

ENERGY DEMANDINGNESS OF REARING OF BROILER CHICKENS

R. Adamovský¹, P. Neuberger¹, J. Kára²

¹ *Czech University of Agriculture, Faculty of Engineering, Department of Mechanics and Machine Engineering, Prague, Czech Republic*

² *Research Institute of Agricultural Machinery, Prague, Czech Republic*

The contribution gives results of measurements of specific energy consumption in two types of modern stables for breeding of broiler chickens. The aim was to confirm or to contradict opinion that specific energy consumption, particularly for heating, is lower in natural stables materialised in climatic conditions of the Czech Republic compared with traditional with forced sub-pressure ventilation. Specific consumption of direct energy for heating, ventilation, illumination and drives of technological lines in both stables for housing of broiler chickens on deep litter.

specific energy consumption; broiler chick; working operations; technological cycle; traditional stable; natural stable; deep litter

INTRODUCTION

Energy consumption related to production unit and expressed as specific energy demandingness affects economic production effectiveness of resulting product. Basic and necessary condition of the possibility of evaluation of technical, organizational and other measures which are aimed at improving production economy is the knowledge of specific energy consumption. This knowledge are missing in new investment demanding objects and technologies of productions of animal products. The so-called natural stables are established in the Czech Republic for breeding of broiler chickens based on the experience from operations in USA, France, Belgium and above all in Germany. As a main reason for transition from traditional stables with forced sub-pressure ventilation to natural stables is given the lower energy consumption for heating and ventilation as well as creation of better micro-climatic conditions in stables. The aim of our investigations was to verify practicality of the given advantages in relatively demanding climatic conditions of the

Czech Republic when calculated outside temperatures in winter period amount to -12 to -15 °C and in summer period 25 to 30 °C.

Problematic determination of energy demandingness of animal production is a partial object of research project of the National Agency of Agricultural Research of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic No. 6520 "Research and Testing of the Methods of Decrease of Agricultural Production" due to which the results presented in this contribution could be obtained.

MATERIAL AND METHODS

The measurement of energy demandingness was carried out in the traditional stable and in the natural stable of the LUISIANA type in broiler chick feeding of the ROSS hybrid, housed on deep litter.

I. Traditional stable

a) Characteristics of the building:

- very well warmed up building (120 mm polystyrene covered by aluminium sheet), average coefficient of heat passage of peripheral engineering structures $k = 0.35 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$;
- two-storey hall (17.5 x 81 m), 30 000 chickens on each storey, 21.16 chickens/m²;
- average weight of one-day expedited chickens 1.685 kg, fattening period 40 to 41 days.

b) Climatic and micro-climatic data:

- calculation outside temperature -15 °C, 392 m above sea level, normal region without intensive winds, unprotected location of the building;
- micro-climate in the stable controlled according to breeding principles of broiler fattening ROSS;

c) Technologies:

1. Preparation of the stable, disinfection - high-pressure cleaning equipment WAP B 930 (7 kW; $6.7 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ of oil), working operation is done after each all in - all out interval, six times a year.
2. Stocking of litter - tractor with share, working operation is done after each all in - all out interval.
3. Transport of feed mixtures - 4 feeding lines PAL-VIS 90, 1 spiral conveyer 0.75 kW, 4 spiral conveyers 0.37 kW.
4. Feeding - 6 feeding lines CHORE-TIME, connection to external water piping order.
5. Heating - 4 warm air heating aggregates BRINK GP 75, 75 kW, natural gas.
6. Ventilation - forced sub-pressure shield, 2 fans ES-140 R (0.75 kW; $10.76 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) and 10 fans 4 VF 1042 A (0.37 kW; $4.32 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), air supply

by 184 controllable ventilating slots REA-DAN 145 EG placed in two rows on both lateral walls of the stable.

7. Illumination - 7 W discharge lamps.
8. Removal of litter - loading machine UNC 060, tractor Z 7711, working operation is done after each all in - all out interval.

II. Natural stable of the LUISIANA type

a) Characteristics of the building:

- steel structure, sandwich panels, average coefficient of the heat passage by peripheral engineering structures $k = 0.4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$;
- ground hall (12 x 108 m), 26 000 chicks, 20.06 chicks/m²;
- average weight of one-day expedited chicks 1.725 kg, fattening time 39 to 41 days;

b) Climatic and micro-climatic data:

- calculation outside temperature -15 °C, 428 m above sea level, region with intensive winds, unprotected location of the building;
- micro-climate in the stable was controlled according to breeding principles of the fattening of broiler chickens ROSS.

c) Technologies:

