

Wykorzystanie paneli ewaporacyjnych do chłodzenia pomieszczeń inwentarskich

Dorota Godyń¹, Sabina Angrecka²

¹*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Systemów i Środowiska Produkcji, 32-083 Balice k. Krakowa; dgodyn80@gmail.com*

²*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Budownictwa Wiejskiego, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków*

Zapobieganie skutkom stresu cieplnego u zwierząt gospodarskich jest kluczowym czynnikiem gwarantującym ich dobrostan i zdrowotność. W okresie letnich upałów w budynkach fermowych coraz częściej stosuje się różnego typu rozwiązania technologiczne oparte na zjawisku parowania wody, które zapewniają lepszy komfort bytowania zwierząt. Jednym z takich rozwiązań jest zastosowanie paneli (padów) ewaporacyjnych.

Celem artykułu jest przedstawienie najnowszej literatury dotyczącej wykorzystania paneli ewaporacyjnych w pomieszczeniach dla drobiu, bydła i trzody chlewnej.

Ewaporacyjne chłodzenie zwierząt

Chłodzenie z wykorzystaniem wody przyczynia się do poprawy mikroklimatu w budynku oraz dobrostanu zwierząt. Może ono przebiegać bezpośrednio poprzez zwilżanie powierzchni skóry lub pośrednio poprzez obniżanie temperatury powietrza w pomieszczeniu.

Bezpośrednie chłodzenie jest popularne w stadach trzody chlewnej oraz bydła i opiera się głównie na zastosowaniu systemu zraszaczy. W krajach o cieplejszym klimacie u macior wysoko próśnych i karmiących często wykorzystuje się chłodzenie kropelkowe. Nad kojcem z lochą montowana jest dysza, która w wolnym tempie uwalnia duże krople wody. Opadają one na kark zwierzęcia, a ich odparowywanie umożliwia zwiększone oddawanie ciepła z powierzchni skóry. W przypadku świń, u których obecność gruczołów potowych jest ograniczona, bezpośrednie zwilżanie powierzchni ciała w znacznej mierze może przyczynić się do zwiększenia oddawa-

nia ciepła na drodze parowania oraz konwekcji. Liczne badania wskazują, że świnie przebywające w pomieszczeniach wyposażonych w system zraszania lub system chłodzenia kropelkowego wykazują się mniejszą częstością oddechu, niższą wartością temperatury wewnętrznej, zwiększonym pobraniem paszy i większą aktywnością (Harp i Huhnke, 1991; Barbari i Conti, 2009; Fox i in., 2014). Podobne pozytywne efekty bezpośredniego zwilżania skóry stwierdzono w badaniach dotyczących bydła (Collier i in., 2006; Gaughan i in., 2008). Ponadto Davis i in. (2003) stwierdzili, że już samo zraszanie obszarów, na których przebywały krowy, skutecznie przyczyniło się do obniżenia ich temperatury wewnętrznej.

Migracja energii cieplnej związanej z przechodzeniem ze stanu ciekłego w stan gazowy istotnie przyczynia się do obniżenia temperatury powietrza (temperatura termometru suchego) (Simmons i Lott, 1996). Właśnie to zjawisko jest wykorzystywane w systemach zamgławiania lub panelach ewaporacyjnych. Obniżenie temperatury powietrza zachodzi poprzez proces adiabatyczny, w którym na skutek kontaktu cząsteczek powietrza z cząsteczkami wody następuje wymiana energii. Ciepło jawne przekazywane od powietrza do wody pokrywa jedynie zapotrzebowanie na energię konieczną do przebiegu procesu parowania (Wiersma, 1983).

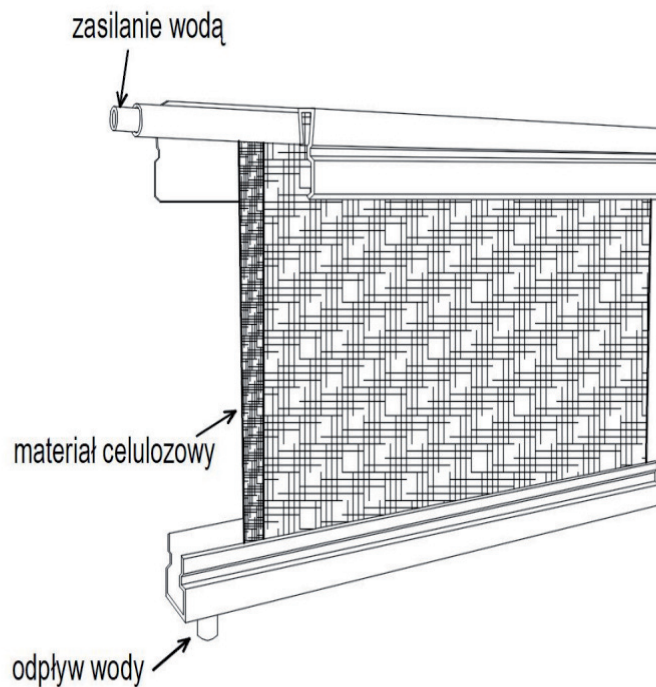
W literaturze dotyczącej chłodzenia zwierząt istnieje wiele pozycji poświęconych wykorzystaniu zamgławiania wysokociśnieniowego w budynkach dla trzody chlewnej, drobiu i bydła (Lin i in., 1998; Arbel i in., 2003; Haeussermann i in., 2007). Zaletą tego systemu jest łatwość mon-

