget var således henholdsvis 1,99 og 2,10 kg foder pr. kg kylling ved 1500 g.

Årsagen forklares tilsyneladende stort set ved det forøgede vedligeholdelsesbehov, da det har taget 4 dage længere at opnå en vægt på 1500 g. Årsagsforholdene vedrørende ændring af foderudnyttelse og enegiudnyttelse er mere indgående diskuteret under slagteforsøg (side 27).

Den forøgede belægningsgrad medfører sandsynligvis en vis stresspåvirkning som følge af mere uro blandt kyllingerne. De anførte forsøgsresultater tyder imidlertid på, at denne påvirkning alene kun i mindre grad øver indflydelse på tilvækst og foderforbrug.

Ved en høj belægningsgrad er varmeproduktionen pr. arealenhed forøget og herved stiger kravet til ventilation. Temperaturen stiger især nede blandt kyllingerne, hvilket medfører at ammoniakfrigørelsen fra gødning og strøelse forøges. Den høje belægningsgrad medfører også, at gødningsmængden forøges, både fordi der omsættes mere foder pr. arealenhed, og fordi vandoptagelsen forøges.

Fordøjelighedsforsøget

Fordøjelighedsforsøget, der blev udført ved hjælp af 6 kylliner fordelt enkeltvis i opsamlingsbure i hønsestalden, havde til formål at bestemme foderets omsættelige energi samt næringsstofferne fordøjelighed. Forsøget blev udført efter den direkte metode ved udvejning af foderet samt en kvantitativ opsamling af gødningen. På grundlag af kemiske analyser af såvel foder som gødning kunne fordøjelighedskoefficienterne og foderets indhold af omsættelig energi derefter udregnes. I tabel 2 er foderets kemiske sammensætning vist.

Tabel 2. Foderets kemiske sammensætning (%)
Table 2. The chemical composition of the diet (%)

Tørstof	Aske	Org.stof	Råprot.	Fedt ¹⁾	Træstof	N.F.E.	LHK ²⁾	Rest-kulh. ³⁾	Brutto-energi-(kcal)
87,7	6,0	81,6	19,2	3,7	3,3	55,5	45,4	10,1	3859

¹⁾ Fedt bestemt efter syrehydrolyse efter Stoldts metode.

²⁾ L.H.K. Let hydrolyserbart kulhydrat (hovedsagelig stivelse).

³⁾ Restkulhydrat = N.F.E. - LHK (Ifølge Vestergaard Thomsen (1972) og Lise Neergaard (1973)).

Kyllingerne blev fodret med 80,0 g foder daglig i 9 dage, deraf var de tre dage forperiode og de 6 dage forsøgsperiode. I tabel 3 er fordøjelighedskoefficienterne, den omsættelige energi og N-aflejringskoefficienterne anført. Tallene for hver kylling er medtaget for at give et indtryk af den nøjagtighed, hvormed fordøjelighedsforsøg udføres, og hvor ensartet kyllingerne er, når det drejer sig om næringsstofferne fordøjelighed og omsættelige energi. Ved udregningen af fordøjelighedskoefficienterne blev kvælstoffet i gødningen fordelt med 20% til ufordøjeligt kvælstof og 80% til urinkvælstof. Denne opdeling blev foretaget på grundlag af resultater fra tidligere udførte fordøjelighedsforsøg med kyllinger med tilsvarende N-aflejringskoefficienter (50%) (Bønsdorff Petersen, 1973).

Det fremgår af tabellen, at sikkerheden ved bestemmelsen af fordøjelighed og omsættelig energi er meget høj. Spredningen ligger i de fleste tilfælde under 1,0%, d.v.s. at såvel forsøgsusikkerheden som den individuelle variation er meget ringe. Fordøjelighed og omsættelig energi kan derfor bestemmes meget sikkert selv ved anvendelse af kun få kyllinger (4-6).

Tabel 3. Fordøjelighedskoefficienter, omsættelig energi og kvælstofaflejring
Table 3. Digestibility, metabolizable energy and nitrogen retention

Kylling nr.	Tørstof	Org. stof	Råprot.	Fedt	L.H.K.	Restkulh. + træstof	Oms. E. kcal pr. kg foder	N-aflejring %
1	77,0	79,8	90,8	83,5	98,6	-0,6	2961	53
2	76,5	79,2	88,5	78,7	98,3	1,2	2933	43
3	77,4	79,8	90,8	79,0	98,2	1,9	2965	53
4	76,9	79,4	90,3	67,6	98,2	3,1	2952	52
5	76,7	79,2	89,4	80,5	98,4	-2,2	2955	47
6	77,3	80,1	90,3	79,0	98,3	4,2	2980	52
$\bar{x}$	77,0	79,6	90,0	78,1	98,3	1,3	2958	50
s	0,3	0,3	0,9	5,4	0,2	2,4	16	4

Fordøjeligheden af L.H.K. (let hydrolyserbart kulhydrat) er næsten fuldstændig, mens den resterende del af kulhydratfraktionen, træstof + restkulhydrat, er næsten ufordøjeligt. Dette medfører, at analyser udført direkte på foderet kan give en tilstrækkelig sikker angivelse af foderets indhold af omsættelig energi, blot analysen omfatter L.H.K. (eller stivelse), råprotein og fedt. For at fastlægge en anvendelig funktion til beregning af omsættelig energi ud fra analyseværdierne er det nødvendigt at udføre mere omfattende forsøg. Anvendelse af disse analyser har den fordel, at en producent forholdsvis billigt kan vurdere netop det parti foder, der anvendes.

