

ZNACZENIE ŚRODOWISKA BADAŃ PORÓWNAWCZYCH MIKROKLIMATU NA PRZYKŁADZIE KSZTAŁTOWANIA SIĘ WILGOTNOŚCI WZGLĘDNEJ POWIETRZA PRZY TUCZENIU ODMIENNYMI KONSYSTENCJAMI PASZ

Henryk Żelazny

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej

Streszczenie. Celem badań o charakterze metodologicznym była analiza możliwości wykonania oceny porównawczej kształtowania się wilgotności względnej powietrza wewnętrznego pod wpływem odmiennych konsystencji pożywienia, przy dwóch czynnikach zakłócających, to znaczy w budynkach znajdujących się w różnych rejonach Polski i dla pomiarów niewykonywanych w tym samym czasie. Parametry ciepło-wilgotnościowe powietrza mierzono w wybrane dni trzech miesięcy wiosennych oraz jesiennych w grupie pomieszczeń, w których zwierzętom podawano suchą paszę do karmników, oraz w pomieszczeniach z rurociągami transportującymi płynną paszę do koryt. Temperatura i wilgotność względna powietrza w każdej grupie wyraźnie uzależnione były od klimatu zewnętrznego, dlatego ocena oddziaływania konsystencji paszy na warunki wilgotnościowe w badanych grupach pomieszczeń nie była możliwa. Uzyskane wyniki potwierdziły bardzo istotny wpływ środowiska badań na rzetelność charakterystyki porównawczej zróżnicowania mikroklimatu w różnych budynkach inwentarskich.

Słowa kluczowe: badania porównawcze, wilgotność powietrza, budynek inwentarski

WSTĘP

W obiektach produkcyjnych o ilości wilgoci w powietrzu decydują procesy technologiczne [Olifierowicz 1987]. Źródłami wilgotności w pomieszczeniach inwentarskich są same zwierzęta, które produkują olbrzymie ilości pary wodnej wskutek parowania przez skórę oraz z płuc [Mount 1968], wilgotne i ciepłe pożywienie [Romaniuk 1986], parujący kał i mocz zwierząt [Gaziński i Szczechowiak 1987], parujące wilgotne podłogi [Gaziński i Szczechowiak 1987], powietrze napływające z zewnątrz przez urządzenia wentylacyjne [Mount 1968] oraz nieumiejętna gospodarka wodna [Herbut 1997]. Poza tym wilgotność powietrza zależy od sprawności urządzeń wentylacyjnych i kanaliza-

Adres do korespondencji – Corresponding author: Henryk Żelazny, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Nauk o Materiałach i Środowisku, Zakład Budownictwa, ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, e-mail: hzelazny@wp.eu

cyjnych, rodzaju obsady zwierząt, sposobu ich utrzymania, stosowanej ściółki i warunków termicznych budynku [Romaniuk 1986].

Zbyt niska i zbyt wysoka wilgotność powietrza jest zawsze szkodliwa dla zwierząt [Czajkowski 1971]. W pomieszczeniach zawilgoconych organizm narażony jest na zwiększoną utratę ciepła [Czajkowski 1971], ponieważ powietrze wilgotne pochłania znacznie więcej promieni cieplnych [Rokicki i Masłowska 1985], a ponadto jest dobrym przewodnikiem ciepła [Czajkowski 1971]. Wysoka wilgotność w budynkach inwentarskich ma negatywny aspekt zoohigieniczny, pozwala bowiem na długie zachowanie pełnej żywotności i zdolności do rozmnażania się różnych szkodliwych mikroorganizmów, co powoduje większe niebezpieczeństwo zakażeń kropelkowych w stadzie [Dobrzański i Kołacz 1996]. W okresie zimowym pomieszczenie przy nadmiernym zawilgoceniu staje się wielką cieplarką, w której łatwo przeżywają larwalne formy niektórych pasożytów, co może ułatwić przenoszenie się drobnoustrojów chorobotwórczych i sprzyjać większej zapadalności na choroby [Rokicki i Masłowska 1985]. Z kolei stały poziom wilgotności względnej powyżej 70% ułatwia rozwój pleśni trudnej do likwidacji [Śliwowski 1996], a w odniesieniu do fizjologii człowieka podwyższona wilgotność otaczającego powietrza utrudnia wytwarzanie pary w błonach śluzowych i na powierzchni skóry, przez co ograniczone jest oddawanie ciepła tą drogą przez organizm ludzki [Kozierski 1971].

