Grzegorz Fiedorowicz, Bogdan Łochowski, Kamila Mazur
Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

MIKROKLIMAT POMIESZCZEŃ W OBORACH WOLNOSTANOWISKOWYCH W OKRESIE ZIMOWYM

Streszczenie

Przedstawiono wyniki badań w 4 oborach wolnostanowiskowych w okresie zimowym. Zaprezentowano wyniki badań chwilowych i ciągłych w zakresie następujących parametrów: temperatura wewnętrzna i zewnętrzna, wilgotność względna wewnętrzna i zewnętrzna, stężenie dwutlenku węgla, ochładzanie katatermometryczne, prędkość ruchu powietrza, jasność w pomieszczeniu i na zewnątrz. Przedstawiono macierz wyliczonych zależności wg współczynników korelacji i ich wybrane wykresy.

Słowa kluczowe: mikroklimat, temperatura, wilgotność względna, stężenie dwutlenku węgla

Wstęp

Warunki mikroklimatyczne w oborach stanowią jeden z ważniejszych czynników wpływających na efektywność produkcji i dobrostan zwierząt, zapewniający ich zdrowotność, komfort i długowieczność [Winnicki 1980]. W badaniach zootechnicznych stwierdzono, że utrzymywanie zwierząt w pomieszczeniach chłodnych, wilgotnych, niedostatecznie wentylowanych i z przeciągami powoduje obniżenie wydajności o 10-14%, większe zużycie pasz na jednostkę produkcji o 12-35% oraz 2-3.krotny wzrost zachorowalności. Mikroklimat ma również wpływ na stan budynku inwentarskiego, jego trwałość i warunki cieplne [Wolski 1988]. Ponadto mikroklimat obory ma znaczący wpływ na równowagę ekologiczną środowiska naturalnego. Składowe czynniki mikroklimatu w oborze to: temperatura, wilgotność względna, ochładzanie pomieszczeń, prędkość ruchu powietrza, koncentracja zanieczyszczeń gazowych w powietrzu budynku, hałas i oświetlenie. Od 1999 r. prowadzone są przez IBMER badania ciągłe, obok badań z zakresu techniki i technologii, nad kształtowaniem mikroklimatu w nowoczesnych oborach.

Celem badań było określenie mikroklimatu w pomieszczeniach produkcyjnych i dojarni w czterech oborach utrzymujących krowy mleczne w okresie zimowym. Wymagania standardowe dotyczące minimalnych parametrów mikroklimatu podane są przez Fiedorowicz i in. [2008].

Metodyka badań i aparatura

Metodykę badań oparto na parametrach mikroklimatu w pomieszczeniach dla bydła opracowane przez Instytut Zootechniki (1977) i na normie branżowej „Mikroklimat w budynkach inwentarskich" BN-86/8800-03 zgłoszonej przez IBMER w 1986 r.

Mikroklimat pomieszczeń przebadanych obór określono sposobem ciągłym pracy za pomocą niżej wymienionej aparatury:

- termohigrometrów LB-710 Firmy LAB-EL w postaci elektronicznych czujników przewodowych, rozmieszczanych w trzech punktach obory i jednego czujnika umieszczonego na zewnątrz obory – do mierzenia temperatury i wilgotności powietrza,

- koncentratora LB-731 ww. firmy, do którego są podłączone przewodami elektrycznymi czujniki LB-710, który wyposażony jest w pamięć zbierania danych o pojemności 3600 punktów (rekordów), z których każdy obejmuje: datę, czas, temperaturę i wilgotność względną; w wyposażeniu koncentratora znajduje się oprogramowanie, dzięki któremu dane z pomiarów przenoszone są do komputera, po powrocie z terenu; ww. parametry pomiarowe są rejestrowane w impulsach dwugodzinnych,

- czujnika LB-551 (ww. firmy) do określania stężenia CO_2 podłączony do koncentratora (LB-731),

- luxomierza Lx204 do chwilowego określania wskaźnika jasności w pomieszczeniach dla zwierząt i na zewnątrz obory,

- katatermometra do chwilowego pomiaru stopnia ochładzania powietrza i określania prędkości ruchu powietrza w oborze,

- stopera do pomiaru czasu przy określaniu danych odczytanych z katatermometru.