KAPITEL 2

Kyllingernes energiomsætning

Ved den intermediære stof- og energiomsætning medgår foderets omsættelige energi dels til en energiaflejring hovedsagelig i form af protein og fedt og dels til varmeproduktion. Varmeproduktionen, der er et direkte tab af energi, udgør langt den største del af foderets energiindhold, da kun ca. 30–40% af den omsættelige energi fra foderet genfindes som energiaflejring i kyllingerne. For proteinets vedkommende aflejres ca. 50% af foderets protein.

Varmeproduktionen deles i nettoenergi til vedligehold og termisk energi. Den termiske energi er den varmemængde, der frigøres som følge af foderets fordøjelse og absorption samt ved de kemiske processer, der foregår i organismen ved nedbrydning af næringsstofferne og opbygning af de stoffer, der aflejres under væksten. Man deler også den omsættelige energi i energi til vedligehold og energi til produktion. Varmeproduktionen udgøres således af den totale energi til vedligehold samt den del af produktionsenergien, som er varmetab. Den daglige vedligeholdsenergi afhænger af kyllingernes vægt. Vedligeholdsen energien er fundet ved respirationsforsøg, der tidligere er udført ved denne afdeling (Bønsdorff Petersen, 1969, 1973).

$$ME_{\text{vedligehold}} = 104 \times LW^{0.76}, \quad r = 0,96$$

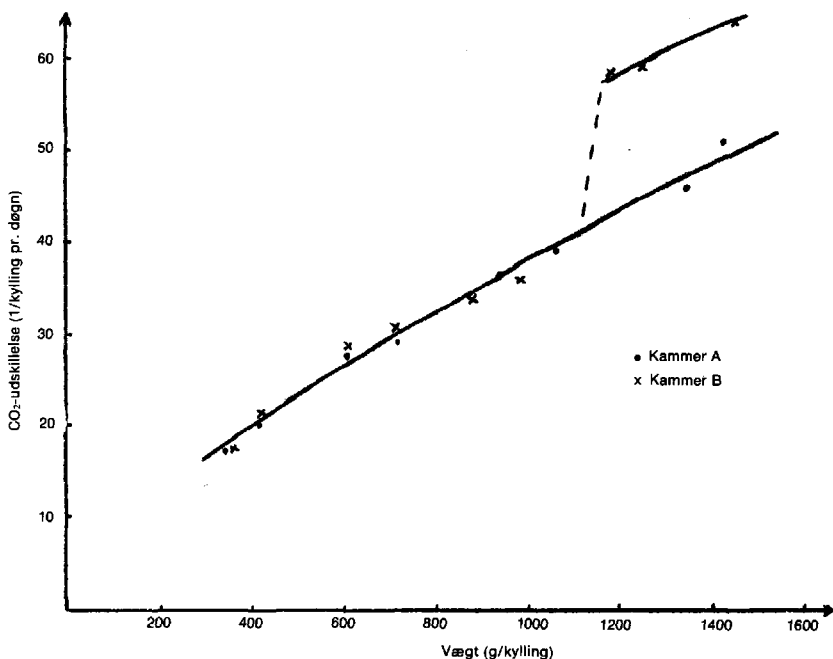
Ved de samme forsøg blev det fundet, at energiforbruget ved aflejring af henholdsvis 1 g protein og 1 g fedt var 11,2 og 12,2 kcal, svarende til en effektivitet på 0,51 og 0,78. Disse værdier ligger meget nær de tilsvarende værdier, som Thorbek (1975) finder hos voksende grise. Da den energimængde, der medgår til aflejring af kyllingernes vækst, således stort set er konstant, vil reduktionen af det totale vedligeholdsbehov gennem den genetiske fremgang medføre, at den procentdel af den omsættelige energi, som aflejres, øges i takt hermed. Den procentdel af kvælstoffet, som aflejres, øges ligeledes gennem avlsarbejdet. På grundlag af resultater fra afkomsprøverne (Jensen, 1971, 1973) kan det beregnes, at energiaflejringen i procent af den omsættelige energi i 1962 var 28% og i 1973 33½% (energiindholdet i slagtekyllingerne blev sat til 2,1 kcal/g). Den termiske energi er afhængig af den daglige foderoptagelse. På grund af at foderoptagelsen pr. dag er forøget forårsaget af stigende vækstkapa-citet, er den daglige termiske energi steget. Dette medfører, at den totale daglige varmeproduktion vil være stadig stigende som følge af avlsarbejdet.

Det respiratoriske stofskifte

Under respirationsforsøgene blev kyllingernes iltoptagelse og kuldioxidudskillelse målt. Målingerne foretages ved, at der pumpes atmosfærisk luft gennem respirationskamrene. Den mængde luft, der blev pumpet gennem respirationskamrene, blev afpasset således, at det procentiske indhold af CO_2 i kammerluften lå mellem 0,5 og 1,2%. Den gennemstrømmende mængde luft måles, og der foretages ligeledes en måling af ilt- og kuldioxidkoncentrationen i den luft, der passerer ud af kamrene. På grundlag af disse data udregnes den udskilte mængde CO_2 og den forbrugte mængde O_2 . Derefter kan man beregne varmeproduktionen efter formlen:

$$\text{HP} = 3,815 \text{ O}_2 + 1,236 \text{ CO}_2$$

(Brouwer, 1958, Romijn og Lokhorst, 1961, Bønsdorff Petersen, 1965). HP er varmeproduktionen (kcal), O_2 og CO_2 er henholdsvis den daglige mængde forbrugte O_2 og udskilte CO_2 målt i liter.