Wilgotność powietrza pochodząca ze środowiska wewnętrznego oddziałuje także na budowę [Ściślewski 2005]. Jest ona jedną z najgroźniejszych przyczyn uszkodzeń budynku, atakującą wszystkie jego konstrukcje i elementy [Thierry i Zaleski 1982]. W pomieszczeniach inwentarskich stymuluje ona procesy fizyczne, chemiczne i biologiczne [Łęcki 1986]. Na przykład proces kondensacji, czyli skraplania się pary wodnej na ścianach i sufitach, pociąga za sobą porażenie tych przegród przez grzyby pleśniowe [Zyska 1999], a rozwój drobnoustrojów, któremu sprzyja wysoka wilgotność powietrza, przyczynia się do przedwczesnego zniszczenia budynku [Rokicki 1991].

Przytoczone przesłanki związane z dobrostanem zwierząt oraz trwałością budynków inwentarskich mogą skłaniać producentów rolnych do podejmowania decyzji o przeprowadzaniu prac modernizacyjnych tego typu obiektów dla uzyskania zmiany wilgotności powietrza wewnętrznego, polegających na przykład na wykonaniu innego systemu wentylacyjnego. Skuteczność tych zmian podczas eksploatacji budynków ocenia się poprzez badania porównawcze. Działania te muszą być jednak prowadzone dla podobnych środowisk badań, w przeciwnym razie będą one obciążone wielkościami zakłócającymi, które nie pozwolą otrzymać wiarygodnych wyników. Stąd celem badań o charakterze metodologicznym była analiza możliwości wykonania oceny porównawczej kształtowania się wilgotności powietrza wewnętrznego dla odmiennych technologii żywienia tuczników (to jest różnymi konsystencjami skarmianych pasz), ale z dwoma zasadniczymi czynnikami zakłócającymi – w budynkach znajdujących się w różnych rejonach Polski i dla pomiarów niewykonywanych w tym samym czasie. Mniej istotnymi elementami zakłócającymi były inne obsady, układy wymiany powietrza oraz przepuszczalność pary wodnej obudowy przyziemi technologicznych.

MATERIAŁ I METODY

Badania nad zróżnicowaniem wilgotności powietrza przeprowadzono w dwóch grupach bezściółowych tuczarni trzody chlewnej z chowem w kojcach z pełną podłogą betonową. Dwa pomieszczenia wykonane w systemie Stolbud-1, w których zwierzętom podawano rurociągiem suchą paszę do karmników, znajdowały się na terenie woj. śląskiego (oznaczone symbolem **S**), a pięć pomieszczeń o konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej wyposażonych w rurociągi do transportu płynnej paszy z centralnej paszarni do koryt znajdowało się w woj. opolskim (oznaczone symbolem **P**).

Pomiary ciepłno-wilgotnościowe mikroklimatu w budynkach i na zewnątrz przeprowadzono w okresach, kiedy klimat charakteryzuje się największą wilgotnością w ciągu roku, to jest wiosną i jesienią. Pomimo że miarą rzeczywistej zawartości pary wodnej w powietrzu jest wilgotność bezwzględna [Olifierowicz 1987], w praktyce częściej określa się wilgotność w jednostkach względnych. Dzieje się tak m.in. dlatego, że w pewnych warunkach jednakowy poziom wilgotności względnej wywiera przy różnej temperaturze powietrza podobne skutki, mimo różnej zawartości pary wodnej w 1 m³ powietrza – do takich zjawisk można zaliczyć widoczność pary wodnej w powietrzu, osiadanie lub nieosiadanie jej na elementach budynku, wysychanie lub niewysychanie rozlanej wody itp. [Borowski 1971]. Z tego też względu w pomieszczeniach grupy **S** w wybranych dniach kwietnia, maja, czerwca, września, października i listopada o godz. 12.00 w ciągu około dziesięciu minut wykonano, oprócz temperatury powietrza, serie kilkudziesięciu oznaczeń wilgotności względnej powietrza, z których następnie obliczono wartości średnie. Te same parametry mikroklimatu o godz. 12.00 oceniano w budynkach grupy **P** dla poszczególnych miesięcy, lecz w innych dniach (co mogło być usprawiedliwione koniecznością przewozu aparatury na dużą odległość między fermami). W doświadczeniu wykorzystano umożliwiającą ciągłą rejestrację miernik mikroklimatu MM-01, którego sondy pomiarowe umieszczano mniej więcej na wysokości tułowia zwierząt, to jest 0,5 m od posadzki. Po wykonaniu pomiarów w pomieszczeniach tuczu tym samym urządzeniem mierzono parametry powietrza zewnętrznego (temperaturę i wilgotność względną powietrza) w pobliżu tuczarni, w miejscu zacienionym i osłoniętym od wiatru.