1. Preparation of the stable, disinfection - identical with the traditional stable, working operation is once a year.
2. Stocking of litter - the same like in traditional stable, working operation is done once a year, before the beginning of each all in - all out interval is littered manually.
3. Transport of feed mixtures - 2 feeding lines PAL-VIS 90, 1 spiral conveyer 0.75 kW, 2 spiral conveyers 0.55 kW.
4. Feeding - 4 feeding lines CHORE-TIME, water supply of their own, 5 kW pump.
5. Heating - 18 gas radiators SIERRA B 11P, 11.5 kW; propane-butane.
6. Ventilation - natural by lateral openings on both sides of the stable equipped with roller blinds controlled according to inside and outside temperature, interior relative air moisture, wind velocity and direction; height of openings 1.1 m, length 104.5 m; 6 electric motors (180 W) to control roller blinds.
7. Illumination - the same like in the traditional stable.
8. Removal of litter - the same like in traditional stable, working operation is done once a year.

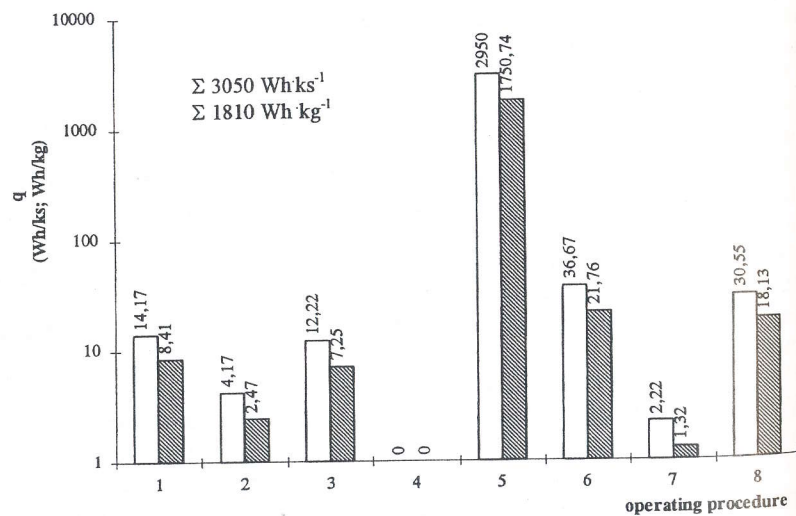
Starting data to determine energy demandingness were measured or calculated electric energy consumption in different working operations of technological lines. The results obtained of partial measurements of individual working operations were compared with total measured electric energy consumption.

Energy consumption for heating was determined on the basis of observation of natural gas consumption (traditional stable) and propane butane (natural stable). The investigation of direct energy consumption, i.e. energy used directly in the production process did not include energy equivalents of live labour and energy comprised in feedstuffs.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of measurements of energy demandingness of breeding of broiler chicks per 1 chick or 1 kg of live weight of chick are processed in Fig. 1 (traditional stable) and in Fig. 2 (natural stable).

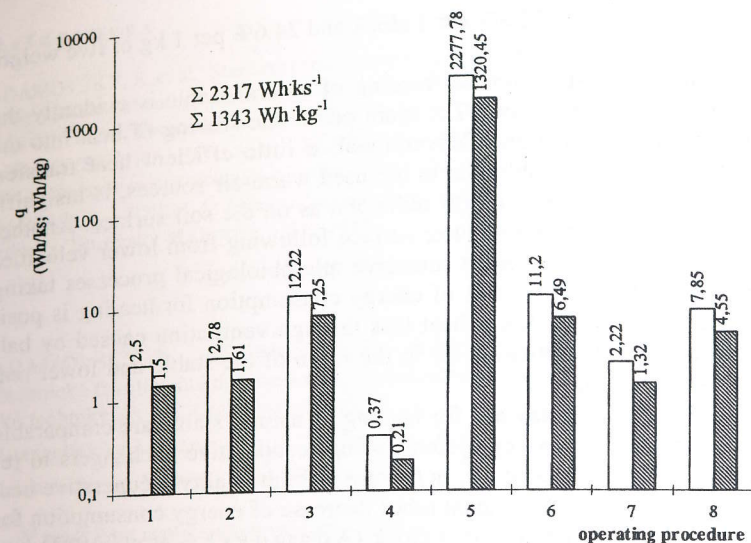
In the years 1997 and 1998 in the stable of traditional type 6 all in-all out intervals were realised on average, while it was 6.4 to 6.7 intervals in the



1. Specific energy consumption in traditional stable

Explanations to Figs. 1 and 2: horizontal axis – working operations: 1 – preparation and disinfection of stable, 2 – stocking of litter, 3 – transport of feed mixtures, 4 – feeding, 5 – heating, 6 – ventilation, 7 – illumination, 8 – removal of litter

- q – specific energy consumption (Wh/chick)
- ▨ q – specific energy consumption (Wh/kg)



2. Specific energy consumption in natural stable

natural stable in the same period. Higher number of realised all in-all out intervals in the natural stable is given by technology of removal of deep litter what is done once a year.

