

PRZYCZYNKI DO OPTIMALIZACJI  
ROZWIĄZAŃ KLIMATYZACJI BROJLERNI  
NA PODSTAWIE BADAŃ ZOOHIGIENICZNYCH

*Tadeusz Straszewski*

Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Drobiarstwa  
Zakład Inżynierii Przemysłowej, Poznań

Zasadniczy problem produkcji brojlerów w kraju dotyczy zagadnienia niezadowolających wskaźników produkcyjno-ekonomicznych. Chodzi tu głównie o zbyt wysokie, w porównaniu z innymi krajami, zużycie paszy, wysoką śmiertelność, zbyt długi czas trwania odchowu oraz niskie przyrosty kurcząt. Z tego względu intensyfikacja produkcji brojlerów wymaga koncentracji badań na tych odcinkach, które mogą zdecydować o przewyciężeniu dystansu, dzielącego nas od krajów produkujących w tym zakresie.

Obok prac hodowlanych i żywieniowych podstawowe znaczenie ma optymalizacja warunków środowiskowych. Warunki środowiska stanowią bowiem w wielkotowarowej produkcji brojlerów grupę czynników decydujących o osiągnięciu wysokiej efektywności ekonomicznej. Nowoczesna brojlernia jest pomieszczeniem, w którym stwarza się przez cały okres odchowu brojlerów specyficzny mikroklimat, na który składają się: temperatura, wilgotność, ruch powietrza, ochładzanie, natężenie oświetlenia, zapylenie powietrza oraz jego skład chemiczny. Mikroklimat pomieszczenia powinien być utrzymany na stabilnym i optymalnym poziomie, niezależnie od warunków zewnętrznych. Optymalny mikroklimat decyduje o ujawnieniu się właściwości użytkowych kurcząt brojlerów, jak również sprzyja dobremu wykorzystaniu paszy. Pożądane warunki mikroklimatu w brojlerni mogą być zachowane przy stosowaniu odpowiedniego systemu klimatyzacji.

Praca ta miała na celu dokonanie porównawczej oceny stosowanych w kraju systemów klimatyzacji na podstawie badań zoohigienicznych i wyboru systemu najlepszego. W sześciu brojlerniach oceniono:

- a) stronę techniczną i zootechniczną,
- b) mikroklimat,
- c) wentylację.

W ocenie technicznej podano, na podstawie stanu faktycznego, charakterystykę techniczną budynków oraz system klimatyzacji. Na podstawie inwentaryzacji stanu faktycznego dokonano oceny stada brojlerów w trakcie prowadzonych badań.

Badania mikroklimatyczne przeprowadzono dwukrotnie: w okresie letnim i w okresie zimowym, za każdym razem w ciągu siedmiu dni. Cykl badań obejmował zarówno okres najwyższych jak i najniższych temperatur. Pomiaru czynników fizycznych i chemicznych mikroklimatu dokonywano trzy razy w ciągu dnia w godzinach: 8, 13 i 18 w pięciu punktach. Analizę właściwości fizycznych i chemicznych powietrza przeprowadzono na wysokości 30 cm od ściółki, według ogólnie stosowanych w zoohigienie zasad. Dla sprawdzenia skuteczności działania urządzeń klimatyzacyjnych przeprowadzono badania w końcowym okresie odchowu brojlerów. W czasie badań mikroklimatu poczyniono także obserwacje etologiczne. Ocena wentylacji dotyczyła:

- a) rzeczywistej wentylacji w brojlerniach,
- b) optymalnego wskaźnika wentylacji w okresie letnim i zimowym.