Figur 6. Kuldioxidudskillelsen (1/døgn).

Figure 6. Carbondioxide production (1/24 hours).

Kuldioxidudskillelse og iltforbrug

For at få et skøn over kuldioxidproduktionen og iltforbruget er der foretaget en vurdering over hele forsøgsperioden fra kyllingerne vejede ca. 200 g til 1500 g. Som det blev fundet ved de tidligere udførte respirationsforsøg, viser målingerne en lineær sammenhæng mellem logaritmen til henholdsvis den daglige kuldioxidproduktion og det daglige iltforbrug og logaritmen til vægten, ensbetydende med, at kuldioxidproduktion og iltforbrug kan udtrykkes på formen $y = ax^b$, hvor y er den daglige mængde ilt eller kuldioxid, og x er vægten (kg). Ved beregningerne er målingerne for begge hold taget under et indtil 1000 g levende vægt. Beregningerne giver følgende funktioner:

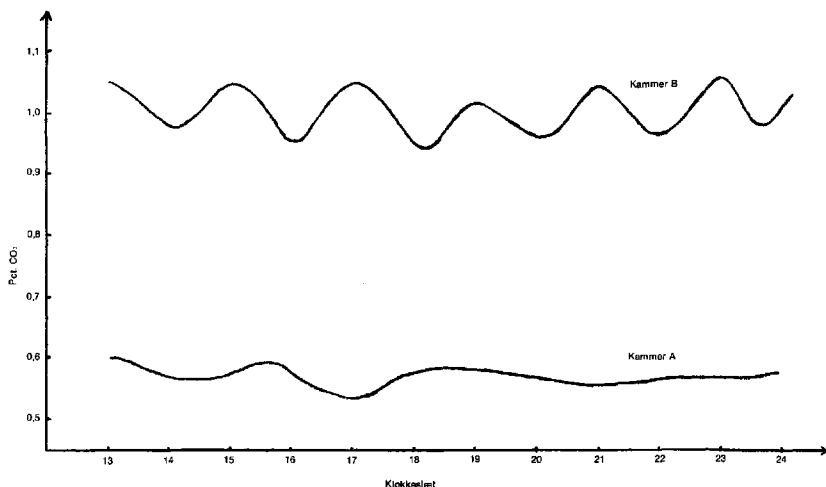
$$\text{CO}_2 \text{ (1/døgn)} = 38,1 \text{ LW}^{0,72} \quad (r = 0,994)$$

$$\text{O}_2 \text{ (1/døgn)} = 39,8 \text{ LW}^{0,69} \quad (r = 0,995)$$

I figur 6 er kuldioxidproduktionen vist for de to hold. Forskellen, der indtræder ved en vægt på ca. 1000 g vil blive diskuteret senere.

Den daglige variation i kuldioxidudskillelse og iltforbrug

Døgnmålingerne af ilt og kuldioxid blev foretaget ved opsamling af analyseprøver af den udgående luft i recipienter, hvorfra luften pumpes ind gennem måleapparaterne. Derudover blev den øjeblikkelige koncentration registreret ved hjælp af en skriver. Gennem en iagttagelse af de mindre udslag på skrive- ren, var det tydeligt at se, at der hos kyllingerne ved den høje belægningsgrad var hyppigere variationer med større intensitet end hos kyllingerne ved den lave belægningsgrad. Dette forhold er vist i figur 7.



Figur 7. Variationen i kuldioxidkoncentrationen. (17/7 1975).

Figure 7. Diurnal variation of carbon dioxide production.