Wyniki badań

Skróconą charakterystykę badanych obór przedstawiono w tabeli 1. Z charakterystyki wynika, że są to obiekty, w których różne rozwiązania funkcjonalno-technologiczne należą do wzorcowych, a osiągana wydajność mleka jest na poziomie średniej krajowej krów pod kontrolą użytkowości. Jedna z nich uzyskała I nagrodę w Krajowym Konkursie „Złota Wiecha" za najlepsze rozwiązanie budowlane i funkcjonalno-technologiczne. Dwie pierwsze obory mieszczą się w IV i V strefie klimatycznej kraju, czyli w miejscowościach o najostrzejszej zimie. Dobór tych obiektów do badań był celowy, przede wszystkim z uwagi

na trudność utrzymania najkorzystniejszego mikroklimatu pomieszczeń.. Hodowca w oborze nr 1 musiał wykonać ocieplenie stropodachu, gdyż badania pokazały niskie temperatury powietrza w pomieszczeniach.

Tabela 1. Charakterystyka przebadanych obór wolnostanowiskowych w okresie zimowym
Table 1. Characteristics of the free-stall cattle barns tested during winter season

Miejscowość	**Liczba stanowisk wydajność**	**Technologia i mechanizacja obory oraz warunki środowiskowe**				
		system utrzymania	**dój i schładzanie mleka**	**przygotowanie i zadawanie pasz**	**usuwanie i zagospodarowanie odchodów**	**wentylacja i oświe-tlenie**
CIEMNOSZYJE	73 6900	boksy legowiskowe wyścielane słomą	rybia ość 2x5 st. Alfa Laval schładzarka zbiornikowa Alfa Laval	przyczepa ciągnikowa stacja paszowa	zgarniacz delta na podłodze pełnej gnojownia	wentylatory sterowane przez rolnika oświetlenie oknami
OSOWIEC	50 6329	boksy legowiskowe wyścielane sieczką ze słomy	rybia ość 2x5 st. Westfalia schładzarka zbiornikowa Alfa Laval	przyczepa ciągnikowa stacja paszowa	spychacz „Tur” na podłodze pełnej gnojownia	grawitacyjna kalenica dachowa oświetlenie oknami
TRANSBÓR	50 6730	boksy legowiskowe. wyścielane słomą boczny korytarz paszowy	autotandem 2x3/6 st. schładzarka ROK4 poj. 3700 dm^3 (na udoje)	ciągnik C-360 rozbijacz bel stacja paszowa	zgarniacz delta na podłodze pełnej poczekalnia-podłoga szczelinowa, gnojownia, zbiornik gnojowicy	wentylacja grawitacyjna, wyciąg przez szczelinę kalenicową, oświetlenie przezroczystą kalenicą
CYPRKI	95 6300	boksy legowiskowe. wyścielane słomą	rybia ość 2x5st. DeLaval schładzarka zbiornikowa DeLaval	przyczepa ciągnikowa stacja paszowa	zgarniacz delta na podłodze pełnej poczekalnia-podłoga szczelinowa gnojownia, zbiornik gnojowicy	wentylacja grawitacyjna, wyciąg przez szczelinę kalenicową, oświetlenie przezroczystą kalenicą

W tabeli 2 zamieszczono zestawienie parametrów mikroklimatu pomieszczeń w badanych oborach wolnostanowiskowych.

Tabela 2. Zestawienie parametrów mikroklimatu pomieszczeń w badanych oborach wolnostanowiskowych

