

Systemy chłodzenia ewaporacyjnego w walce ze stresem cieplnym u trzody chlewnej

Coraz częstsze i dłuższe fale letnich upałów powodują pogorszenie warunków mikroklimatycznych w chlewniach, a tym samym zwiększają ryzyko wystąpienia stresu cieplnego u świń. Problem ten ma znaczenie nie tylko z punktu widzenia dobrostanu zwierząt, ale również ekonomiki produkcji.

Przemysław Marek

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Państwowy Instytut Badawczy

Przez wiele lat podstawowym narzędziem ograniczania skutków upałów była wentylacja grawitacyjna i/lub mechaniczna. W praktyce jednak sama wymiana powietrza często okazuje się niewystarczająca podczas intensywnych okresów gorąca, szczególnie gdy temperatura zewnętrzna zbliża się do temperatury ciała zwierząt. Z tego względu coraz większe znaczenie zyskują systemy chłodzenia ewaporacyjnego, wykorzystujące zjawisko odparowania wody do obniżania temperatury powietrza lub bezpośredniego schładzania zwierząt.

Stres cieplny a produktywność stada

Wpływ wysokiej temperatury na świnie wykracza daleko poza pogorszenie komfortu cieplnego. Stres cieplny uruchamia zmiany fizjologiczne i metaboliczne, które bezpośrednio przekładają się na wyniki produkcyjne, w tym spadek efektywności tuczu, pogorszenie rozrodu oraz większą niestabilność produkcji w okresach upałów. Skala tych efektów zależy od wieku zwierząt, grupy technologicznej oraz warunków utrzymania.

Jedną z pierwszych reakcji organizmu jest ograniczenie pobrania paszy, co ma charakter adaptacyjny i służy zmniejszeniu produkcji ciepła metabolicznego. Z punktu widzenia produkcji prowadzi to jednak do wolniejszych przyrostów i gorszego wykorzystania paszy, a w tuczu może wydłużać cykl produkcyjny i zwiększać koszty jednostkowe. Szczególnie wrażliwe są lochy karmiące, u których wysoka temperatura szybko obniża apetyt i utrudnia pokrycie dużego zapotrzebowania energetycznego w laktacji. W efekcie zwierzęta intensywniej

korzystają z rezerw organizmu, tracą kondycję i gorzej przygotowują się do kolejnych cykli rozrodczych. Może to również wiązać się ze spadkiem mleczności i niższą masą odsadzeniową prosiąt, choć zakres tych zmian jest zróżnicowany między stadami. Stres cieplny wpływa także na rozród. U loch może prowadzić do zaburzeń skuteczności krycia, większej liczby strat zarodkowych oraz problemów z utrzymaniem ciąży. U knurów obserwuje się natomiast pogorszenie jakości nasienia, głównie poprzez spadek ruchliwości i żywotności plemników. Co istotne, część tych efektów ujawnia się z opóźnieniem, już po okresie ekspozycji na wysoką temperaturę.

Reakcja zwierząt nie jest jednak jednorodna i zależy od wielu czynników środowiskowych, takich jak wilgotność powietrza, intensywność wentylacji, zagęszczenie zwierząt, dostęp do wody czy konstrukcja budynku. W konsekwencji zarówno skala strat produkcyjnych, jak i skuteczność działań ograniczających stres cieplny mogą się istotnie różnić w zależności od warunków utrzymania.