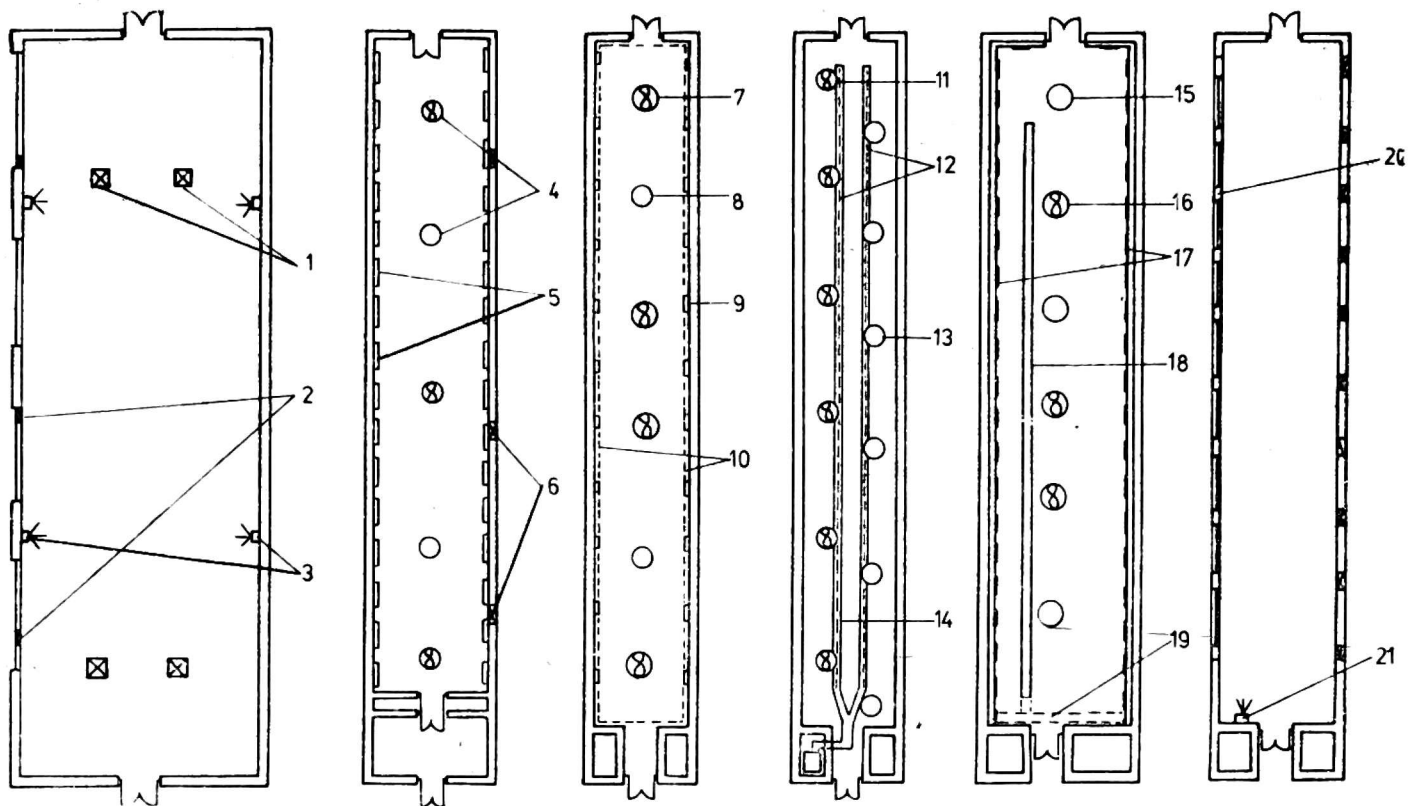
Rzeczywistą wielkość wentylacji w brojlerniach określono metodą Grzegorzaka [3]. Optymalne wskaźniki wentylacji obliczono dla każdego z badanych budynków w warunkach letnich i zimowych na podstawie metody Daviesa [2].