Wilgotność bezwzględną obliczono na podstawie zależności [Dobrzański i Kołacz 1996]:

$$e = f \cdot E \cdot (100\%)^{-1}, (\text{g} \cdot \text{m}^{-3}) \quad (1)$$

gdzie:

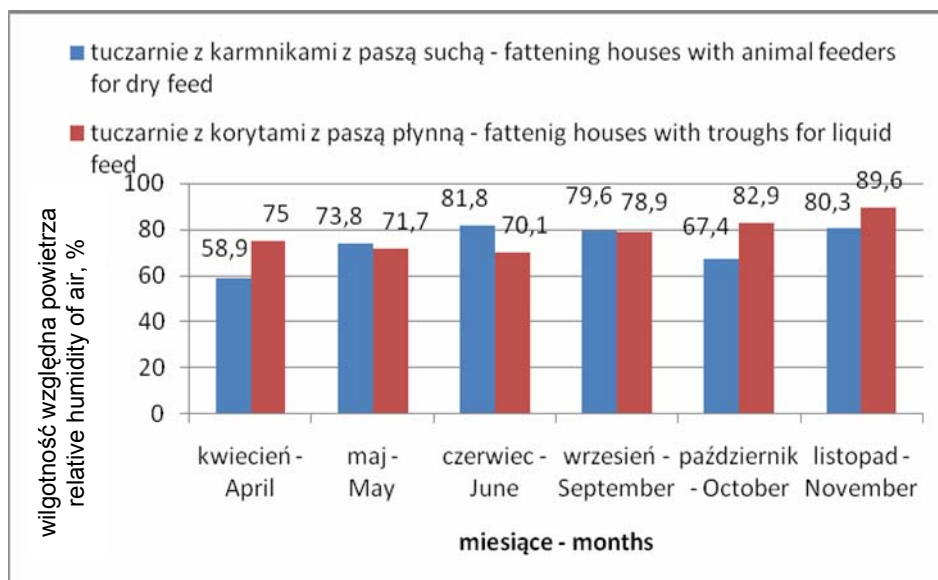
f – wilgotność względna, %;

E – wilgotność maksymalna, g·m⁻³.

