

Scharakteryzowanie i zamodelowanie innowacyjnego materaca chłodzącego dla bydła do redukcji występującego u nich stresu cieplnego

Jagoda Błotny^(a), Sabina Rosiek-Pawłowska^(b)

^(a) **Doktorantka**, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wrocław 50-370, Polska

^(b) **Promotor**, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wrocław 50-370, Polska

Słowa kluczowe: system chłodzący, wymiana ciepła, stres cieplny bydła

STRESZCZENIE

Występujące zmiany klimatyczne mają znaczący wpływ na środowisko naturalne, powodując zarówno ocieplenie klimatu jak i jego większą zmienność, co ma istotne znaczenie dla hodowli bydła w różnych częściach świata. Ekstremalne i długotrwałe fale upałów spowodowane takimi zmianami mogą być szczególnie niebezpieczne dla tych zwierząt, będąc przyczyną występującego u nich stresu cieplnego. Krowy mleczne są szczególnie podatne na wskazane warunki pogodowe ze względu na ich wysoką produkcję ciepła metabolicznego związanego z procesami laktacyjnymi. Jednocześnie wraz ze wzrostem temperatury oraz wilgotności względnej powietrza związanymi z warunkami środowiskowymi w oborze w okresach gorąca, możliwości termoregulacyjne tych zwierząt stają się coraz bardziej ograniczone. W rezultacie mogą one stać się niewystarczające do zachowania równowagi cieplnej zwierzęcia, będąc przyczyną stresu cieplnego i związanych z nim licznych problemów zdrowotnych, w tym reprodukcyjnych oraz poważnego zaburzenia dobrostanu zwierzęcia.

Budynki inwentarskie, takie jak obory, charakteryzują się natomiast dużymi stratami ciepła poprzez ich strukturę, co sprawia, że zachowanie właściwych dla zwierzęcia warunków środowiskowych, przy jednocześnie niskim nakładzie energetycznym, jest szczególnie złożone i trudne do osiągnięcia. Dlatego też dobór odpowiedniej metody chłodzenia tych budynków, która skutecznie niwelowałaby występowanie stresu cieplnego u zwierząt, przy jego jednoczesnym niewielkim wpływie na środowisko jest kluczowym zagadnieniem do rozwoju. Biorąc pod uwagę te czynniki, w przedstawionej rozprawie doktorskiej rozwinięty został innowacyjny materac chłodzący dla krów, którego działanie opiera na odbieraniu ciepła od zwierzęcia i przewodzeniu go do wody chłodzącej cyrkulującej wewnątrz materaca. Takie podejście do procesu chłodzenia pozwala na lokalny odbiór ciepła od zwierzęcia podczas jego spoczynku (dla bydła mlecznego czas spędzony w pozycji leżącej powinien normalnie wynosić 12-14 godzin na dobę). Aspekt ten jest szczególnie znaczący biorąc pod uwagę ograniczenia innych rozwiązań dostępnych na rynku i ich stosowalności w obszarze legowiska.

Przedstawiony w tej rozprawie doktorskiej, chłodzący materac wodny, został zaprojektowany przy wcześniejszym zamodelowaniu w środowisku Ansys Fluent jego czterech różnych geometrii, spośród których wybrana została ta, która charakteryzowała się największym potencjałem, biorąc pod uwagę rozptył wody chłodzącej oraz strumień ciepła uzyskany na

jego powierzchni. Geometria ta została następnie rozwinięta do prototypowego stanowiska badawczego, przetestowanego zarówno w warunkach laboratoryjnych jak i w wybranej oborze, podczas dwóch różnych kampanii eksperymentalnych przeprowadzonych w okresie letnim w 2022 i 2023 roku. W warunkach rzeczywistych materac zasilany był wodą chłodzącą produkowaną przez konwencjonalny agregat chłodniczy i rozprowadzaną w całym układzie hydraulicznym, objętym systemem kontroli i akwizycji danych. Układ ten umożliwił regulację parametrów pracy chłodzącego materaca wodnego, co miało również na celu dostosowanie ich do indywidualnych potrzeb zwierzęcia.

Przeprowadzone kampanie eksperymentalne umożliwiły zaobserwowanie efektu chłodzącego wspomnianego materaca bezpośrednio na ciałach zwierząt, przy zmieniających się warunkach środowiskowych i jednoczesnym rozróżnieniu uzyskanych wyników poprzez zmianę nastaw temperatury wody chłodzącej i odniesienie ich to niechłodzonego materaca. Podczas badań zastosowano termografię, jako narzędzie, które umożliwiło sprawdzenie lokalnej zmiany temperatury ciała zwierzęcia. Wybór najbardziej odpowiednich dla zwierzęcia parametrów pracy materaca chłodzącego okazał się szczególnie istotnym aspektem badań, ze względu na wpływ złożonych mechanizmów termoregulacyjnych zwierzęcia na odczuwalny przez zwierzę efekt chłodzący. Dlatego też, druga kampania eksperymentalna została rozszerzona o nową strategię opomiarowania fizjologicznych reakcji krowy, będących wskaźnikami informującymi i procesach wymiany ciepła z otoczeniem. Ponadto, stanowisko badawcze zostało rozszerzone o drugi materac wodny o tej samej geometrii, tak aby umożliwić sprawdzenie powtarzalności uzyskanych wyników. Uzyskane w kampanii dane, miały również mieć istotne znaczenie pod względem sprawdzenia użyteczności zaproponowanych sposobów opomiarowania do wczesnej detekcji stresu cieplnego u krów, wpływając tym samym na decyzję o podjęciu odpowiedniej strategii chłodzenia.

Przeprowadzone w obszarze tej rozprawy doktorskiej badania potwierdziły skuteczność chłodzenia bydła przy użyciu opisanego wcześniej materaca wodnego, wskazując na jego potencjał jako nowego rozwiązania chłodzącego w sektorze hodowlanym, szczególnie przy takich warunkach środowiskowych, w których działania innych dostępnych komercyjnie metod jest ograniczone. Biorąc pod uwagę interdyscyplinarność tego obszaru badań, na ten moment brakuje odpowiednich czujników i metod opomiarowania bydła, która umożliwiłaby wskazanie jednego parametru określającego poziom doświadczanego przez zwierzę stresu cieplnego. Parametr ten byłby natomiast szczególnie istotny, chcąc właściwie zrozumieć złożone oddziaływanie procesów termoregulacyjnych zwierzęcia na jego równowagę termiczną i dobrostan oraz odpowiedź na procesy chłodzenia, podczas doświadczanego przez nie obciążenia cieplnego. Przyszły potencjał tego rozwiązania jest szczególnie zorientowany na dobór odpowiedniej sekwencji i parametrów jego pracy, dostosowując je do indywidualnych potrzeb zwierzęcia dla zmiennych warunków środowiskowych. Ponadto, biorąc pod uwagę układ zasilający materac w wodę chłodzącą, szczególnie istotnym kierunkiem jego rozwoju jest możliwość hybrydowej pracy, stosując rozwiązania oparte na odnawialnych źródłach energii, wykorzystując do tego systemy fotowoltaiczne, geotermalne, a także poprzez zastosowanie agregatu absorpcyjnego. Takie podejście pozwala na wykorzystanie alternatywnych źródeł energii, podnoszących wydajność chłodzenia względem konwencjonalnych rozwiązań, przyczyniając się tym samym do rozwoju tego obszaru naukowego oraz złagodzenia zmian klimatycznych.