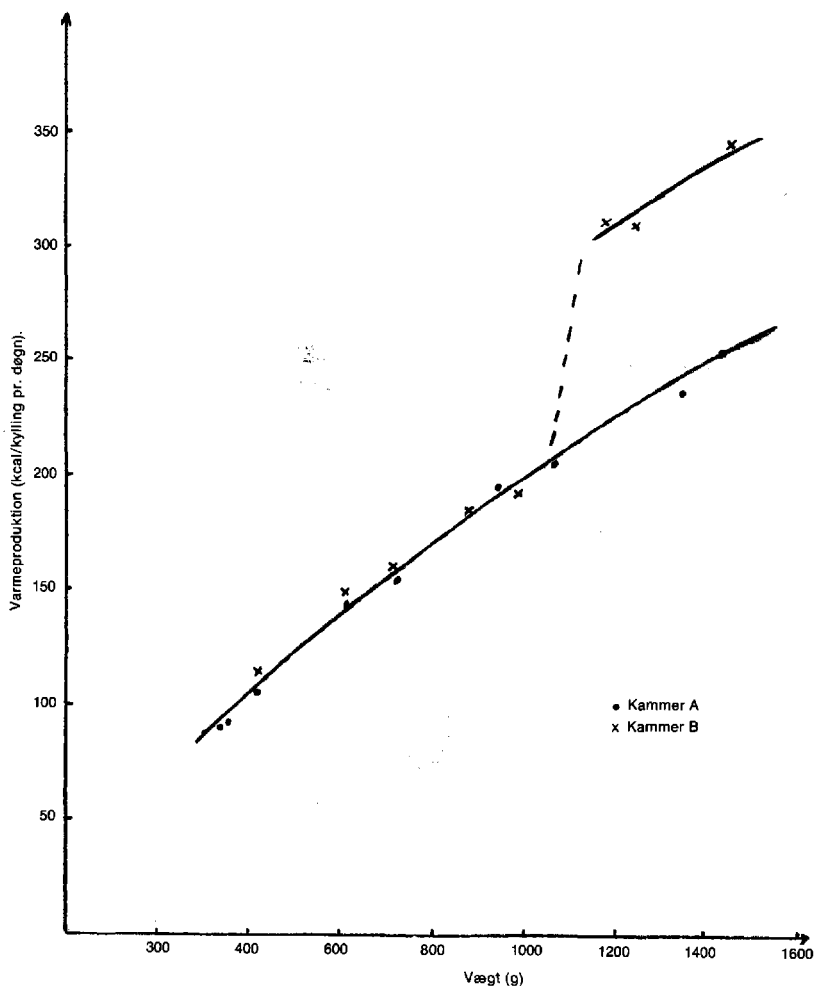
Årsagen hertil er, at der ved den større belægning bliver mere uro blandt kyllingerne. Dette kunne også tydeligt iagttages gennem vinduerne i kamrene. Når en kylling ved den høje belægning blev aktiveret, var der flere end ved den lave belægning, der samtidig udfoldede aktivitet. Dog synes dette forhold ikke at have medført nogen væsentlig generel forøgelse af den totale varmeproduktion, idet varmeproduktionen indtil en vægt på omkring 1000 g stort set var ens. Det kan dog ikke udelukkes, at det nævnte forhold kan medføre en vis stressvirkning.

Varmeproduktionen

Varmeproduktionen kan ligesom iltforbruget og kuldioxidproduktion udtrykkes på formen, $y = ax^b$, hvor y er varmeproduktionen pr. døgn, og x er vægten (kg). I figur 8 er varmeproduktionen for begge hold vist grafisk. Ved beregningerne er målingerne for begge hold taget under et indtil en vægt på 1000 g. Beregningerne viser, at den daglige varmeproduktion (HP) kan angives ved formelen:

$$HP \text{ (kcal/døgn)} = 199 LW^{0.70} \quad (r = 0,995)$$

Det fremgår af figuren, at varmeproduktionen har ligget ens for begge hold indtil en vægt på ca. 1000 g. Ved denne vægt skete der en meget betydelig forøgelse af varmeproduktionen for hold B med den høje belægning. Under målingerne steg temperaturen som foran nævnt op til 34–35°C. Af hensyn til kyllingernes velbefindende blev der kun målt over 6 timer. Det var således kun under selve målingerne, der blev iagttaget disse ekstremt høje værdier. Den øvrige tid blev temperaturen holdt på 28°C ved at døren til kammeret var åbnet på klem. Der var således tale om en spontan stigning i temperaturen. På grund af det kortvarige tidsinterval med den høje temperatur, kunne der således ikke blive tale om nogen akklimatisering, hvorimod man må påregne, at der har fundet en vis akklimatisering sted ved den gradvise temperaturstigning op til 28°C (se figur 3). Under målingerne var det tydeligt at se, at åndedrætsfrekvensen var stærkt forøget sammenlignet med det andet hold. Der var ligeledes tale om en stærkt forøgelse af åndedrætsfrekvensen under temperaturstigningen fra 28°C til 35°C, når kammeret var lukket. Varmeproduktionen ligger således noget lavere ved 28°C end den målte ved 35°C. Forøgelsen af varmeproduktionen ved de tre nævnte målinger var ca. 90 kcal ved en vægt på 1500 g eller ca. 35% i forhold til normalholdet. Dette svarer til energiindholdet af ca. 30 g foder daglig, eller en tilsvarende reduktion i fedtaflejringen. Som foran nævnt nåede kyllingerne ved den høje belægning en vægt på 1500 g fire dage senere, og foderforbruget var 150 g større. Dette er igen ensbetydende med, at varmeproduktionen ved 28°C har ligger noget lavere end de værdier, der blev målt ved 35°C.



Figur 8. Varmeproduktionen i relation til vægten.

Figure 8. Heat production related to live weight.

Man må derfor slutte, at temperaturen skal op over 28°C , før der sker en væsentlig forøgelse af varmeproduktionen. Den høje luftfugtighed spiller også ind her, da en del af varmen frigøres som vanddamp (latent varme). Forskellen mellem foderforbruget svarer stort set til det højere vedligeholdelsesbehov hos de kyllinger, der blev 4 dage ældre.