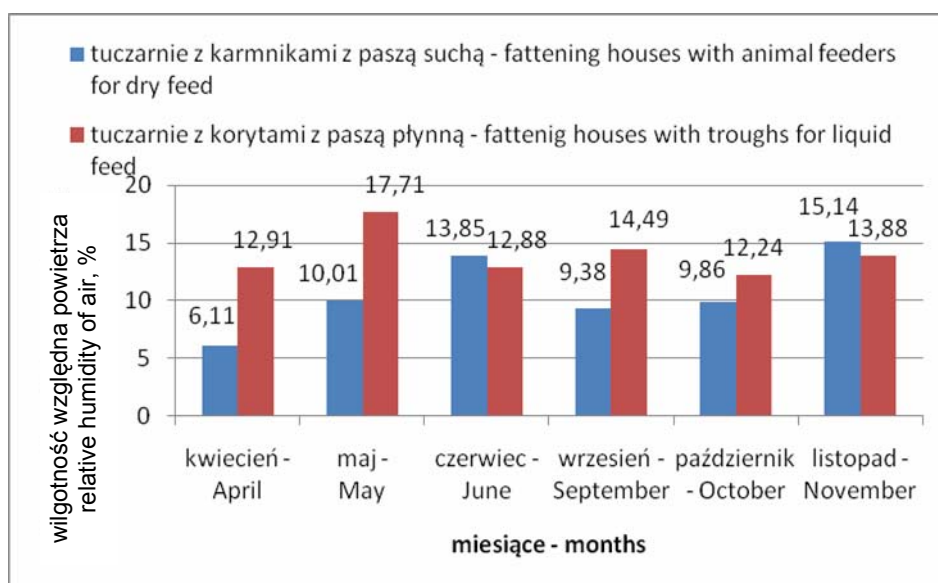
WYNIKI I DISKUSJA

Średnie wartości wilgotności względnej powietrza dla obu badanych grup pomieszczeń tuczu przedstawiono w postaci graficznej na rysunku 1. W technologii skarmiania pasz płynnych, to znaczy w pomieszczeniach grupy **P**, należało oczekiwać znacznie

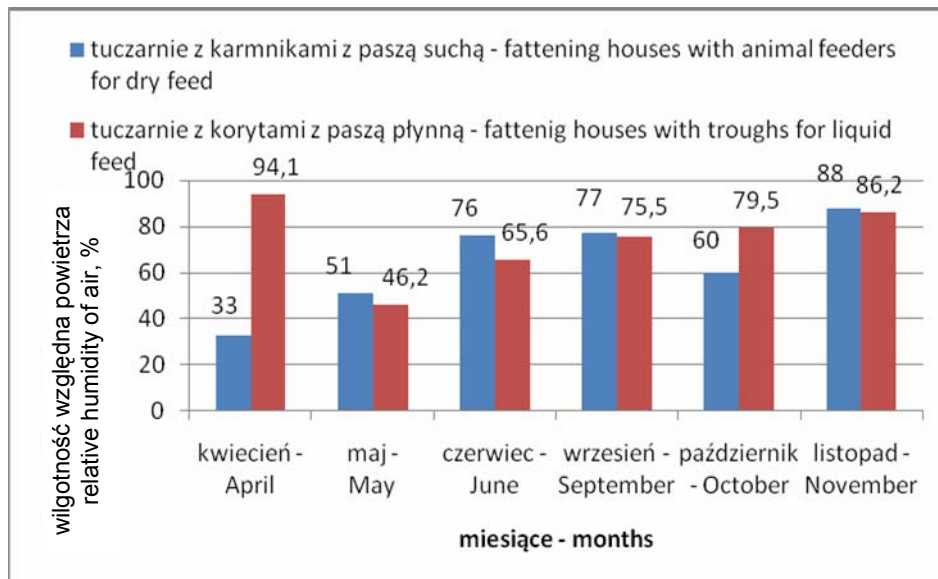
większej wilgotności względnej powietrza ze względu na parowanie pożywienia. Jednakże w połowie badanego okresu (maj, czerwiec i wrzesień) zaobserwować można było sytuację odwrotną – parametr ten większe wartości przyjmował w pomieszczeniach, w których zwierzętom podawana była rurociągiem sucha pasza do karmników. Z tego względu otrzymane wyniki pomiarów instrumentalnych nie pozwoliły jednoznacznie stwierdzić, że konsystencja pożywienia miała istotny wpływ na zróżnicowanie wilgotności we wnętrzach inwentarskich badanych dwu ferm. Aby stwierdzić rzeczywistą zawartość pary wodnej w powietrzu zabudowań grupy **S** i **P**, analizie poddano kształtowanie się w nich wilgotności bezwzględnej, co zobrazowano na rysunku 2. Co prawda w pomieszczeniach, w których skarmiana była pasza płynna w większości przypadków, to jest z wyjątkiem czerwca i listopada, wilgotność bezwzględna przyjmowała wartości większe, lecz w aspekcie dobrostanu zwierząt (wielkość utraty ciepła) i trwałości budynku (kondensacja pary wodnej na przegrodach) istotniejszy jest jednak poziom wilgotności względnej powietrza i ta wielkość powinna być stosowana jako kryterium oceny warunków wilgotnościowych panujących we wnętrzu. Ponieważ przebiegi zmienności wskaźników higrometrycznych w badanych grupach obiektów, w których skarmiano pasze o różnych konsystencjach, nie odzwierciedlały miarodajnie przyrostu wilgotności w przypadku podawania zwierzętom ciekłego pożywienia, kształtowanie się wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach każdej grupy należało skonfrontować z wartościami wilgotności względnej powietrza zewnętrznego, zamieszczonymi na rysunku 3. W większości serii pomiarowych, to jest w maju, czerwcu, wrześniu i listopadzie, na terenie fermy, gdzie skarmiane były suche pasze, przyjmowała ona większe wartości niż w fermie z paszą ciekłą. Zróżnicowanie tych wartości mogło być ponadto spowodowane tym, że pomiary prowadzono w różnych dniach. Znaczący wpływ wilgotnego powietrza wpadającego do zamkniętych przestrzeni inwentarskich wskutek wentylacji na poziom wilgotności względnej w pomieszczeniach należy uznać za podstawowy czynnik zakłócający w przeprowadzonej analizie porównawczej zawilgocenia obszarów powietrznych dwu badanych grup z odmiennymi technologiami żywienia (konsystencjami pasz). W maju, czerwcu (o przeszło 10%), wrześniu i listopadzie wilgotność względna powietrza zewnętrznego na terenie fermy w woj. śląskim była wyraźnie większa niż w fermie zlokalizowanej na terenie woj. opolskiego i fakt ten niewątpliwie wpłynął na podniesienie się wartości wskaźników higrometrycznych w tuczarniach wyposażonych w karmniki na suchą paszę. Zatem analizy porównawcze kształtowania się mikroklimatu w budynkach inwentarskich nie mogą być realizowane z pominięciem zasady podobnego środowiska badań, w tym jedności czasu i miejsca. Wiarygodność dość znacznego zróżnicowania wilgotności względnej powietrza zewnętrznego wokół badanych dwóch grup obiektów można wzmocnić oszacowaniem bilansu ciepła i masy. Średnie wartości temperatury powietrza zewnętrznego dla poszczególnych miesięcy zamieszczono na rysunku 4. Większe wartości wilgotności powietrza zewnętrznego na terenie fermy śląskiej w porównaniu z fermą opolską w maju, czerwcu i wrześniu to konsekwencja niższej temperatury powietrza zewnętrznego w zabudowaniach tej grupy badawczej. Ciekawa z punktu widzenia metodycznego jest także analiza wpływu klimatu zewnętrznego na kształtowanie się temperatury powietrza we wnętrzach inwentarskich. Zróżnicowanie tego parametru (rys. 5) między grupami pomieszczeń **S** i **P** miało identyczną tendencję jak zróżnicowanie temperatury powietrza