#### CHARAKTERYSTYKA TECHNICZNA I ZOOTECHNICZNA BROJLERNI

Wszystkie badane brojlernie miały kształt prostokąta o różnych wymiarach. W każdym budynku były pomieszczenia na paszarnię, maszynownia, korytarz manipulacyjny oraz pomieszczenia socjalne. Powierzchnia użytkowa wahała się od 540 do 1060 m<sup>2</sup>. Szerokość brojlerni wynosiła od 12 do 18 m, a wysokość od 2,20 do 3,70.

Bydunki różniły się nie tylko wymiarami, ale także materiałami konstrukcyjnymi ścian i stropodachów. We wszystkich badanych brojlerniach zastosowano posadzki betonowe na podłożu żużlowym, natomiast ściany były wykonane z cegły, suporeksu albo pustaków alfa, zaś stropodach z betonu, płyt panwiowych lub też z belek DMS.

Tylko brojlernie nr 1 i 6 były adaptowane na pomieszczenie do produkcji brojlerów, natomiast pozostałe były zaprojektowane i wybudowane jako wielkotowarowe brojlernie. Brojlernia nr 6 była budynkiem bezokiennym, zaś w pozostałych budynkach stosunek powierzchni okien do posadzki był różny i wynosił od 1:8 do 1:26. Wszystkie brojlernie



Rys. 1. Schemat rozwiązań urządzeń klimatyzacyjnych w brojlerniach: 1 — kanały wywiewu grawitacyjnego, 2 — wentylatory wywiewu, 3 — nagrzewnica parowa, 4 — wywietrzniki sufitowe, 5 — centralne ogrzewanie parowe, 6 — wentylatory, 7 — wywietrznik z wentylatorem, 8 — wywietrznik, 9 — kominki nawiewu gorącego powietrza, 10 — kanał podłogowy nawiewny, 11 — wywietrzniki z wentylatorami, 12 — otwory nadmuchu, 13 — wywietrzniki bez wentylatorów, 14 — kanał powietrza, 15 — wywietrznik sufitowy, 16 — wywietrznik z wentylatorem, 17 — wlot ogrzanego powietrza, 18 — kanał wentylacji, 19 — kanał podłogowy nawiewny, 20 — szczeliny, 21 — wlot ogrzanego powietrza

różniły się rozwiązaniami systemu klimatyzacji, co wykazano na rysunku 1.

W brojlerni nr 1 zastosowano mechaniczną wentylację nawiewno-wywiewną, wspomaganą urządzeniami wentylacji grawitacyjnej. Nawiew powietrza dokonywany był za pomocą czterech ściennych wentylatorów oraz grawitacyjnie przez okna. System ogrzewczy składał się z czterech nagrzewnic parowych. Powietrze zaczerpnięte z zewnątrz po ogrzaniu włączane było bezpośrednio do wychowalni, natomiast wywiew powietrza odbywał się za pomocą trzech wentylatorów ściennych oraz grawitacyjnie pięcioma kanałami blaszanymi, poprowadzonymi od posadzki.

W brojlerni nr 2 zastosowano mechaniczną wentylację wywiewną. Wywiewu powietrza dokonywano za pomocą trzech ściennych wentylatorów oraz grawitacyjnie, pięcioma sufitowymi wywietrznikami. Do grawitacyjnego nawiewu powietrza służyły okna, do ogrzewania zaś zainstalowano c.o. Rury ogrzewcze (parowe) umieszczone były wzdłuż długich ścian budynku.

W brojlerni nr 3 zainstalowano mechaniczną wentylację nawiewno-wywiewną, wspomaganą urządzeniami wentylacji grawitacyjnej. Nawiewu powietrza dokonywano przewodami podłogowymi z wylotami w postaci kominków wzdłuż długich ścian budynku. Do ogrzewania brojlerni wykorzystano system przewodów nawiewnych. Zaczepnięte z zewnątrz powietrze ogrzewano w dwóch nagrzewnicach parowych. Mechaniczna wentylacja nawiewna była wspomagana grawitacyjnie przez okna. Do mechanicznego wywiewu służyły cztery wentylatory sufitowe, wspomagane grawitacyjnie dwoma wywietrznikami sufitowymi.

