

KSZTAŁTOWANIE WARUNKÓW MIKROKLIMATU W BUDYNKACH INWENTARSKICH DLA BYDŁA

Streszczenie

W pracy dokonano przeglądu czynników składających się na mikroklimat w budynkach inwentarskich oraz sposobów ich kształtowania. Podano zalecane wartości stężenia amoniaku, wymiany powietrza, prędkości ruchu powietrza, występujących w budynkach dla bydła. Scharakteryzowano wentylację grawitacyjną, rodzaje nawiewu i wywiewu oraz wentylację mechaniczną. Opisano rozwiązania techniczne w budynkach, które ograniczają w istotnym zakresie stężenie szkodliwych gazów oraz emisję odorów i pyłów, regulują temperaturę i wilgotność powietrza. Wymieniono także dodatki mikrobiologiczne, fitogenne i mineralne dodawane do ściółki i/lub paszy jako sposób ograniczania stężenia amoniaku.

Słowa kluczowe: mikroklimat, obory, wentylacja, amoniak

Wprowadzenie

Budynki inwentarskie są miejscem, w którym zwierzęta (bydło, trzoda chlewna, drób, owce, konie itp.) spędzają większość swojego życia. Stanowią one ochronę przed niekorzystnym oddziaływaniem klimatu, ale powinny też zapewniać odpowiednie warunki utrzymania, zgodne z wymogami dobrostanu zwierząt.

W odniesieniu do przepisów prawnych powinny być spełnione warunki określone w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2010 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej. Zgodnie z tym Rozporządzeniem parametry czynników mikroklimatu (obieg powietrza, stopień zapylenia, temperatura, wilgotność względna powietrza oraz stężenia gazów) w pomieszczeniach inwentarskich powinny być utrzymywane na poziomie nieszkodliwym dla zwierząt [12]. Ponadto ustawa o ochronie zwierząt w art. 12 zobowiązuje każdego, kto utrzymuje zwierzęta gospodarskie, do zapewnienia im opieki i właściwych warunków bytowania [15].

Mikroklimat pomieszczeń to zespół czynników fizycznych (temperatura, oświetlenie, wilgotność powietrza), chemicznych (zanieczyszczenia gazowe takie jak: dwutlenek węgla, siarkowodór, amoniak itd.) i biologicznych (pasożyty i drobnoustroje chorobotwórcze) występujących wewnątrz budynku. Zwierzęta emitują znaczne ilości ciepła, pary wodnej i szkodliwych gazów: głównie metanu, dwutlenku węgla, a także azotu zawartego w moczu i niestrawionym białku w kale. Herbut i in. opisali aż 164 substancje gazowe zidentyfikowane w produkcji zwierzęcej [4].

Ponadto czynności, takie jak zadawanie pasz, ścielenie i porządkowanie legowisk, są źródłem pyłów, a także hałasu. Codzienne pobieranie, transport i rozdzielanie kiszzonek też powoduje wydzielanie się zapachów, których źródłem są gazy azotowe [10].

Podstawą kształtowania właściwego mikroklimatu jest zapewnienie odpowiedniej wentylacji, czyli wymiany powietrza zużytego na powietrze świeże.

Wymiana powietrza

Zadaniem wentylacji jest zapewnienie odpowiedniego mikroklimatu przez usunięcie powietrza zużytego oraz dostarczenie powietrza świeżego o odpowiedniej objętości.

Należy też ukierunkować przepływ powietrza do strefy bytowania zwierząt. W tab. 1 zestawiono zalecane wartości wymiany powietrza.

Tab. 1. Zalecana wymiana powietrza w pomieszczeniach inwentarskich dla bydła [5, 11]

Table 1. Recommended air exchange rate in livestock buildings for cattle [5, 11]

Kategoria zwierząt	Wymiana powietrza m ³ ·h ⁻¹ na szt.	
	zima	lato
Krowy mleczne	90	350-400
Cielęta w profilaktorium	20	80
Cielęta w wieku do 6 miesięcy	20	80-120
Jałówki powyżej 6 miesięcy	60	250

Wentylację można podzielić na naturalną (samoczynną, grawitacyjną) i mechaniczną (wymuszoną).