Under høje sommertemperaturer kan temperaturen i et kyllingehus stige til over 30°C . De ekstremt høje temperaturer er således dels forårsaget af vejrlig-

get, og dels af den varme, som kyllingerne producerer. Ved en belægning på 15 pr. m², vil den daglige varmeproduktion pr. m², ved en levende vægt på 1500 g være 3700–3800 kcal/m² pr døgn, og ved en belægningsgrad på 25 pr. m² være ca. 6000 kcal/m² pr. døgn. Det er indlysende, at der må en væsentlig større ventilationskapacitet til at fjerne varmen ved den høje belægningsgrad. De fire faktorer: belægningsgrad, temperatur, luftfugtighed og ventilation er således snævert forbundne, og det er den forøgede temperatur og eventuelt også den forøgede luftfugtighed, der er den direkte årsag til den forøgede varmeproduktion. Ved dette forsøg er der tale om både en gradvis forøgelse af temperaturen op til 28°C og de spontane temperaturstigninger op til 35°C. Effekten af disse to forhold kan ikke helt adskilles ved dette forsøg. Ved at betragte vækstkurven (figur 4) ses det, at forskellen i tilvæksten begynder at indtræde i 4. leveuge. Den gradvise temperaturstigning har altså påvirket tilvæksten, og det er nærliggende at antage, at en vis tilvækning har bevirket, at der ikke er indtruffet nogen markant stigning i varmeproduktionen.

Det må derfor konkluderes at temperaturstigningen i kyllingehusene i forbindelse med varmt vejr eller for lav ventilation til fjernelse af varmeproduktionen eller luftfugtigheden kan forårsage den lavere tilvækst og medfølgende ringere foderudnyttelse indtil en given vægt er nået. En gradvis temperaturstigning i husene medfører en vis tilvækning, resulterende i nedsat tilvækst uden markant stigning af varmeproduktionen, men en forlængelse af vækstperioden, indtil en given vægt er nået. Et forøget foderforbrug pr. kg tilvækst, vil ikke altid fremkomme, da kyllingerne leveres til slagteriet ved en lidt lavere vægt. De spontane temperaturstigninger til ekstreme værdier medfører en stærk stigning i varmeproduktionen og samtidig nedsat tilvækst og forøget foderforbrug pr. kg tilvækst. En høj luftfugtighed i forbindelse hermed vil gøre det vanskeligere for kyllingerne at afgive varmen.

Alle disse forhold medfører, at det vil være vanskeligt under praktiske forhold at skelne imellem forskellige årsager til nedsat tilvækst og ændringer i foderudnyttelsen. Det vil også være vanskeligt at opnå entydige forsøgsresultater, da både forskelle i kyllingehuse og årstiden vil påvirke forsøgsresultaterne. Det samme gælder kyllingernes alder og vægt.

Ændringen i energiomsætningen som følge af genetiske forhold

På grundlag af de i indledningen nævnte respirationsforsøg, der blev udført ved Forsøgslaboratoriet i 1964 og 1968 og af dette forsøg er det muligt at vurdere den ændring, der er sket i kyllingernes varmeproduktion i de forløbne 10 år. Ved forsøgene i 1964 blev der benyttet både haner og høner. Gennemsnitsvarmeproduktionen for høner + haner ligger lidt lavere end for haner, da disse æder lidt mere foder og har en højere tilvækst. De tre ligninger, der angiver den daglige varmeproduktion i 1964, 1968 og i 1975 (Bønsdorff Petersen, 1965, 1969) er henholdsvis:

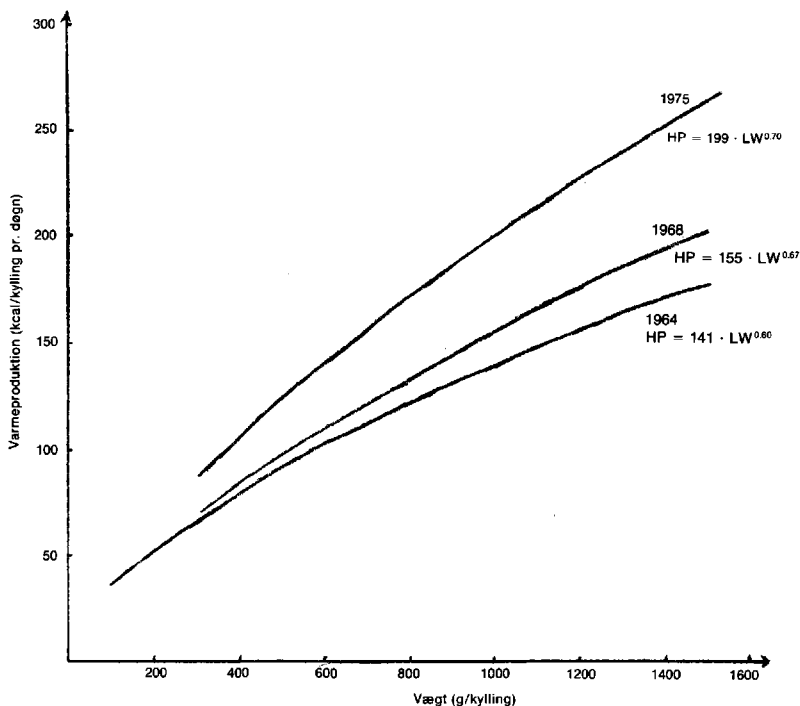
$$1964, \text{ HP (kcal/døgn) } = 141 \text{ LW}^{0.60} \quad r = 0,988$$