W brojlerni nr 4 zainstalowano urządzenia wentylacji nawiewno-wywiewnej oraz grawitacyjnej. Zastosowano nawiew mechaniczny przewodowy za pomocą dwóch przewodów blaszanych, zawieszonych pod stropodachem w środku wychowalni. Nawiew grawitacyjny odbywał się przez okna. System ogrzewczy działał przewodami wentylacji nawiewnej. Dwie nagrzewnice wodne otrzymywały gorącą wodę z centralnej kotłowni. Do mechanicznego wywiewu służyło siedem wentylatorów umieszczonych w stropodachu. Mechaniczna wentylacja wywiewna była wspomagana siedmioma wywietrznikami sufitowymi.

Również w brojlerni nr 5 zastosowano wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną, wspomaganą grawitacyjnie. Nawiew mechaniczny przewodowy dokonywany był za pomocą przewodów blaszanych poprowadzonych nad posadzką i grawitacyjnie oknami. Ogrzewanie za pomocą przewodów nawiewnych. Powietrze zaczepnięte z zewnątrz ogrzewane było nagrzewnicą parową. Do wywiewu mechanicznego zastosowano trzy wentylatory zlokalizowane w stropodachu, wspomagane trzema wywietrznikami dachowymi.

W brojlerni nr 6 zastosowano mechaniczną wentylację nawiewno-wywiewną, sterowaną systemem AROV. Do nawiewu grawitacyjnego służyło 10 szczelin nawiewnych. Wywiew powietrza dokonywany był 10 ściennymi wentylatorami. System ogrzewczy działał za pomocą pieca opalanego olejem i posiadającego nawiew ciepłego powietrza bezpośrednio do wychowalni brojlerów.

#### CHARAKTERYSTYKA STADA BROJLERÓW W CZASIE BADAŃ

We wszystkich brojlerniach prowadzono odchów kurcząt mieszańców Dominant White Cornish  $\times$  White Rock. Obsada brojlerów na jednostkę powierzchni była niejednorodna i wynosiła w czasie badań letnich od 12 do 17,7 szt./m<sup>2</sup>, a w zimie od 10,8 do 14,7 szt./m<sup>2</sup>.



## WYNIKI BADAŃ MIKROKLIMATYCZNYCH

## TEMPERATURA

Średnie wartości temperatury w wychowalniach w czasie badań letnich wahały się w granicach od 17,3 (brojlernia nr 6) do 24,6°C (brojlernia nr 3), a zimą od 15,6 (brojlernia nr 1, 2, 6) do 21,2°C (brojlernia nr 3). W obu okresach badań nie utrzymano stabilnej temperatury wewnętrznej 20°C, przyjętej za optymalną. W okresie letnich upałów utrzymanie wewnątrz brojlerni temperatury wyższej o 3° od temperatury zewnętrznej — co uznane zostało optimum — nie zabezpieczyło brojlerów przed stresem cieplnym.

Zanotowane wartości ekstremalne świadczą o niedopuszczalnych wahanach temperatury wewnątrz brojlerni i braku autonomii czynnika mikroklimatu. Stwierdzone w okresie zimowym średnie i minimalne temperatury w brojlerniach nr 1 i 6 wskazują na niedostateczną sprawność urządzeń ogrzewczych, działających za pomocą bezpośredniego nawiewu ciepłego powietrza. Niezadowalające wyniki stwierdzono także w brojlerni nr 2, która posiadała grzejniki centralnego ogrzewania. Brojlernie nr 1, 2 i 6 posiadały wentylatory zlokalizowane w ścianach. Znacznie natomiast korzystniejsze warunki w zakresie temperatury uzyskano w brojlerniach 3, 4, 5, posiadających przewodowe systemy ogrzewcze i wentylatory wywiewne, zlokalizowane w stropodachu. Na tej podstawie można wyprowadzić uogólnienie o przewadze skuteczności przewodowego systemu ogrzewania brojlerni nad systemem bezpośredniego nawiewu ciepłego powietrza i centralnego ogrzewania oraz przewagi wentylacji mechanicznej dachowej nad ścienną.

## WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA

Średnie wartości wilgotności względnej wynosiły w okresie letnim od 59,5 (brojlernia nr 3) do 78,6% (brojlernia nr 6), a w czasie badań zimowych od 49,3 (brojlernia 4) do 69,8% (brojlernia nr 2). Stwierdzono też, na podstawie wyników badań zimowych w brojlerniach 3, 4, 5, że nawet wtedy, kiedy średnie wartości temperatury były na poziomie zbliżonym do optymalnego, średnie wartości wilgotności względnej były znacznie poniżej wartości optymalnej — 65%. Poza tym stwierdzone wartości ekstremalne świadczą, że przy zastosowaniu tylko wentylacji i ogrzewania nie można zapewnić stabilnego — optymalnego poziomu wilgotności względnej. W związku z tym należałoby wprowadzić do systemu klimatyzacji brojlerni urządzenia nawilżające.

## RUCH POWIETRZA

Średnie wartości prędkości ruchu powietrza w czasie badań letnich wahały się w granicach od 0,18 (brojlernia nr 1) do 0,39 m/s (brojlernia nr 6), a w badaniach zimowych od 0,20 (brojlernia nr 4, 5) do 0,30 m/s (brojlernia nr 3). Wartości średnich prędkości ruchu powietrza w okresie badań letnich były dość wysoko zaniżone w stosunku do wielkości 0,5 m/s, co należy uznać za wynik niedostatecznej sprawności systemów klimatyzacji. Pociągało to za sobą niekorzystne konsekwencje, szczególnie w okresie letnich upałów, w których prędkość ruchu powietrza na poziomie przyjętym za optymalny mogłaby przyczynić się do osłabienia stresów cieplnych.

## OCHŁADZANIE

Średnie wartości ochładzania w okresie letnim wynosiły od 4,6 (brojlernia nr 3) do 8,3 mcal/cm<sup>2</sup>·s (brojlernia nr 6), a w czasie badań zimowych od 6,0 (brojlernia nr 5) do 8,1 mcal/cm<sup>2</sup>·s. (brojlernia nr 1). Średnie wartości ochładzania we wszystkich brojlerniach ułożyły się w granicach przyjętego wskaźnika do 9 mcal/cm<sup>2</sup>·s.

## NATEŻENIE OŚWIETLENIA

W okresie badań letnich uzyskano średnie wartości natężenia oświetlenia od 13 (brojlernia nr 6) do 86 lx (brojlernia nr 5), a w badaniach zimowych od 10 (brojlernia nr 6) do 374 lx (brojlernia nr 5). Tylko średnia wartość badań zimowych w brojlerni nr 6 była na przyjętym poziomie optymalnym, w pozostałych zaś przypadkach wielkość optymalna została przekroczona. W brojlerniach od 1 do 5 stwierdzono bardzo duże wahania wartości ekstremalnych. W okresie silniejszego natężenia oświetlenia zaobserwowano znaczną ruchliwość i agresywność kurczą oraz grupowe przebiegi na dość odległe miejsca od stałego siedliska. Obserwacje te mogą stanowić podstawę do wskazania na niekorzystny wpływ okien, dzięki którym brojlernie z oknami mają za wysokie natężenie oświetlenia, a jego intensywność jest w znacznym stopniu zmienna, bez możliwości sterowania.