Rys. 1. Średnia wilgotność względna powietrza w tuczarniach z suchą oraz płynną paszą
 Fig. 1. The average relative air humidity in fattening houses with dry and liquid feed

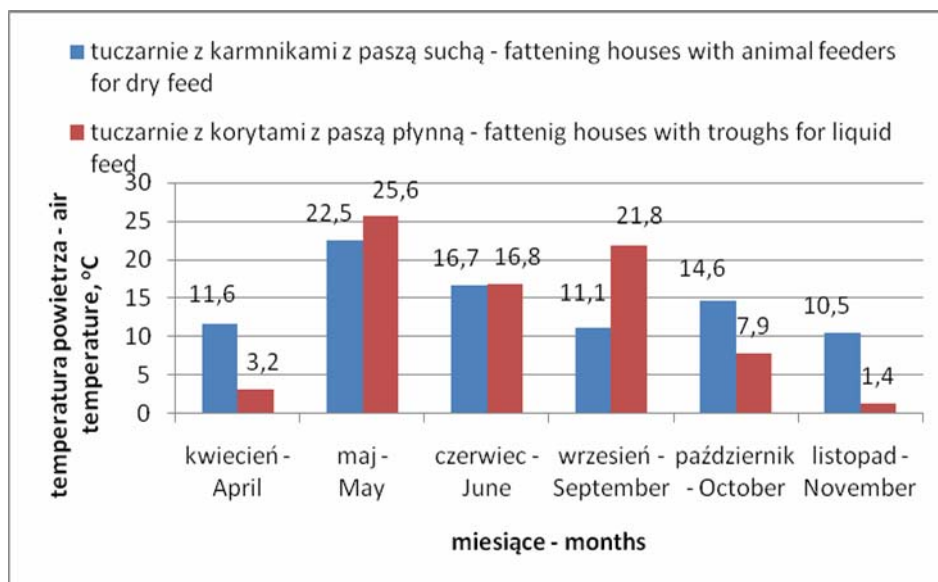


Rys. 2. Średnia wilgotność bezwzględna powietrza w tuczarniach z suchą oraz płynną paszą
 Fig. 2. The average absolute air humidity in fattening houses with dry and liquid feed