Dlaczego wentylacja nie zawsze wystarcza, czyli rola chłodzenia ewaporacyjnego

Wentylacja mechaniczna jest podstawowym sposobem ograniczania skutków wysokiej temperatury w chlewniach. Jej rolą jest usuwanie nadmiaru ciepła i wilgoci oraz zapewnienie wymiany powietrza. Skuteczność procesu jest jednak ograniczona podczas upałów, gdy temperatura powietrza zewnętrznego zbliża się do temperatury ciała świń. W takich warunkach wentylacja poprawia głównie ruch powietrza i oddawanie ciepła przez konwekcję, ale nie obniża jego temperatury. Dodatkowo wysoka wilgotność ogranicza możliwość chłodzenia przez układ oddechowy, co przy jednoczesnym przyspieszonym oddechu świń szybko zwiększa ryzyko stresu cieplnego. Z tego powodu coraz częściej stosuje się chłodzenie ewaporacyjne, które

realnie obniża temperaturę powietrza lub wspomaga jego chłodzenie. Działa ono dzięki odparowaniu wody, które pochłania ciepło z otoczenia. Skuteczność tego procesu zależy głównie od wilgotności powietrza, im jest ona niższa, tym lepszy efekt chłodzenia. Przy wysokiej wilgotności wydajność systemu wyraźnie spada, dlatego najlepsze rezultaty uzyskuje się w połączeniu z dobrze zaprojektowaną wentylacją i kontrolowaną wymianą powietrza.

W starszych obiektach nadal spotyka się wentylację grawitacyjną, opartą na naturalnym ruchu powietrza. Może ona działać w okresach umiarkowanych temperatur, jednak podczas upałów jej skuteczność jest niewystarczająca, ponieważ przy małej różnicy temperatur wymiana powietrza znacząco słabnie. W nowoczesnych chlewniach systemy chłodzenia ewaporacyjnego są więc zawsze łączone z wentylacją mechaniczną, co pozwala jednocześnie obniżyć temperaturę, poprawić przepływ powietrza i ograniczyć skutki przegrzewania zwierząt.

Dostępne rozwiązania

W praktyce w chlewniach stosuje się kilka rozwiązań chłodzenia ewaporacyjnego, które różnią się sposobem podawania wody oraz miejscem, w którym zachodzi jej odparowanie. Najogólniej można je podzielić na systemy niskociśnieniowe, wysokociśnieniowe oraz tzw. panele ewaporacyjne. Każde z tych rozwiązań wykorzystuje to samo zjawisko fizyczne, czyli odbieranie ciepła podczas parowania wody, jednak różni się skutecznością, wymaganiami technicznymi i sposobem integracji z wentylacją budynku.

Systemy zraszania

W warunkach fermowych systemy zraszania świń są rozwiązaniem dość prostym konstrukcyjnie, a ich skuteczność w dużej mierze zależy od sposobu użytkowania. Zraszanie to nie polega na ciągłym podawaniu wody, lecz na pracy cyklicznej, sterowanej czasem lub temperaturą. Instalacja składa się

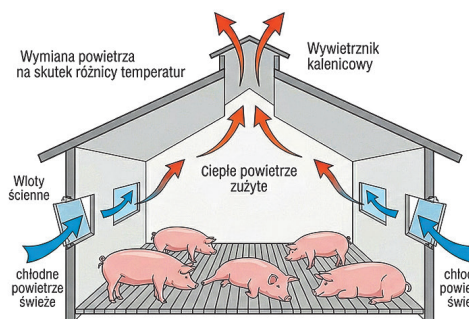
Rys. 1. Stres cieplny u świń: objawy i skutki