Table 2. Microclimate parameters inside the free-stall cattle barns tested

Nr obiektu	Miejscowość	Okres badań	Temperatura (ºC)		Wilgotność względna (%)		Stężenie CO_2 (ppm)	Prędkość ruchu powietrza (m/s)
			zewnętrzna średnia	wewnętrzna w oborze	zewnętrzna średnia	wewnętrzna w oborze	średnie	
			wahania od-do	wahania od-do	wahania od-do	wahania od-do	wahania od-do	
1	Ciemnoszyje	18.02 -08.03	1,0	10,7	85,9	92,2	-	0,62
			– 8,1 ÷ 10,1	- 1,2 ÷ 19,4	87,9÷99,9	68,0 ÷99,9		
2	Osowiec	10.03-25.03	1,1	12,3	88,1	91,8	-	0,2
			– 4,8 ÷8,7	7,9 ÷ 15,8	50,6÷99,1	71,3 ÷99,9		
3	Transbór	14.03-31.03	5,0	11,0	62,9	81,7	1237	0,1
			– 6,3 ÷16,2	3,7 ÷15,0	27,6 ÷95,9	47,1 ÷99,9	810 ÷2990	
4	Cyprki	28.11-13.12	-6,2	3,7	86,9	94,9	1520	0,2
			– 21,2 ÷3,2	– 4,2 ÷8,9	52,5 ÷99,8	78,7 ÷99,9	890 ÷2740	
Norma standardowa			-	opt. 8÷16 min. – 4*)	-	opt. 70 max. 80	max. 3000	max. 0,3

**)łatwa adaptacja organizmu*

Tabela 3. Macierz wyliczonych zależności wg współczynnika korelacji r parametrów mikroklimatu w oborach wolnostanowiskowych -zima

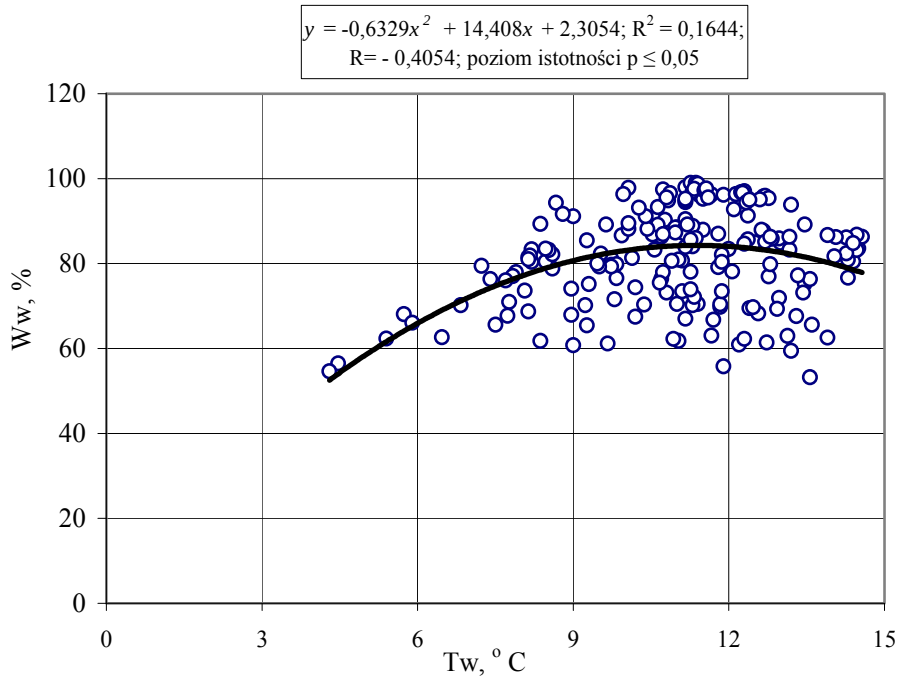
Table 3. Matrix of calculated relationships according to correlation coefficient of microclimate parameters in the free-stall cattle barns in winter

Nr obory	Zmienne	Liczba zmiennych	Temperatura zewn.	Temperatura wewn.	Wilgotność zewn.	Wilgotność wewn.	Dwutlenek węgla CO_2	Próg istotności korelacji
	parametry	-	n	^oC	%	%	ppm	r
1 Ciemnoszyje	T_z	219	1,00	0,66	-0,37	-0,41	-	0,133
	T_w	219	0,66	1,00	-0,04	0,05	-	0,133
	W_z	219	-0,37	-0,04	1,00	0,77	-	0,133
	W_w	219	-0,41	0,05	0,77	1,00	-	0,133
	CO_2	-	-	-	-	-	-	-
2 Osowiec	T_z	170	1,00	0,36	-0,29	-0,11	-	0,149
	T_w	170	0,36	1,00	-0,04	0,14	-	0,149
	W_z	170	-0,29	-0,04	1,00	0,78	-	0,149
	W_w	170	-0,11	0,14	0,78	1,00	-	0,149
	CO_2	-	-	-	-	-	-	-
3 Transbór	T_z	202	1,00	0,526	0,447	0,447	-0,468	0,138
	T_w	202	0,526	1,00	0,302	-0,405	0,267	0,138
	W_z	202	0,447	0,302	1,00	0,801	0,406	0,138
	W_w	202	-0,447	-0,405	0,801	1,00	0,721	0,138
	CO_2	202	-0,468	0,267	0,406	0,721	1,00	0,138
4 Cyprki	T_z	178	1,00	0,52	0,16	-0,51		0,146
	T_w	178	0,52	1,00	0,09	-0,03	-0,04	0,146
	W_z	178	0,16	0,09	1,00	0,31	-0,07	0,146
	W_w	178	-0,51	-0,03	0,31	1,00	0,76	0,146
	CO_2	178	-0,61	-0,04	-0,07	0,76	1,00	0,146