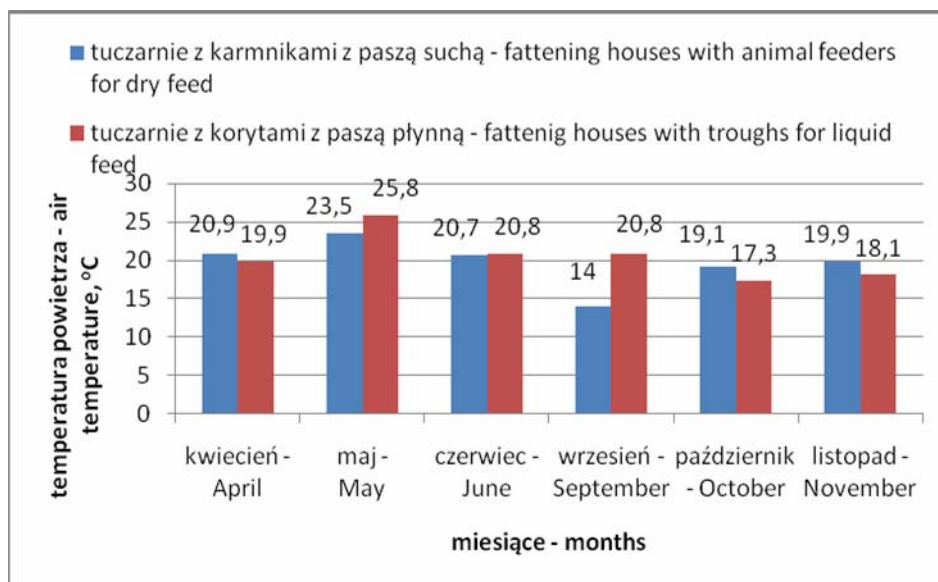
Rys. 3. Średnia wilgotność względna powietrza zewnętrznego wokół tuczarni z suchą oraz płynną paszą

Fig. 3. The average outdoor relative humidity around the poultry farm with dry and liquid feed



Rys. 4. Średnia temperatura powietrza zewnętrznego wokół tuczarni z suchą oraz płynną paszą

Fig. 4. The average outdoor air temperature around the poultry farm with dry and liquid feed



Rys. 5. Średnie wartości temperatury powietrza w tuczarniach z suchą oraz płynną paszą
 Fig. 5. The average values of air temperature in fattening houses with dry and liquid feed

zewnętrznego (rys. 4), to znaczy tam, gdzie na terenie fermy była większa temperatura zewnętrzna, tam też odnotowano większą średnią temperaturę powietrza wewnętrznego w halach dla zwierząt.

STWIERDZENIA I WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować kilka stwierdzeń:

1. Nie można jednoznacznie ocenić, która grupa pomieszczeń charakteryzowała się większą wilgotnością względną powietrza – w okresie badawczym trzy miesiące parametr ten przybierał większe wartości w tuczarniach z karmnikami na suchą paszę i również trzy miesiące kształtował się na wyższym poziomie w tuczarniach z korytami na paszę płynną.

2. Za wyjątkiem listopada w pomieszczeniach, w których podawano tucznikom płynne pożywienie, odnotowano większą wilgotność bezwzględną powietrza, jednak to nie ona decyduje o dobrostanie zwierząt i o kondensacji powierzchniowej pary wodnej na przegrodach, stąd nie może stanowić kryterium poprawy warunków wilgotnościowych w porównywanych wnętrzach inwentarskich.

3. Zarówno temperatura, jak i wilgotność względną powietrza zewnętrznego była znacznie zróżnicowana pomiędzy terenami lokalizacji pomieszczeń grupy S i P.