## ZAPYLENIE POWIETRZA

Średnie wartości zapylenia wynosiły w okresie letnim od 418 (brojlernia nr 1) do 1173 szt./cm<sup>3</sup> (brojlernia nr 3), a w zimie od 194 (brojlernia nr 2) do 1214 szt./cm<sup>3</sup> (brojlernia nr 3). W brojlerni nr 3 uży-

skano najwyższe wartości zapylenia ze względu na stosowanie sypkiej paszy i brak mechanicznego paszociągu. W brojlerniach nr 1 i 4 w okresie zimowym, tj. wtedy, kiedy działała przede wszystkim mechaniczna wentylacja nawiewna, wskaźniki zapylenia były niższe niż w badaniach letnich, kiedy działała wentylacja wywiewna podciśnieniowa.

#### STĘŻENIE DWUTLENKU WĘGLA

Średnie wartości stężenia CO<sub>2</sub> w okresie letnim wynosiły od 0,034 (brojlernia nr 2) do 0,089‰ (brojlernia nr 5), a w zimie od 0,09 (brojlernia nr 4) do 0,216‰ (brojlernia nr 3).

#### STĘŻENIE AMONIAKU

Średnie wartości stężenia amoniaku wynosiły od 0,044 (brojlernia nr 2) do 0,157‰ (brojlernia nr 4) w okresie badań letnich, a w zimie od 0,022 (brojlernia nr 4) do 0,120‰ (brojlernia nr 3).

Badania własne wykazały, że stężenie amoniaku w powietrzu brojlerni jest czynnikiem, którego poziom w największym stopniu odbiega od dopuszczalnego (0,026‰) ze wszystkich badanych czynników mikroklimatu. Ze względu na wysoką szkodliwość tego gazu silne stężenie przyczyniło się do powiększenia natężenia oporu środowiskowego. Zaobserwowano u kurcząt w brojlerniach 3 i 5 owrzodzenia oczu i stany zapalne układu oddechowego. Borowski stwierdził, że kiedy głęboka ściółka jest przez dłuższy czas nie usuwana (co w przypadku odchowu brojlerów ma miejsce) — wytwarzanie się amoniaku jest tak intensywne, że staje się niezmiernie trudne do usunięcia przez wentylację [1]. Wyniki własnych badań całkowicie to potwierdzają, gdyż nawet w przypadku bardzo wysokich wartości wentylacyjnych w okresie letnim stężenie amoniaku znacznie przekraczało dopuszczalny poziom. W brojlerni nr 4 w okresie zimowym dokonywano mechanicznej pielęgnacji ściółki, która w połączeniu z intensywną wentylacją przyczyniła się do wydatnego zmniejszenia stężenia amoniaku.

#### OCENA WENTYLACJI

Średnie wartości wentylacji w okresie letnim kształtowały się od 2,7 (brojlernia nr 5) do 11,5 m<sup>3</sup>/kg·h (brojlernia nr 2), a w okresie badań zimowych od 0,7 (brojlernia nr 3) do 2,5 m<sup>3</sup>/kg·h (brojlernia nr 4).

## WNIOSKI

Przedstawione wyniki badań stanowiły podstawę do następujących wniosków:

1. W badanych brojlerniach żaden system klimatyzacji nie zapewniał stabilnego utrzymania wszystkich czynników mikroklimatu na optymalnym albo dopuszczalnym poziomie.

2. Mikroklimat najbardziej zbliżony do optymalnego wytworzony był dzięki systemowi klimatyzacji, stosowanemu w brojlerni 4. W zestawie tego systemu znajdowały się urządzenia wentylacyjno-ogrzewcze. Mianowicie, działały w nim urządzenia wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej oraz grawitacyjnej. Nawiew mechaniczny — przewodowy dokonywał się za pomocą przewodów blaszanych, zawieszonych pod stropem w środku pomieszczenia, a grawitacyjnie — oknami. Wywiew mechaniczny odbywał się wentylatorami sufitowymi, a grawitacyjny — wywietrznikami sufitowymi. Ogrzewanie za pomocą przewodów nawiewnych, rozprowadzających powietrze ogrzane w nagrzewnicy wodnej, otrzymującej energię — gorącą wodą z centralnej kotłowni.