Omówienie wyników badań

Temperatura wnętrza obór w zasadzie mieściła się w granicach komfortu, za wyjątkiem dwóch obór, w których wahania były od -4,2 do 19,4 ^{o} C. W oborze nr 4 była znacznie niższa od wymaganej Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, ze średnią 3,7 i wahaniami od -4,2^{o} C do 8,9 ^{o} C. Szczególnie niskie temperatury w znacznym stopniu pogarszają dobrostan bydła.

Stwierdzono wysokoistotną korelację ujemną między temperaturą wewnątrz obiektu nr 3 a wilgotnością względną w pomieszczeniu (rys. 1).



Rys. 1. Zależność średniej wilgotności względnej wewnętrznej od średniej temperatury wewnętrznej w oborze wolnostanowiskowej (gospodarstwo nr 3) w okresie zimowym wg funkcji parabolicznej.

Fig. 1. Average indoors relative humidity of the air depending on average temperature in the free-stall cattle barn (farm no. 3) in winter season, according to parabolic function

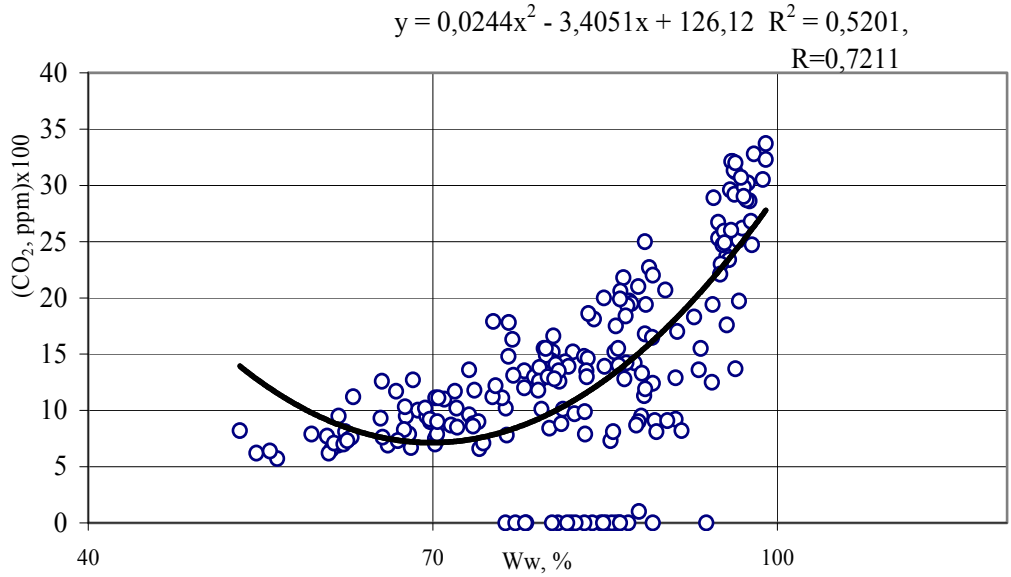
Winnicki [1980] podkreśla, że podstawowym zoohigienicznym wskaźnikiem warunków termicznych jest ochładzanie**,** którego stopień powinien mieścić się w granicach strefy tzw. „komfortu termicznego" dla krów utrzymywanych w oborach wolnostanowiskowych od 29 do 40 $MJ \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (lub 7-9,5 $m\ cal \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$. Z tego wskaźnika wynika również prędkość ruchu powietrza w oborze, który zimą nie powinien przekraczać 0,3 $m \cdot s^{-1}$, a latem – 0,5 $m \cdot s^{-1}$. Ochładzanie katatermometryczne mierzone w $MJ \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1}$ tylko w jednym przypadku przekraczało normę (obiekt 1).