The values obtained for specific energy consumption in the traditional stable correspond approximately to the results of measurements carried out in the years 1992 to 1993 in the stable of the whole-wooden construction system BIOS-GN produced by BIOS Sedlčany. In traditional technological lines used in those times and given type of the building the specific energy consumption reached the value 3,978 Wh per 1 chick of average weight 1.75 kg (Adamovský et al., 1993).

Harold and Jones (1983) give the specific energy consumption in broiler chick fattening in natural stables realised in northern and north-western regions of the USA within the range 2.106 and 2.178 Wh/chick. This value is also in relation with the results of our measurement. Unfortunately the mentioned publication does not give specified technological lines and climatic conditions of the locality of stables.

The results of measurement proved lower energy demandingness of breeding of broiler chickens in the natural stable. The decrease of energy consump-

tion for heating reaching 22.8% per 1 chick and 24.6% per 1 kg of live weight of chick is the most significant.

Lower energy consumption for heating of natural stable is evidently the result of several acting factors. The main one is the sharing of heat into the room of stable by radiation. Conventional, a little efficient heat transfer, dominant in traditional stable due to the used warm-air sources, is insignificant in the natural stable as in gas radiators, as on the soil surface. Another factor is higher temperature of litter surface following from lower velocities of air flow and hence also more intensive microbiological processes taking place in mature litter. The value of energy consumption for heating is positively influenced also by lower heat loss through ventilation caused by balanced distribution of ventilating air in the room of the stable and lower real intensity of ventilation.

The values of energy savings for heating of natural stable are comparable with those obtained in energy systems using recuperative exchangers to recuperate heat from ventilated air. In the use of high quality recuperative heat exchangers from gravitational heat tubes decrease of energy consumption for heating by 28 to 37% per 1 reared chick (Adamovský et al., 1997) was found. In energy systems with recuperative heat exchangers, however, the decrease of energy consumption for heating accompanied by increase of electric energy consumption for ventilation induced by higher pressure losses and greater number of fans. In the natural stable of LUISIANA type the electric energy consumption for ventilation was lower by 69.7% per 1 chick and by 70.5% per 1 kg of live weight compared with the traditional stable.

Energy saving in working operations 1, 2 and 8 recorded in the natural stable performed once yearly per year amounts to 73.14% compared with the traditional stable.

Resulting specific energy consumption in the natural stable lower by 24% per 1 chick or by 25.8% per 1 kg of live weight, respectively. Supplier and producer of some components of these stables, BAUER A. A. Tábor, reports except energy savings also savings in investment costs amounting to 130 to 140 CZK per one housing place.

Results of measurement indicate efficiency of the utilisation of the stables of natural type also in conditions of the Czech Republic. However, our observations and experience of farmers show that in summer period at outside temperatures about 30 °C and when chickens reach expediting weight, intensity of natural ventilation is insufficient. This problem can be solved by instalment of fans which rise intensity of ventilation in extreme conditions. In the USA these stables are frequently equipped with suction fans. In European countries only fans for air mixing are used in natural stables, but the weight of one-day expedited chicks is significantly lower, i.e. 1.3 to 1.4 kg.

References

- ADAMOVSKÝ, R. et al.: Stanovení energetické náročnosti vybraných objektů živočišné výroby (Determination of energy demandingness of selected buildings of animal production). [Research Report.] Prague, Technická fakulta VŠZ 1993. 73 p.
- ADAMOVSKÝ, R. – HUTLA, P. – BLAŽEK, M.: Analysis of heat efficiency of the recuperation exchangers in mikroclimate exacting stables. *Scientia Agric. Bohem.*, 27, 1997: 303-313.
- HAROLD, B. – JONES, J.: Impact of higher energy cost on structure and location of the poultry industry. University of Georgia, USA, 1983.

Received for publication on May 19, 1999

ADAMOVSKÝ, R. – NEUBERGER, P. – KÁRA, J. (Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, katedra mechaniky a strojnictví, Praha; Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, Česká republika):

Energetická náročnost chovu brojlerových kuřat.

Scientia Agric. Bohem., 30, 1999: 35-42.

V práci jsou analyzovány výsledky měření měrné spotřeby energie ve dvou typech moderních stájí pro chov brojlerových kuřat. Měření bylo uskutečněno v klasické stáji a ve stáji přírodního typu LUISIANA při výkrmu brojlerových kuřat hybridu ROSS, ustájených na hluboké podestýlce.

Cílem bylo potvrdit či vyvrátit názor, že měrná spotřeba energie, zejména pro vytápění, je v přírodních stájích realizovaných v klimatických podmínkách České republiky výrazně nižší než ve stájích klasických s nuceným podtlakovým větráním. Sledovány byly měrné spotřeby přímé energie pro vytápění, větrání, osvětlení a pohony technologických linek v obou stájích.