tażu oraz niewielki pobór wody. Niemniej jednak, tworzenie mgły w znacznym stopniu przyczynia się do podwyższenia wilgotności względnej w pomieszczeniu. Warto przy tym dodać, że zostały oszacowane wartości odzwierciedlające ilość pary wodnej produkowanej przez poszczególne gatunki zwierząt. Przyjmuje się, że w temperaturze 30°C ilość pary wodnej pochodzącej od bydła (600 kg) to około 730 g/h, dla trzody chlewnej (tucznik 100 kg) wskaźnik ten wynosi 120 g/h, a dla drobiu (kura 2,5 kg) – 9 g/h. Ilości te nie mogą być istotnie zwiększane przy wyższych temperaturach (Kołacz i Dobrzański, 2006). Stąd między innymi, jak zapewniają Arbel i in. (2003) oraz Haeussermann i in. (2007), istnieje konieczność synchronizacji systemu zamgławiania z pracą systemu wentylacji. Wzmógłony ruch powietrza wentylowanego w pobliżu dysz zamgławiających zapobiega zbytniemu zawilgoceniu podłoża oraz sierści zwierząt (piór u ptaków) i ułatwia równomierne przemieszczanie

się mgiełki wodnej w całym pomieszczeniu (Broduk i in., 2003).

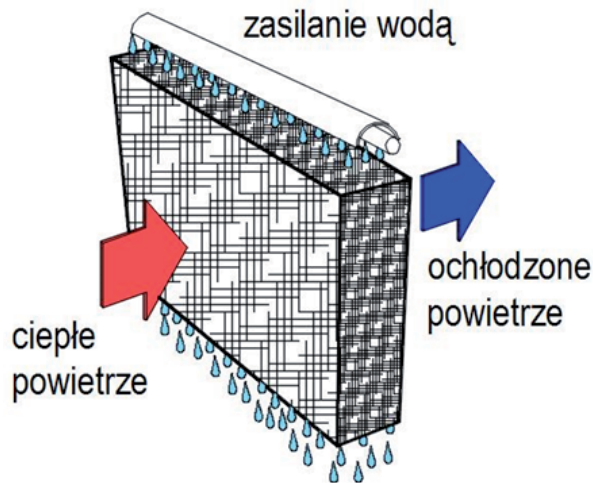
Budowa i zasada działania paneli ewaporacyjnych

W języku angielskim określenia dotyczące tej technologii, jakie najczęściej można spotkać w literaturze fachowej, to „evaporative pad” lub „cooling pad”. W języku polskim spotykane nazwy to: panele, pady lub maty ewaporacyjne. Niezależnie od nazewnictwa podstawą tego rozwiązania jest element ewaporacyjny, który najczęściej jest zbudowany ze specjalnie impregnowanego materiału celulozowego (rys. 1). Strukturą materiał ten przypomina często plaster miodu. Specyficzne pofałdowanie umożliwia lepsze mieszanie się cząsteczek powietrza z cząsteczkami wody. Powietrze z zewnątrz przechodzi przez materiał, który dzięki pracy pompy w sposób ciągły jest nasączany wodą (Lucas i in., 2000).



zasilanie wodą – water supply
materiał celulozowy – cellulose material
odpływ wody – water drain

Rys.1. Budowa panelu ewaporacyjnego (opracowanie własne)
Fig. 1. Design of evaporative pad (author's own elaboration)



zasilanie wodą – *water supply*
ciepłe powietrze – *warm air*
ochłodzone powietrze – *cool air*

Rys. 2. Działanie panelu ewaporacyjnego (opracowanie własne)
Fig. 2. Operation of evaporative pad (author's own elaboration)