W budynkach dla bydła zaleca się stosowanie wentylacji naturalnej. Prawdopodobnie rozwiązana wentylacja grawitacyjna wymaga doboru odpowiedniej wielkości otworów nawiewnych i wywiewnych. Zbyt małe otwory nawiewne lub wywiewne mogą powodować niedostateczną wymianę powietrza, co prowadzi do wzrostu temperatury, wilgotności powietrza, stężeń szkodliwych gazów, zawartości pyłów ponad dopuszczalne standardami normy. Ngwabie i in. stwierdzili spadek aktywności krów przy niskich wartościach wymiany powietrza [9].

Przy wentylacji naturalnej do wymuszenia ruchu powietrza wykorzystuje się dwa zjawiska fizyczne grawitacji i deflekcji. Przy grawitacji powietrze, w tym wydychane, zawiera dużo pary wodnej, dwutlenku węgla i jako cieplejsze od otoczenia i lżejsze unosi się do góry. Wydostaje się ono na zewnątrz przez otwory w suficie. W to miejsce świeże powietrze z zewnątrz dostaje się przez otwory nawiewne.

Deflekcja to tworzenie podciśnienia przez wiejący wiatr (próżnia) wyciąga „zużyte” powietrze z budynku z wystających ponad dachem otworów.

O sprawności wentylacji naturalnej decyduje wiele czynników:

- różnica temperatury powietrza wewnątrz i na zewnątrz budynku (minimum różnicy temperatury wynosi 5°C), im jest ona większa, tym większa różnica mas powietrza i tym większy jego ruch,

- wysokość czynna - odległość między wlotem a wylotem powietrza; im jest ona większa, tym szybszy ruch powietrza w przewodach wyprowadzających,
- stosunek powierzchni otworów nawiewnych do wywiewnych - powinien kształtować się w stosunku 1:1,
- rzeźba terenu, obecność drzew i innych zabudowań mających wpływ na szybkość wiatru,
- kształt dachu (najlepszy dla wentylacji jest dach dwuspadowy o kącie nachylenia 16-20°).

Zalecana prędkość ruchu powietrza w budynkach dla bydła wynosi $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą oraz $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ latem. W warunkach zastoju ruchu powietrza, czyli przy wyrównanej temperaturze wewnątrz i na zewnątrz budynku inwentarskiego, stosuje się mieszczące powietrza.

Rodzaje nawiewu

Nawiew może odbywać się przez okna lub otworów powstałych po opuszczeniu kurtyn (rys. 1). Konieczne jest montowanie okien, które można otworzyć, z opcją regulacji wielkości otwieranej powierzchni. Kurtyny opuszczane mogą być zwijane lub przesuwane.



Źródło: opracowanie własne / Source: own work

Rys. 1. Kurtyny nawiewne
Fig. 1. Air inlet-curtains

Kurtyny automatyczne mogą być otwierane góra, dołem oraz otwierane góra-dół. Rynek oferuje rozwiązania także dla wyższych i dłuższych budynków (do 4,6 m wysokości i do 100 m długości). Sterowanie odbywa się trzema sposobami:

- ręcznie (napęd łańcuchowy lub na korbę),
- napęd elektryczny przełącznikiem natynkowym,
- w pełni automatyczny, sterowany czujnikami temperatury, wiatru i deszczu.

Są też rozwiązania ze sterowaniem zdalnym, czyli informacji wysyłanej z telefonu komórkowego.

Siatki przeciwwietrzne są stosowane przede wszystkim w budynkach - wiatach dla bydła mięsnego, ale również w oborach dla krów mlecznych (rys. 2).

Rodzaje wywiewu

Dużą część obór w Polsce stanowią obory stanowiskowe, natomiast obecnie najczęściej wybieranym systemem do budowy nowych obór jest system wolnostanowiskowy. W oborach starego typu, stanowiskowych, najczęstszym rozwiązaniem jest zastosowanie poddasza użytkowego. Wówczas wywiew ma postać pionowych kanałów, o przekroju okrągłym lub prostokątnym. Ściany kanału wywiewnego powinny być ocieplone. W nowoczesnych oborach stosuje się wywiew w postaci otworów w kalenicy, zwanych szczelinami kalenicowymi. Wielkość szczelin wywiewnych może być regulowana w zależności od zapotrzebowania, przy czym może to następować ręcznie lub automatycznie, z użyciem czujników temperatury, wilgotności i prędkości wiatru.