Klasický, velmi dobře zateplený objekt ($k = 0.35 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$) byl dvoupatrový. V každém patře bylo ustájeno 30 000 kuřat ($21,16 \text{ kuřat}/\text{m}^2$). Realizováno bylo 6 turnusů za rok při průměrné vyskladňovací hmotnosti kuřat 1,685 kg. Příprava a dezinfekce stáje (na obrázcích označena jako 1) byla zajišťována vysokotlakým zařízením WAP B 930 (7 kW $6,7 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ nafty).

Přírodní stáj ($k = 0,4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$), realizovaná rovněž v lokalitě s výpočtovou venkovní teplotou $-15 \text{ }^\circ\text{C}$, je přizemní. V hale bylo ustájeno 26 000 kuřat ($20,06 \text{ kuřat}/\text{m}^2$), odklíz hluboké podestýlky se prováděl jednou za rok po 6,4 až 6,7 turnusech. Průměrná vyskladňovací hmotnost kuřat byla 1,725 kg. Technologie přípravy stáje a dezinfekce (1), naskladnění podestýlky (2), dopravy krmných směsí (3), napájení (4), osvětlení (7) odklíz podestýlky (8) se realizovaly stejnými technickými prostředky jako v klasické stáji. Vytápění stáje (5) bylo zajišťováno 18 plynovými zářiči SIERRA B 11P o výkonu 11,5 kW/ks, spalujícími propan-butan. Větrání stáje bylo přirozené bočními otvory ($1,1 \times 104,5 \text{ m}$) po obou stranách stáje, opatřených žaluziemi ovládanými podle vnitřní a venkovní teploty, interiérové relativní vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru. Žaluzie byly poháněny 6 elektromotory o 180 W.

Výsledky měření energetické náročnosti chovu brojlerových kuřat vztažené na 1 kuře a 1 kg živé hmotnosti kuřete jsou zpracovány na obr. 1 (klasická stáj) a obr. 2 (přírodní stáj). Měření prokázalo nižší energetickou náročnost chovu brojlerových kuřat v přírodní stáji. Nejvýznamnější je snížení spotřeby energie pro vytápění dosahující 22,8 % na 1 kuře a 24,6 % na 1 kg živé hmotnosti kuřete.

Nižší spotřeba energie pro vytápění přírodní stáje je výsledkem několika působících faktorů. Za hlavní lze považovat sdílení tepla do prostoru stáje sáláním. Konvekční, málo efektivní přenos tepla, převládající v klasické stáji díky použitým teplovzdušným zdrojům, je v přírodní stáji nevýznamný jak u plynových zářičů, tak i u povrchu půdy. Dalším faktorem je vyšší teplota povrchu podestýlky, vyplývající z nižších rychlostí proudění vzduchu a zřejmě i intenzivnějších mikrobiologických procesů probíhajících ve vyzrálé podestýlce. Velikost spotřeby energie pro vytápění pozitivně ovlivňuje rovněž nižší tepelná ztráta větráním, způsobená rovnoměrnějším rozvodem větracího vzduchu v prostoru stáje a menší reálnou intenzitou větrání.

Oproti klasické stáji byla spotřeba elektrické energie pro větrání přírodní stáje nižší o 69,7 % na 1 kuře a o 70,5 % na 1 kg živé hmotnosti kuřete. Úspora energie v pracovních operacích 1, 2 a 8, daná v přírodní stáji jejich prováděním jednou za rok, činí ve srovnání s klasickou stájí 73,14 %.

Výsledná měrná spotřeba energie je v přírodní stáji nižší o 24 % na 1 kuře, resp. o 25,8 % na 1 kg živé hmotnosti kuřete.

Výsledky měření naznačují efektivnost využívání stájí přírodního typu i v klimatických podmínkách České republiky. Naše pozorování i zkušenosti farmářů však ukazují, že v letním období, při venkovních teplotách okolo 30 °C, a v době, kdy kuřata dosahují vyskladňovací hmotnosti, je intenzita přirozeného větrání nedostatečná. Tento problém lze řešit instalací ventilátorů, které v extrémních podmínkách zvýší intenzitu větrání. V USA se tyto stáje běžně vybavují odsávacími ventilátory. V evropských státech se v přírodních stájích používají pouze ventilátory pro promíchání vzduchu, ale hmotnost vyskladňovaných kuřat je podstatně menší – 1,3 až 1,4 kg.

měrná spotřeba energie; brojlerové kuře; pracovní operace; technologický cyklus; klasická stáj; přírodní stáj; hluboká podestýlka.

Contact Address:

Prof. Ing. Radomír A d a m o v s k ý, CSc., Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, katedra mechaniky a strojnictví, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/24 38 31 80.