Ten sposób ochładzania powietrza jest najczęściej stosowany przy wentylacji podciśnieniowej – powietrze zasysane z zewnątrz ochładza się przechodząc przez panel nasączony wodą. Technologia ta zyskuje coraz większą popularność w przypadku nowoczesnych budynków inwentarskich z wentylacją tunelową. Taki system wymiany powietrza opiera się na pracy kilku lub kilkunastu wentylatorów o znacznej średnicy, umiejscowionych w jednej ze ścian szczytowych budynku. W pomieszczeniach z wentylacją tunelową praca wentylatorów wymusza równomierny przepływ powietrza wzdłuż dłuższej osi budynku. Wloty powietrza (zlokalizowane w ścianach bocznych lub przeciwległej ścianie szczytowej) coraz częściej wyposaża się właśnie w panele ewaporacyjne, wzmacniając tym samym efekt chłodzenia. W krajach o cieplejszym klimacie spotyka się również budynki inwentarskie typu otwartego, w których ściany boczne stanowią panele ewaporacyjne (Stinn i Xin, 2014). Z kolei, w przypadku indywidualnego utrzymywania loch panele ewaporacyjne mogą wspomagać system „snoutcooling”, który polega na chłodzeniu zwierząt strumieniem powietrza podawanym przez

wentylator o dużej wydajności. W tym systemie otwór kanału wentylacyjnego znajduje się tuż nad lub na poziomie głowy zwierzęcia, a dodatkowe chłodzenie ewaporacyjne powietrza potęguje uczucie komfortu macior (Perin i in., 2016).

Warto pamiętać, że obniżenie temperatury w pomieszczeniu za sprawą nasączonych wodą paneli jest związane również ze zwiększeniem wilgotności względnej powietrza. Zależność ta przebiega liniowo. Ponadto, wyniki badań wskazują, że działanie paneli bywa nieefektywne na terenach charakteryzujących się gorącym i wilgotnym klimatem (Ambazamkandi i in., 2015). Według tych autorów, kiedy wilgotność względna powietrza przekracza 80%, działanie panelu może przyczynić się do obniżenia temperatury powietrza wewnątrz budynku jedynie o 2°C.

Przy omawianiu działania tego systemu należy zwrócić uwagę także na to, że efektywność chłodzenia pomieszczeń tym sposobem, jak również szybkość zużywania się materiału, z którego zbudowany jest panel w znacznej mierze zależą od ustalonego interwału czasowego, w jakim pracuje pompa zasilająca (Czarrick i Fairchild, 2009).

Zastosowanie paneli ewaporacyjnych w pomieszczeniach dla drobiu, trzody chlewnej i bydła

Chłodzenie z wykorzystaniem paneli ewaporacyjnych ma szczególne znaczenie w przypadku chowu drobiu. W badaniach Runge (1998) porównywano efektywność chłodzenia powietrza poprzez użycie zamgławiaczy oraz paneli ewaporacyjnych w pomieszczeniu dla kurcząt brojlerów. Analiza wskaźników mikroklimatycznych wykazała, że zastosowanie paneli było skuteczniejszą metodą poprawy warunków na fermie. W pomieszczeniu, w którym zastosowano panele ewaporacyjne, temperatura powietrza obniżyła się o 10–12°C, natomiast w miejscu, gdzie stosowano zamgławianie – jedynie o 6–7°C.

W doświadczeniu Petek i in. (2012) badano wpływ dwóch systemów chłodzenia z zastosowaniem paneli na wskaźniki produkcyjne kurcząt brojlerów oraz parametry mikroklimatu. Ptaki z grupy kontrolnej były utrzymywane w pomieszczeniu z wentylacją tunelową, gdzie wloty powietrza były wyposażone w panele ewaporacyjne. Grupa eksperymentalna przebywała w pomieszczeniu o tym samym typie wentylacji, jednak powietrze z zewnątrz było doprowadzane najpierw poprzez specjalnie skonstruowany gruntowy wymiennik ciepła, a następnie dodatkowo chłodzone poprzez panel ewaporacyjny. Uzyskane wyniki badań wykazały, że temperatura oraz wilgotność względna powietrza były znacznie niższe w budynku wyposażonym dodatkowo w gruntowy wymiennik ciepła (temperatura powietrza 31,7°C vs 29,6°C, wilgotność względna 59,8% vs 49,5%). W grupie eksperymentalnej stwierdzono także wyższą masę kurcząt (w 6. tygodniu życia ptaków wynosiła ona odpowiednio: 2343,7 g vs 2279,4 g).