$$1968, \text{ HP (kcal/døgn) } = 155 \text{ LW}^{0.67} \quad s = 8,2\%$$

$$1975, \text{ HP (kcal/døgn) } = 199 \text{ LW}^{0.70} \quad r = 0,996$$

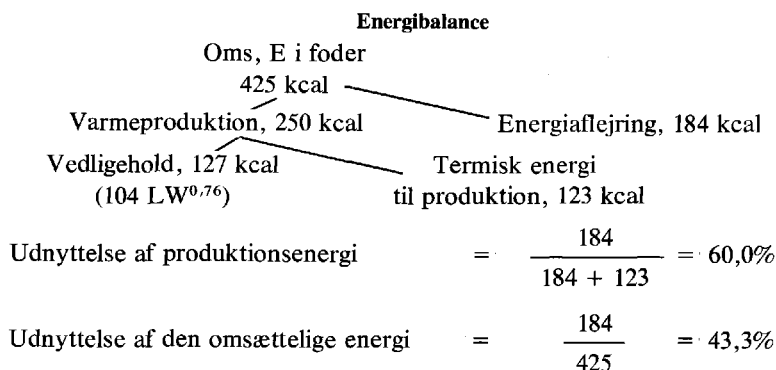
I figur 9 er de tre tilsvarende kurver vist, som angiver kyllingernes varmeproduktion i henholdsvis 1964, 1968 og 1975.

Det fremgår af figuren, at der er sket en meget betydelig forøgelse af varmeproduktionen siden 1964. Denne forøgelse er næsten 100 kcal/døgn eller 40% for en kylling som vejer 1500 g. Som det er nævnt foran, er det den termiske energi (SDE), der er forøget, på grund af at den daglige foderoptagelse er steget, hvorimod man må påregne, at vedligeholdsenergien har været konstant ($ME = 104 \text{ LW}^{0.76}$). I nedenstående skema er fordelingen af energien vist på grundlag af data fra dette forsøg (hold A) udregnet for en kylling, der vejer 1300 g (LW) (angivelserne er pr. døgn).



Figur 9. Kyllingernes varmeproduktion i 1964, 1968 og 1975.

Figure 9. The heat production of the chickens in 1964, 1968 and 1975.



Det fremgår yderligere af figur 9, at den væsentligste forøgelse af varmeproduktionen fortrinsvis er sket i den sidste del af vækstperioden. Ved en vægt under 300 g falder de tre kurver næsten sammen.

Den kraftige stigning i den daglige varmeproduktion, der er sket over de sidste 10 år, har også medført, at ældre huse, hvis ventilationskapacitet er baseret på de værdier, som tidligere var relevante, nu sandsynligvis har en for lav ventilationskapacitet, og har da ikke kapacitet til høje belægningsgrader. Problemet vedrørende belægningsgraden er således også forbundet med den genetiske ændring af kyllingerne. Den forbedrede vækstkapa-citet, der har medført, at en mindre del af foderets samlede energiindhold omdannes til varme har samtidig medført, at varmeproduktionen er steget ret stærkt pr. dag i den kortere tid, det varer at nå slagtevægten. Det faktum, at varmeproduktionens niveau er øget, har derfor sandsynligvis medført en sænkning af den kritiske temperatur (se figur 1), hvorved temperaturintervallet for optimal vækst ligeledes er sænket. Dette vil være tilfældet, hvis selektionen for højere tilvækst ikke samtidig er selektion for kyllinger, der er bedre i stand til at foretage en varmeregulering og lettere afgive varmen. Evnen til at afgive varme kan blive den begrænsende faktor for yderligere forøgelse af vækstkapa-citeten gennem avlsarbejdet.

Slagteforsøg

Ved forsøgets afslutning blev der udtaget 5 kyllinger fra hvert hold til slagteforsøg. Kyllingerne blev aflivet og hakket kvantitativt i en kødhakker som 2 samleprøver. I disse analyseprøver blev der foretaget kemiske analyser. Den kemiske sammensætning af kyllingerne fra de to hold er vist tabel 4 og 5.

Det ses af tabellerne, at kyllingernes kemiske sammensætning har været påvirket af den høje temperatur. Tørstofindholdet ligger lavere ved den højere belægning. Det er specielt fedtindholdet, der er lavere, 26 g pr. kylling. Dette har medført, at energiindholdet ligeledes er blevet reduceret.

Tabel 4. Kyllingernes kemiske sammensætning (%)
Table 4. The chemical composition of the chickens (%)

Behandling	A	B
Tørstof (%)	36,2	33,8
Aske (%)	3,2	2,9
Protein (%)	20,1	19,2
Fedt (%)	13,7	12,0
Ca (%)	0,35	0,29
P (%)	0,22	0,18

Tabel 5. Kyllingernes kemiske sammensætning (1500 g)
Table 5. The chemical composition of the chickens (1500 g)

Behandling	A	B
Tørstof (g)	543	507
Aske (g)	48	44
Protein (g)	302	288
Fedt (g)	206	180
Ca (g)	5,3	4,4
P (g)	3,3	2,7
Energi (kcal)	3680	3350

Ved at betragte den respiratoriske koefficient (hovedtabel 1) ($RQ = \text{forholdet mellem det producerede rumfang } CO_2 \text{ og det forbrugte rumfang } O_2$) under forsøget er det muligt at vurdere fedtaflejringen. En høj RQ -værdi indicerer fedtproduktion og en lav fedtforbrænding.

Normalt ligger RQ -værdierne for slagtekyllinger omkring 0,95, mens RQ -værdierne for voksende svin ligger omkring 1,0 eller lidt over (Just Nielsen, 1970, Thorbek, 1975). Årsagen til den lidt lavere RQ -værdi hos slagtekyllinger er, dels at fedtaflejringen i forhold til proteinaflejringen er lavere hos slagtekyllinger end hos grise, og dels at proteinindholdet i en slagtekyllingeblanding er højere end i en svinefoderblanding. Dette sidste er ensbetydende med, at kyllinger forbrænder relativt mere protein end grise, hvilket tenderer mod lavere RQ -værdier.