Rys. 2. Systemy wentylacyjne w chlewni – schemat działania

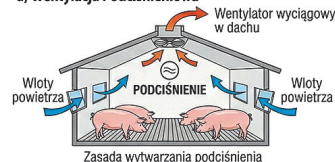
RODZAJE SYSTEMÓW WENTYLACJI W CHLEWNI

1. WENTYLACJA NATURALNA (GRAWITACYJNA)

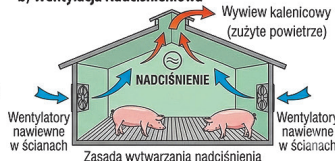


2. WENTYLACJA MECHANICZNA (WYMUSZONA)

a) Wentylacja Podciśnieniowa

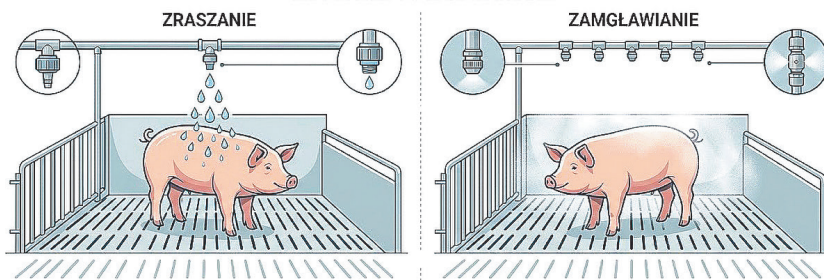


b) Wentylacja Nadciśnieniowa



Rys. 3. Zraszanie i zamgławianie w chlewni

PORÓWNANIE SYSTEMÓW CHŁODZENIA W CHLEWNI: ZRASZACZE VS. ZAMGŁAWIANIE



zazwyczaj z przewodów wodnych poprowadzonych nad kojcami oraz dysz o stosunkowo dużym przepływie, które kierują wodę bezpośrednio na zwierzęta. Ważne jest to, że krople mają rzeczywiście zwilżyć skórę, a nie tylko zwiększyć wilgotność powietrza. W dobrze ustawionym systemie zraszanie działa właśnie w powtarzalnych cyklach. Krótki impuls podania wody powoduje zwilżenie powierzchni ciała, po czym następuje przerwa, w której zachodzi odparowanie. Dopiero ten cykl, a nie sama obecność wody odpowiada za efekt chłodzenia. W niektórych gospodarstwach sterowanie odbywa się wyłącznie czasowo, co oznacza, że system działa według stałych interwałów niezależnie od

Rys. 4. Dysze systemu chłodzenia mogą być wykorzystywane także do dezynfekcji obiektu (fot. www.meier-brakenberg.de)

rzeczywistych warunków w budynku. W bardziej zaawansowanych instalacjach cykle są powiązane z temperaturą, co pozwala lepiej dopasować intensywność pracy do aktualnego obciążenia cieplnego. Istotne jest również rozmieszczenie dysz i sposób aplikacji wody. Najczęściej kieruje się ją na grzbiety i boki zwierząt, ponieważ tam wymiana ciepła jest najbardziej efektywna. Błędem spotykanym w niektórych obiektach jest nadmierne zraszanie całej powierzchni kojca, co szybko prowadzi do powstawania mokrych i śliskich stref, pogorszenia higieny oraz zwiększenia emisji gazów z podłoża. W takich warunkach zamiast poprawy komfortu pojawia się problem wtórnego pogorszenia mikroklimatu. Skuteczność zraszania jest oczywiście silnie powiązana z działaniem wentylacji. Samo zwilżenie zwierząt nie wystarcza, jeśli w budynku nie ma odpowiedniego ruchu powietrza. Bez odparowania wody efekt chłodzenia jest ograniczony, a zwierzęta pozostają mokre przez dłuższy czas, co może prowadzić do dyskomfortu i problemów higienicznych. Dopiero współpraca z wydajną wentylacją mechaniczną umożliwia szybkie odparowanie wody i rzeczywiste obniżenie temperatury odczuwalnej.

Systemy wysokociśnieniowe

Zamgławianie w chlewni działa na zupełnie innej zasadzie niż zraszanie, ponieważ jego celem nie jest zwilżenie zwierząt, lecz obniżenie temperatury powietrza jeszcze przed kontaktem z ich ciałem. Instalacja opiera się na dyszach wysokociśnieniowych, które wytwarzają bardzo drobną mgłą wodną. Kluczowe jest tutaj uzyskanie kropli na tyle małych, aby mogły odparować w powietrzu, a nie opadać na posadzkę. W dobrze zaprojektowanym systemie dysze rozmieszcza się w taki sposób, aby mgła była równomiernie rozprowadzana w strefie przebywania zwierząt. Jednocześnie uwzględnia się kierunek przepływu powietrza generowany przez wentylację mechaniczną, ponieważ to właśnie ruch powietrza decyduje o tym, czy woda odparuje w odpowiednim