3. Z badanych systemów mechanicznej wentylacji wywiewnej ściiennej i dachowej korzystniejsze, tj. bardziej zbliżone do optymalnych warunków, warunki mikroklimatu zostały wytworzone dzięki systemowi dachowemu.

4. Z badanych systemów mechanicznej wentylacji nawiewnej, działającej w połączeniu z systemem ogrzewczym przewodowym i o bezpośrednim nawiewie, korzystniejsze warunki mikroklimatu zostały wytworzone w brojlerniach posiadających przewodowy system ogrzewczy.

5. Stwierdzono, że czynnikami zmniejszającymi zapylenie brojlerni są: działanie wentylacji nawiewnej oraz mechanizacja systemu podawania paszy. Natomiast czynnikiem w znacznym stopniu zwiększającym zapylenie powietrza jest stosowanie paszy sypkiej, w porównaniu do paszy granulowanej.

6. Nawet najbardziej intensywna wentylacja nie mogła obniżyć stężenia amoniaku, zarówno w okresie letnim, jak i zimowym, do wielkości dopuszczalnej. Natomiast mechaniczna pielęgnacja ściółki w połączeniu z intensywną wentylacją była zabiegiem w znacznym stopniu zmniejszającym jego stężenie.

## LITERATURA

1. Borowski W.: Zoohigieniczne założenia projektowania pomieszczeń inwentarskich. PWRiL, Warszawa, 1971.
2. Davies C. N.: The scientific basis of the desing of large poultry houses. 1969.
3. Grzegorzak A.: Rola zwiększonej wentylacji w pomieszczeniach gospodarskich. Med. Wet. nr 1, 1967.



*Т. Стрешевски*

ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕШЕНИЙ ПО  
КОНДИЦИОНОВАНИЮ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ БРОЙЛЕРНЫХ ФЕРМ  
НА ОСНОВАНИИ ЗООГИГИЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Резюме

Оптимальный микроклимат помещений бройлерной фермы приводит к образованию желаемых пользовательных признаков цыплят-бройлеров, а также улучшает использование ими корма. Образование и удержание на стабилизированном уровне нормативных факторов микроклимата является основной задачей устройств кондиционирования воздуха, т.е. вентиляционных и отопительных устройств.

Целью проведенных в шести бройлерных фермах зооигиенических исследований была оценка эффективности действия примененных в них вентиляционных и отопительных устройств, а также выбор наиболее пригодного из них. Такой оказалась система приточной механической вентиляции при распределении воздуха с помощью подвешенного под потолком устройства и при применении механического выдува с помощью помещенных на боковых стенах вентиляторов. Механическая вентиляция дополняется гравитационной. Тепловая линия в выбранной системе состоит из центральной котельной, водонагревателя и провода приточной вентиляции. Установлено, что более выгодной для микроклимата является крышевая, чем стенная выдувная вентиляция и что динамическое отопление с помощью провода лучше, чем непосредственная закачка нагретого воздуха в помещения бройлерной фермы.

*T. Straszewski*

INVESTIGATIONS ON HEATING AND VENTILATION SYSTEMS  
IN BROILER-HOUSES

Summary

The optimum air conditions in the broiler-house are necessary to utilize the genetic potential of broilers and to achieve the best feed conversion rate. The primary task of the heating and ventilation equipment in the broiler-house is to maintain the basic air parameters at a required and constant level.

Investigations in six broiler-houses were carried out to evaluate various systems of heating and ventilation and to select the best system for commercial application. Mechanical over-pressure ventilation with air distribution in the broiler-house through an overhead air-tube and exhaust fans installed on the roof was found best among the systems investigated.

The mechanical ventilation was aided by the gravitation ventilation. The heating technique in the optimal system consists of central heating station, water heater and an overpressure air-tube. The exhaust fans installed on the roof were found better in regard to the air conditions in the house, than fans located in the side walls. The forced heating system with the overhead air-tube was found better than the direct delivery of the heated air into the broiler-house.