Źródło: DAAS 2003 / Source: DAAS 2003

Rys. 2. Siatki przeciwwietrzne
Fig. 2. Grid draftshields

Wentylacja mechaniczna

Wentylacja mechaniczna jest oparta na wymuszonym przez wentylatory ruchu powietrza. Wyróżnia się wentylację nadciśnieniową (wentylatory umieszczone są w otworach wlotowych), podciśnieniową (w otworach wylotowych) lub zrównoważoną (wentylatory w otworach wlotowych i wylotowych). Wentylacja mechaniczna jest coraz rzadziej stosowana w oborach ze względu na zmianę konstrukcji budynków, która zaszła w ciągu ostatnich lat i wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Wentylację mechaniczną stosuje się głównie przy uwięziowym systemie chowu lub w pomieszczeniach obory, w których utrzymanie parametrów mikroklimatu w sposób naturalny jest niemożliwe. Dyrektywa Rady 98/58/ECC i Dyrektywa Rady 91/629/ECC nakazują wyposażenie obory dodatkowo w awaryjny system wentylacji oraz system alarmowy dźwiękowy lub wizualny, włączający się w przypadku wadliwego działania wentylacji [13].

Redukcja stężeń szkodliwych gazów - amoniak

Produkcja zwierzęca jest głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza. Hartung i Philips wskazali, że w powietrzu w budynku inwentarskim znajduje się ponad sto składników gazowych, które wydostają się z obory przez otwory wylotowe [1].

Chów bydła jest źródłem znacznych emisji metanu, związków azotowych oraz dwutlenku węgla. Amoniak jest

gazem bezbarwnym, łatwo wyczuwalnym, o ostrym zapachu, przejawia silne powinowactwo do wody. Jest lżejszy od powietrza, jednak ciągłe uwalnianie z podłoża powoduje, że największe stężenie stwierdzane jest w strefie bytowania zwierząt. Amoniak wytwarza się z niestrawionego białka (niestrawionych resztek roślin) znajdującego się w kale, pod wpływem bakterii beztlenowych, a także z mocznika znajdującego się w moczu [6].

Azot niewykorzystany przez organizm w procesie przemiany białka wydalany jest w postaci mocznika (amidu kwasu węglowego $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ zawartego w moczu. Mocznik, przy zastosowaniu enzymu ureazy, jest przetwarzany przez bakterie tlenowe w węglan amonowy. Związek ten jest w powietrzu niestabilny i rozpada się na amoniak i dwutlenek węgla. Natomiast hydrolityczny rozkład mocznika (amonifikacja) występuje w gnojowicy lub na powierzchni zabrudzonej obornikiem.

Nawet krótkotrwałe pozostawienie moczu na powierzchni podłóg w pomieszczeniach, na pastwisku lub na polu, połączone jest ze znaczną emisją amoniaku [14].

W budynkach dla bydła zaleca się stężenie NH_3 nie wyższe niż 20 ppm. W tab. 2 zestawiono metody ograniczania emisji amoniaku wg literatury zagranicznej.

Odpowiednie rozwiązania mogą pomóc w ograniczeniu emisji NH_3 . Należą do nich:

- częste usuwanie nawozów, czyszczenie, skuteczne ich odprowadzanie (dokładność pracy zgarniaczy, odpowiednio ukształtowane podłogi spacerowe z rowkami na odciek),
- prawidłowo zbilansowana dawka żywieniowa - bez nadmiaru białka,
- dodatki mikrobiologiczne do paszy - preparaty zawierające żywe lub martwe mikroorganizmy najczęściej naturalne szczepy bakterii lub drożdży. Stosowane są trzy rodzaje preparatów drożdżowych: żywe komórki, drożdże suszone i browarniane (jako odpad z przemysłu piwowarskiego) lub metabolity. Stymulują one rozkład paszy w żwaczu, a wzrost zawartości kwasu propionowego zwiększa rozkład włókien w paszy objętościowej. Naturalne szczepy bakterii - preparaty mikrobiologiczne, np. *Lactobacillus* i *Bacillus* poprzez