Kubatura obór liczona w m^3 w przeliczeniu na 1 SD wynosiła odpowiednio: 31,2; 36,4; 53,83 oraz 52,6.

Wydajność systemu wentylacyjnego zimą powinna wynosić 90 m^3/h/SD. Wskaźnik ten w oborze 1 wynosił zimą tylko 19,5 m^3/h/SD. Sytuacja taka zmusza hodowców do częstszego uruchamiania wentylatorów, niemniej jednak wydajność wentylacji nie jest wystarczająca. Wentylacja grawitacyjna, w oborze nr 2, okazała się sposobem mniej zawodnym, w okresie zimowym stwierdzono tam niższą wilgotność względną niż w oborze nr 1.

Oświetlenie obór wynosiło w gospodarstwie1 - 0,19 luksa, w gospodarstwie 2 - 0,44 oraz w obiekcie 4 - 0,3 przy normie minimum 75 lx. Obory te były znacznie niedoświetlone.

Stężenie CO_2 - w oborze nr 3 zawartość gazu CO_2 w pomieszczeniu zimą w zależności od wilgotności wewnętrznej wyraża się dodatnią korelacją istotną r = 0,72 i determinacją R^2 = R2 52,01 %, przy progu istotności dla n = 202 wynoszącym r = 0,138 (rys. 2). W oborze nr 4 średnia zawartość CO_2 wynosiła 790 ppm, z wahaniami zamykającymi się w przedziale dopuszczalnych stężeń od 730 ppm do 1890 ppm. Stwierdzono wysokoistotną zależność dodatnią zawartości CO_2 i wilgotności względnej (r = 0,76, R^2 = 57,76%).



Rys. 2. Zależność stężenia dwutlenku węgla od wilgotności względnej w oborze 3 w okresie zimowym

Fig. 2. Carbon dioxide concentration depending on internal relative humidity of air in freestall cattle barn (farm no.3) in winter season, according to parabolic function

Wnioski

1. Temperatura wewnątrz tylko w jednym obiekcie była poniżej optymalnej, w pozostałych obiektach mieściła się w granicach komfortu.
2. Stwierdzono niepokojąco wysoką średnią wilgotność względną we wszystkich obiektach, chwilami dochodzącą do prawie 100% przy normie maksymalnej 80%.
3. Stężenie dwutlenku węgla mierzono w dwóch oborach i średnie stężenie mieściło się w granicach normy (do 3000 ppm).
4. Prędkość powietrza znajdowała się w granicach normy, z wyjątkiem obory nr 1.
5. Stwierdzono wysokoistotną zależność dodatnią zawartości CO_2 i wilgotności względnej w oborach: nr 3 (r = 0,72, R^2 = 52,01%) oraz nr 4 (r = 0,76, R^2 = 57,76%).

Bibliografia

Fiedorowicz G. 2001. Mikroklimat w oborach wolnostanowiskowych. Wieś Jutra, Nr 8, s. 21-25

Fiedorowicz G. i in. 2008. Mikroklimat w oborach wolnostanowiskowych w okresie letnim. Problemy Inżynierii Rolniczej, Nr 4(62), s.111-114

Fiedorowicz G. 2008. Technika w chowie bydła. Wydanie II IBMER, Warszawa

Jugowar J.L. 2008. Wybrane aspekty aktualnych uwarunkowań środowiskowych i przyszłościowych technik w produkcji zwierzęcej. Praca zbiorowa, IBMER, Warszawa

Praca zbiorowa. 2005. Systemy utrzymania bydła. Poradnik, Warszawa: Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego, s. 172

Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych. Prace Naukowo-Badawcze, Rozprawa habilitacyjna, IBMER, Warszawa

Winnicki S. 1980. Zoohigieniczna ocena ferm mlecznych. Rozprawa habilitacyjna. IZ, Kraków

Wolski L. 1988. Mikroklimat w budynkach inwentarskich. PWN, Warszawa