momencie. W praktyce zamgławianie bardzo rzadko działa jako system autonomiczny i niemal zawsze jest powiązane z wentylacją nad- lub podciśnieniową, która zapewnia kontrolowany przepływ powietrza przez halę. System uruchamia się zwykle automatycznie po przekroczeniu określonej temperatury w budynku. Praca ma charakter impulsowy, co oznacza krótkie cykle rozpylania przeplatane przerwami umożliwiającymi odparowanie wody. Zbyt intensywna lub zbyt długa praca prowadzi do nasycenia powietrza wilgocią, co ogranicza dalszą efektywność chłodzenia i może skutkować kondensacją na elementach konstrukcyjnych lub rusztach. Ciśnienie robocze musi być na tyle wysokie, aby wytworzyć rzeczywistą mgłą, a nie drobne krople opadające na posadzkę. Równie istotna jest jakość dysz, które z czasem ulegają zużyciu lub zakamienieniu, co zmienia charakter rozpylania i obniża skuteczność systemu. Z tego powodu regularna konserwacja i filtracja wody są elementami niezbędnymi, jeśli system ma działać stabilnie przez długi czas.

Panele ewaporacyjne

Panele ewaporacyjne, nazywane również cooling padami, to rozwiązanie chłodzenia powietrza stosowane na wlotach wentylacyjnych w chlewniach wyposażonych w wentylację mechaniczną. Są to specjalne wkłady o strukturze porowatej (najczęściej celulozowej lub z tworzyw sztucznych), które są stale zwilżane wodą. Powietrze z zewnątrz przechodzi przez mokry panel, gdzie dochodzi do częściowego odparowania wody, a tym samym do obniżenia jego temperatury jeszcze przed wejściem do budynku. W działających obiektach system jest zintegrowany z automatyką wentylacji i pompą obiegową. Woda jest rozprowadzana po górnej części panelu i spływa grawitacyjnie przez jego strukturę, utrzymując równomierne zwilżenie całej powierzchni. Wentylatory wyciągowe wytwarzają natomiast podciśnienie w budynku, co wymusza przepływ powietrza przez panele. Im większa

Rys. 5. Panele ewaporacyjne montowane na ścianie budynku inwentarskiego (fot. www.airmakecooling.com)



wydajność wentylacji, tym większa ilość powietrza może zostać efektywnie schłodzona.

Skuteczność cooling padów jest silnie uzależniona od warunków zewnętrznych, przede wszystkim od temperatury i wilgotności powietrza. W suchym i gorącym klimacie spadek temperatury powietrza może być wyraźny – 7-10 stopni, a nawet więcej, natomiast w warunkach wysokiej wilgotności efekt chłodzenia znacząco się ogranicza. Wynika to z malejącej zdolności powietrza do przyjmowania pary wodnej, co bezpośrednio zmniejsza intensywność odparowania. Ważnym elementem eksploatacji jest również jakość wody i stan techniczny paneli. Z czasem mogą one ulegać zabrudzeniu, porastaniu biofilmem lub odkładaniu się osadów mineralnych, co pogarsza przepływ powietrza i równomierność zwilżenia. W takich warunkach spada zarówno efektywność chłodzenia, jak i wydajność wentylacji, ponieważ panele stawiają większy opór dla przepływającego powietrza.

Podsumowanie

Systemy chłodzenia ewaporacyjnego skutecznie wspierają wentylację w ograniczaniu stresu cieplnego u świń, ponieważ pozwalają realnie obniżyć temperaturę lub poprawić warunki oddawania ciepła. Ich działanie jest jednak silnie zależne od wilgotności powietrza i jakości wentylacji, dlatego wymagają prawidłowego zaprojektowania i integracji z systemem wymiany powietrza. Najlepiej sprawdzają się jako element złożonego systemu kontroli mikroklimatu, a nie samodzielne rozwiązanie problemu upałów. ●