RQ -værdierne har varieret noget, men for hold A's vedkommende har der været en markant stigning fra et niveau omkring 0,94 til over 1,00. Stigningen indtræffer ved en vægt på ca. 1000 g, hvilket indicerer at fedtproduktionen først får betydning, når kyllingerne har nået denne vægt. Hold B udviser ikke denne stigning. Den højere varmeproduktion i den sidste del af vækstperioden har medført en reduktion af fedtproduktionen. Slagteforsøg og respirationsforsøg udviser således overensstemmelse. En høj temperatur medfører lavere fedt-

produktion. Dette øver en positiv indflydelse på foderforbruget, idet aflejringen bliver mindre energirig, da der sker en ombytning af fedt med vand, og det forventede fald i foderudnyttelsen målt i kg foder pr. kg tilvækst bliver mindre.

Udnyttelsesgraden

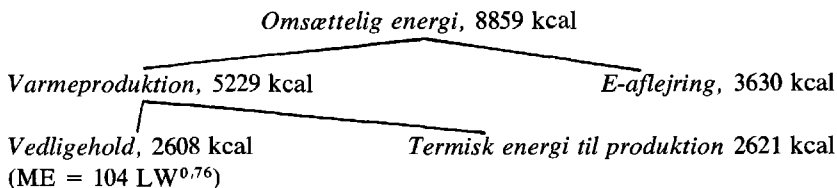
På grundlag af slagteundersøgelser er det muligt at beregne udnyttelsesgraden af energien for de to behandlinger. Dette er vist i tabel 7.

Tabel 7. Udnyttelsesgraden
Table 7. Energy utilization

Behandling	A	B
Foderforbrug pr. kyling	2995 g	3143 g
Omsættelig energi pr. kyling	8859 kcal	9297 kcal
Kyllingernes energiindhold	3680 kcal	3350 kcal
Kyllingernes energiaflejring	3630 kcal	3300 kcal
Udnyttelse af omsættelig energi	41,0%	36,7%
Proteinoptagelse pr. kyling	575 g	604 g
Aflejret protein	297 g	283 g
Udnyttelsesgrad	51,6%	46,9%

På grundlag af formelen $ME \text{ vedligehold} = 104 LW^{0,75}$, blev vedligeholdsenergien beregnet for hele vækstperioden til 2608 kcal pr. kyling forhold A. Energi- og varmebalancen er vist i nedenstående skema. Beregningerne er kun foretaget for hold A, da formelen for vedligeholdsbehovet ikke vil gælde for hold B, hvor varmeproduktionen var forøget.

Energibalance



$$\text{Udnyttelse af produktionsenergi} = \frac{3630}{3630 + 2621} = 58,1\%$$

$$\text{Udnyttelse af den omsættelige energi} = \frac{3630}{8859} = 41,0\%$$

Det skal nævnes, at udnyttelsen af den omsættelige energi ligger ret højt på grund af den meget høje tilvækst (1500 g på 38 dage).

Betrakter man forskellen mellem foderudnyttelsen og forskellen mellem energiudnyttelsen for de to behandlinger finder man forskellen mellem energiudnyttelsen væsentlig større. Forskellen er her ca. 10%. Årsagen er, som foran nævnt, at vandindholdet i kyllingerne ligger højere hos holdet ved den høje belægningsgrad. For kyllingeproducenternes vedkommende er det foderudnyttelsen der tæller, og denne virker direkte ind på dækningsbidraget. Det er imidlertid også et formål både med fodringen og med de avlsmæssige foranstaltninger at bidrage til, at så stor en del af foderets energi genfindes i det spiselige produkt, hvorfor en energetisk vurdering i lidt videre forstand må betragtes som lige så væsentlig som en opgørelse af foderforbrug målt i kg foder.

Litteratur

- Barott, H.G. and M. Pringle (1946). Energy and Gaseous Metabolism of the Chicken from Hatch to Maturity as Affected by Temperature. *J. Nutrit.* 41, 25.
- Barott, H.G. and M. Pringle (1947). Effects of Environments on Growth and Food and Water Consumption of Chickens. *J. Nutrit.* 34, 53.
- Barott, H.G. and M. Pringle (1949). Effects of Environments on Growth and Food and Water Consumption of Chickens. *J. Nutrit.* 37, 153.
- Brouwer, E. (1958). On Simple Formulae for Calculating the Heat Expenditure and the Quantities of Carbohydrate and Fat Metabolized in Ruminants from Data on Gaseous Metabolism and Urine – N. Proc. 1st. Symposium on Energy Metabolism. EAAP. Publication No. 8. Copenhagen, Denmark.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1965). Kalibrering af et diaferometer samt energetiske stofskiftemålinger ved klimaforsøg med voksende kyllinger. Licentiatafhandling, København.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1968). Vurdering af forsøgsresultaternes sikkerhed ved respirationsforsøg med voksende kyllinger. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 338–352.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1968). Varmeproduktionen bestemt efter det respiratoriske stofskifte og den stoflige omsætning samt vurdering af de to metoder ved forsøg med voksende kyllinger. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog s. 353–360.
- Bønsdorff Petersen, Chr. and L. Vik-Mo. (1968). Determination of Digestibility and Metabolizable Energy in Pure Fats and Discussion of Analytical Methods Employed in Experiments with Growing Chickens. *Acta Agric. Scand.* 18, p. 42–48.