wydzielanie enzymów polepszają strawność białka zawartego w paszy,

- dodatki *fitogenne* do paszy (garbniki, olejki eteryczne, kwasy organiczne, terpeny, alkaloidy, flawonoidy, saponiny sterydowe z rośliny *Yucca Schidigera mohavensis* oraz triterpenowe z rośliny *Qulijaya* oraz fitosterole) wspomagające procesy trawienne. Saponiny jako związki biologicznie czynne mają zdolność inhibicji ureazy - enzymu, który w końcowej fazie rozkładu kwasu moczowego uwalnia amoniak z gliksalu i mocznika,
- dodatki do ściółki i odchodów: dodatki bakterii wytwarzających kwasy organiczne, które wiążą amoniak w postaci soli zatrzymując go w ściółce (zeolity, surowce huminowe jak węgiel brunatny, torf). Coraz popularniejsze stają się dodatki, które jednocześnie osuszają ściółkę [3],
- dobór rodzaju ściółki,
- rozwiązania techniczne w budynkach zapewniające:
 - ograniczenie do niezbędnego minimum powierzchni podłogi szczelinowej,
 - zraszanie powietrza - zsynchronizowanie zamgławiania w okresami podawania paszy, co skutecznie redukuje także zawartość pyłów w powietrzu [2],
 - ozonowanie powietrza, promieniowanie ultrafioletowe, ujemną jonizację powietrza,
 - wentylację mechaniczną z recyrkulacją,
 - biofiltrację powietrza,
 - podgarnianie paszy, np. za pomocą robotów podgarniających pasze na korytarzu paszowym,
 - odbiór ciepła z fermentującej ściółki i z gnojowicy [8].

Podsumowanie

W ostatnich latach wiele uwagi poświęcono problemowi poprawy warunków mikroklimatu w istniejących już budynkach inwentarskich. Podstawą do zapewnienia dobrego mikroklimatu w budynku inwentarskim jest przede wszystkim jego właściwe zaprojektowanie, uwzględniające odpowiednią kubaturę oraz systemy nawiewu i wywiewu powietrza (naturalne i mechaniczne).

Tab. 2. Chemiczne i techniczne sposoby redukcji emisji amoniaku w % porównaniu z podłogami szczelinowymi [7]
Table 2. Ways of ammonia emissions reducing in % in comparison with slatted floors [7]

Metoda		Proces zaangażowany	Czynnik kontrolowany	Maks. % redukcji
Strategie żywienia		produkcja moczu i kału	stężenie mocznika	39
Gospodarka gnojowicą	• spławianie wodą	przemiana enzymatyczna	stężenie mocznika	17
	• spławianie formaldehydami	przemiana enzymatyczna	aktywność ureazy	50
	• zakwaszanie gnojowicy	dysocjacja	pH	37
	+ dodatkowe splukiwanie podłóg szczelinowych zakwaszoną gnojowicą	dysocjacja	pH	60
System podłóg				
• v-kształtne podłogi		wymiana powietrza/ parowanie	prędkość powietrza	52
+ spławianie wodą		przemiana enzymatyczna	stężenie mocznika	65
+ spławianie z formaldehydami		przemiana enzymatyczna	aktywność ureazy	80
Zmiany w systemie utrzymania				
• redukcja powierzchni podłogi szczelinowej		parowanie	powierzchnia emisji (podłoga/zbiornik)	10
• obory uwięziowe		parowanie	powierzchnia emisji (podłoga/zbiornik)	28

Przedstawione wyniki badań poziomu redukcji emisji amoniaku wskazują na wysoką skuteczność rozwiązań technicznych oraz chemicznych, jak np. stosowanie dodatków do pasz i ściółki, które zmniejszając emisję szkodliwych gazów mogą pełnić rolę uzupełniającą w poprawie mikroklimatu w budynku inwentarskim - obok prawidłowo zaprojektowanego systemu wymiany powietrza.