4. Odmiennie również kształtowała się średnia temperatura powietrza wewnętrznego w obu badanych zabudowaniach fermowych.

Można także wyciągnąć następujące wnioski:

1. Temperatura i wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach zrealizowanych w woj. śląskim i woj. opolskim bardzo wyraźnie uzależnione były od tych samych parametrów powietrza zewnętrznego, dlatego ocena wpływu konsystencji paszy na jakość mikroklimatu w badanych grupach pomieszczeń nie była możliwa.

2. Nie można uzyskać rzetelnych wyników badań, w których kontroluje się zróżnicowanie stanu obszaru powietrznego w różnych budynkach inwentarskich, nie zachowując podstawowej zasady zagwarantowania identycznego środowiska badań.

Oprócz wniosków wynikających bezpośrednio z przeprowadzonych badań, to znaczy konieczności prowadzenia pomiarów instrumentalnych w tym samym czasie i w budynkach zlokalizowanych w najbliższym sąsiedztwie, oczywiste jest, że w analizie porównawczej mikroklimatu obiekty muszą cechować się podobnymi rozwiązaniami budowlanymi i wyposażeniem technologicznym.

PIŚMIENNICTWO

- Borowski W., 1971. Zoohigieniczne założenia projektowania pomieszczeń inwentarskich. PWRiL, Warszawa.
- Czajkowski Z., 1971. Zoohigiena ogólna. PWRiL, Warszawa.
- Dobrzański Z., Kołacz R., 1996. Przewodnik do ćwiczeń z zoohigieny. Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław.
- Gaziński B., Szczechowiak E., 1987. Kształtowanie klimatu pomieszczeń inwentarskich trzody chlewnej. PWRiL, Poznań.
- Herbut E., 1997. Wymagania środowiskowe zwierząt a możliwości ich realizacji na przykładzie drobiu. Wyd. AR w Krakowie, Zesz. Nauk. 317, 29–37.
- Koziński J., 1971. Zagadnienia fizykalne w budownictwie i instalacjach. PWN, Warszawa.
- Łęcki W., 1986. Korozja i ochrona przed korozją budowli rolniczych. PWRiL, Poznań.
- Mount L.E., 1968. The climatic physiology of the pig, E. Arnold, London.
- Olifierowicz J., 1987. Zagadnienia cieplno-wilgotnościowe przegród budowlanych. [w:] Żenczykowski W., Budownictwo ogólne T. 3/1 Problemy fizyki budowli i izolacje. Arkady, Warszawa.
- Rokicki E., 1991. Środowisko zwierząt. [w:] Barej W. (red.), Środowisko a zdrowie i produktywność zwierząt. PWRiL, Warszawa.
- Rokicki E., Masłowska J., 1985. Zoohigiena. PWRiL, Warszawa.
- Romaniuk W., 1986. Mechanizacja chowu zwierząt w gospodarstwie indywidualnym. PWRiL, Warszawa.
- Ścisławski Z., 2005. Trwałość i ochrona przed korozją. [w:] Klemm P. (red.), Budownictwo ogólne. T.2. Fizyka budowli. Arkady, Warszawa.
- Śliwowski L., 1996. Mikroklimat w mieszkaniu. COIB, Warszawa.
- Thierry J., Zaleski S., 1982. Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji. Arkady, Warszawa.
- Zyska B., 1999. Zagrożenia biologiczne w budynku. Arkady, Warszawa.

**THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENT OF MICROCLIMATE
COMPARATIVE STUDIES ON THE EXAMPLE OF RELATIVE
HUMIDITY FORMATION IN FATTENING WITH DIFFERENT FEED
CONSISTENCY**

Abstract. The aim of methodological study was the feasibility analyze of making comparative assessment of the relative internal humidity under influence of different consistency of foods, with two disturbing factors, that is, in buildings located in various Polish regions and for measurements not performed at the same time. Hygrothermal parameters of air were measured on selected days of three months of spring and autumn in the group of rooms, where animals are given a dry feed to the feeders, and in areas with pipelines transporting liquid feed to the troughs. Temperature and relative humidity in each group were clearly dependent on the external climate, and therefore evaluation of the impact of the kind of feed on the moisture conditions in the studied groups of areas was not possible. The results confirmed a very significant environmental impact on the reliability of the comparative characteristics of microclimate variation in different livestock buildings.

Key words: comparative study, air humidity, room for livestock

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.04.2011