- Bønsdorff Petersen, Chr. (1969). Vurdering af slagteanalyser samt sammenligning mellem N-aflejring, energiflejring og kulstofaflejring hos voksende kyllinger bestemt ved balanceforsøg og slagteanalyser. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums årbog. s. 221-236.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1969). Den omsættelige energis udnyttelse til fedtaflejring, proteinaflejring og vedligehold hos voksende kyllinger. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 236-242.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1969). Gasstoffwechsel und Wärmeproduktion beim Geflügel. Landwirtschaftliche Forschung. 23/11, Sonderheft s. 1-8.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1970). Efficiency of Protein and Fat Deposition in Growing Chickens Determined by Respiration Experiments. Proc. 5th Symposium on Energy Metabolism. EAAP. Publication No. 13. Vitznau, Schweits.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1973). Fodermidlernes energetiske værdi til fjerkræ vurderet ved slagteforsøg og respirationsforsøg med voksende kyllinger. Ugeskrift for agronomer og hortonomer 26-27. s. 459-463.
- Bønsdorff Petersen, (1974). Forsøg med varierende belægningsgrad. Forsøgsrapport nr. 67, Ortved, DLG.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1975). Forsøg med varierende belægningsgrad. Forsøgsrapport nr. 70, Ortved, DLG.
- Bønsdorff Petersen, Chr. (1975). Belægningsgradens indflydelse på tilvækst, foderforbrug og økonomisk udbytte. Dansk Erhvervsfjerkræ 14. s. 269-272.
- Fris Jensen, J. (1964). Klimaforsøg. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 240-245.
- Fris Jensen, J. (1964). Forskelligt slagtetidspunkt. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 240-245.
- Fris Jensen, J. (1968). Forskelligt slagtetidspunkt. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 214-219.
- Jensen, O. (1971). Afkomsprøver med slagtekyllinger. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 224-228.
- Jensen, O. (1973). Afkomsprøver med slagtekyllinger. Landøkonomisk forsøgslaboratoriums årbog. s. 220-224.
- Just Nielsen, A. (1970). Alsidige foderrationer energetiske værdi til vækst hos svin belyst ved forskellig metodik. 381. beretning fra forsøgslaboratoriet.
- Kleiber, M. (1961). The Fire of Life. New York.
- Moustgaard, J., P. Bräuner Nielsen og P. Hauskov Sørensen. (1959). Staldklimaets indflydelse på vækst, foderudnyttelse og slagte kvalitet hos svin. KVL. Institut for sterilitetsforskning. Årsberetning. s. 173-214.
- Neergaard, L. (1973). Om en ny stivelsesanalyse. Ugeskrift for agronomer og hortonomer. 48. s. 906-909.
- Petersen, V.E. (1975). Meddelelse nr. 66 fra Statens Husdyrbrugsforsøg.

- Romijn, C. and W. Lokhorst (1961). Some Aspects of Energy Metabolism in Birds. Proc. 2nd. Symposium on Energy Metabolism. EAAP, Publication No. 10. Wageningen. The Netherlands.
- Thorbek, G. (1961). Description of an Open Circuit Respiration Apparatus for Pigs. Proc. 2nd. Symposium on Energy Metabolism. EAAP. Publication No. 10. Wageningen. The Netherlands.
- Thorbek, G. (1975). Studies on Energy Metabolism in Growing Pigs. 424. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.
- Vestergaard Thomsen, K. (1972). Foderstofanalysen. Ugeskrift for agronomer og hortonomer. 16. s. 316-323.
- Wachtel, W. (1971). Der Wärmehaushalt beim Huhn. Der Wärmehaushalt Landwirtschaftlicher Nutztiere. L. Lyhs. Jena. s. 188-256.
- Winkler, G. und Lyhs (1974). Untersuchungen zum Wärmehaushalt von Broilern. Proceedings and Abstracts of the XV World's Poultry Congress. New Orleans, Louisiana. USA.

Hovedtabel 1. Resultater fra respirationsmålingerne

Dato	Kammer	CO ₂ l/døgn	O ₂ l/døgn	RQ	Varmeprod. kcal/døgn	Vægt (g)
8.7.1975	A	17,0	18,1	0,94	90	340
8.7.1975	B	17,4	18,7	0,94	93	350
10.7.1975	A	19,8	20,7	0,96	104	410
10.7.1975	B	21,6	22,9	0,94	114	420
15.7.1975	A	27,7	28,4	0,98	143	610
15.7.1975	B	28,6	29,7	0,96	149	610
17.7.1975	A	28,9	31,1	0,93	154	720
17.7.1975	B	30,7	32,3	0,95	161	710
22.7.1975	A	36,5	39,2	0,93	195	940
22.7.1975	B	34,0	37,3	0,91	185	880
24.7.1975	A	38,8	41,2	0,94	205	1060
24.7.1975	B	35,7	39,1	0,91	193	980
29.7.1975	A	46,2	46,5	0,99	235	1340
28.7.1975	B	58,7	62,7	0,93	312	1180
31.7.1975	A	51,1	50,0	1,02	254	1425
30.7.1975	B	58,9	62,3	0,95	311	1240
4.8.1975	B	64,3	69,7	0,92	345	1450