Bibliografia

- [1] Burton C.H., Turner C. Manure Management: Treatment Strategies for Sustainable Agriculture, Silsoe Research Inst., Bedford, UK, 2003, 450 pp.
- [2] Eigenberg R.A., S., Pedersen, J. O., Johnsen, J. H. M., Metz, J.: Influence of synchronic mist spray and feed dispensation on ammonia emission in pig husbandry. Bios. Res. Journal, 2002, 34(4), 146-152.
- [3] Heber A.J, Ni J.Q., Lim T.T., Diehl C.A., Sutton A.L., Duggirala R.K., Haymore B L., Kelly D.T., Adamchuk V.I.: Effect of a manure additive on ammonia emission from swine finishing buildings, Transactions of ASAE, 2000, 43(6): 1895-1902.
- [4] Herbut E., Walczak J., Krawczyk T. Szewczyk A., Pająk T.: Badania emisji odorantów z utrzymania zwierząt gospodarskich. W: Współczesna problematyka odorów. Pr. zbior. Red. Szykowska M.I., Zwoździak J. Warszawa, WNT, 2010.
- [5] Instytut Zootechniki Karty Informacyjne do założeń technologicznych produkcji zwierzęcej. 1977, Nr Karty 1.01.04.
- [6] Kośla T.: Przewodnik do ćwiczeń z higieny zwierząt. Warszawa SGGW, 2001, 224 pp.
- [7] Monteny G.J.: Wirtualna Konferencja, Sustainable Animal Production, Quantify Ammonia Emissions from Buildings, Stores and Land Application FAL/ISPA, 2000, www.agriculture.de/acms1/conf6/ws4ammon.htm?&xdocopen=0&xdoc=0,0,0,0#XDOC_01 dostęp: 07 maja 2013 r.
- [8] Myczko A.: Sposoby redukcji emisji gazów z bezściołowych systemów utrzymania zwierząt, Problemy Inżynierii Rolniczej, 2006, 1(51), 135-142.
- [9] Ngwabie N.M., Jeppsson K.-H., Gustafsson G., Nimmermark S.: Effects of animal activity and air temperature on methane and ammonia emissions from a naturally ventilated building for dairy cows, Atmospheric Environment Volume: 45, Issue: 37, December, 2011, 6760-6768.
- [10] Pankowski Z.: Chów bydła a ochrona środowiska, IBMER Poznań, 2002, 23 ss.
- [11] Romaniuk W, Overby T.: Systemy utrzymania bydła. Praca zbiorowa, IBMER Warszawa i Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego. Skejby, Dania, 2005, 152 ss.
- [12] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2010 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej, Dz.U. 2010, nr 116 poz. 778. z późn. zm.
- [13] Rzeźnik W., Szulc R.: Dobrostan bydła mlecznego. Cz. IV wentylacja. Hodowca Bydła. 2008, Nr 1, available online: <http://www.portalhodowcy.pl/hodowca-bydla>.
- [14] Sapek A.: Emisja amoniaku z produkcji rolnej, Postępy Nauk Rolniczych, 1995, nr 2, 3-23.
- [15] Ustawa o ochronie zwierząt 1997. Dz.U. 1997, nr 111 poz. 724.

FORMATION OF MICROCLIMATIC CONDITIONS IN LIVESTOCK BUILDINGS FOR CATTLE

Summary

This paper reviews the microclimate factors and ways of their formation. The recommended values of the physical and chemical values were specified, which are important in buildings for cattle: concentration of ammonia, air exchange and air velocity. Gravitational ventilation, types of inflows and outflows, as well as mechanical ventilation were characterized. Technical solutions in buildings, which reduce in significant range concentrations of harmful gases, odour and dust emissions and regulate temperature and humidity of air were described. Also microbiological, phytogenic, and mineral additives to litter/feed as the way to reduce ammonia concentration were shown.

Key words: microclimate, cattle barns, ventilation, ammonia, reduction of emissions



KOSZTY PRACY MASZYN LEŚNYCH

ISBN 978-83-927505-2-9

Książka adresowana jest przede wszystkim do prywatnych przedsiębiorców Leśnych, Służb Leśnych i pracowników technicznych w Nadleśnictwach, Dyrekcjach Regionalnych oraz Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych i ma na celu przedstawienie sposobu wyliczenia kosztów usług maszynowych wykonywanych w lasach.

Wydawca: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31
tel. 061 87-12-200; fax 061 879-32-62;
e-mail: office@pimr.poznan.pl; Internet: <http://www.pimr.poznan.pl>