Zastosowanie paneli ewaporacyjnych ma również istotne znaczenie w chłodzeniu pomieszczeń dla trzody chlewnej, szczególnie macior z prosiętami. Romanini i in. (2008) oceniali wpływ tej technologii na wskaźniki produkcyjne prosiąt oraz parametry fizjologiczne loch ciężarnych i karmiących. W doświadczeniu brano pod uwagę trzy pomieszczenia typu otwartego wyposażone w: panele ewaporacyjne, pomieszczenie z wentylacją naturalną oraz z wentylacją mechaniczną. Autorzy stwierdzili, że zastosowanie chłodzenia ewaporacyjnego miało najbardziej

korzystny wpływ zarówno na ograniczenie częstości oddechu u loch, jak również zwiększenie masy urodzeniowej i większe przyrosty u prosiąt.

W doświadczeniu Perin i in. (2016) porównywano wpływ dwóch systemów utrzymywania loch karmiących na ich produktywność oraz masę prosiąt. Zarówno osobniki z grupy kontrolnej, jak i doświadczalnej były utrzymywane w chlewni typu otwartego. W obydwu pomieszczeniach regulacja temperatury powietrza odbywała się poprzez zmiany ustawienia kurtyn. Jednakże, w przypadku utrzymywania zwierząt z grupy doświadczalnej zastosowano chłodzenie systemem „snoutcooling”, w którym dodatkowo zasysany z zewnątrz strumień powietrza przechodził przez panel ewaporacyjny. Jednym z rezultatów badania było stwierdzenie większej liczby prosiąt w miocie u loch z grupy doświadczalnej oraz wyższej wagi odsadzeniowej młodych świń.

Justino i in. (2014) badali parametry fizjologiczne oraz wskaźnik utraty ciepła u loch karmiących utrzymywanych w chlewniach typu otwartego. Maciory z grupy kontrolnej przebywały w pomieszczeniu z wentylacją naturalną, natomiast w pomieszczeniu dla drugiej grupy loch zastosowano chłodzenie powietrzem przechodzącym przez panel ewaporacyjny. Autorzy stwierdzili brak różnic pomiędzy wartościami temperatury rektalnej u loch z obydwu grup, natomiast osobniki z grupy kontrolnej charakteryzowały się wyższą temperaturą skóry, zwiększoną częstością oddechu, a także niższą wartością wskaźnika utraty ciepła.

Chłodzenie ewaporacyjne z zastosowaniem omawianej technologii spotyka się również w pomieszczeniach dla bydła. Brouk i in. (2003) przeprowadzili cykl wielomiesięcznych badań, w których analizowali parametry mikroklimatyczne oraz wskaźniki fizjologiczne u bydła utrzymywanego w oborach typu otwartego. W jednej z nich kurtyny boczne stanowiły panele celulozowe nasączone wodą. Autorzy pracy wykazali, że w okresie godzin popołudniowych w chłodzonym pomieszczeniu panowała niższa temperatura powietrza niż w oborze bez takiego systemu. Niemniej jednak, w czasie godzin wczesnych porannych oraz wieczornych niższa temperatura powietrza notowana była w budynku bez dodatkowego chłodzenia.

Ponadto, w godzinach porannych bydło utrzymywane w pomieszczeniu wyposażonym w panele ewaporacyjne charakteryzowało się wyższą częstością oddechu. Stąd autorzy pracy stwierdzili, że zastosowanie paneli ewaporacyjnych w przypadku działania wentylacji naturalnej nie jest wystarczająco efektywnym rozwiązaniem ograniczenia skutków stresu cieplnego u bydła.

Bardzo dobrą efektywność tej technologii stwierdzili natomiast Brouk i in. (2003) w przypadku budynków z wentylacją tunelową. Krowy przebywające w takich pomieszczeniach charakteryzowały się niższą częstością oddechu, niższą temperaturą skóry oraz niższą temperaturą rektalną niż bydło utrzymywane w pomieszczeniach z wentylacją tunelową bez chłodzenia ewaporacyjnego. Zastosowane rozwiązanie miało także korzystny wpływ na warunki termiczno-wilgotnościowe wewnątrz pomieszczenia (obniżenie wskaźnika THI).

Podsumowanie

Pomimo wyższych nakładów pieniężnych oraz pewnych trudności w montażu panele ewaporacyjne zyskują coraz większą popularność w chłodzeniu pomieszczeń dla zwierząt. Systemy te mają zastosowanie szczególnie w przypadku utrzymywania loch wraz z prosiętami oraz drobiu. Mimo, że większość omawianych w tym artykule prac pochodzi z obszarów o cieplejszym niż Polska klimacie, w naszym kraju również następuje rozwój technologii, które umożliwiają implantacje takich rozwiązań.

Z uwagi na występującą coraz większą liczbę gorących dni w okresie lata istnieje silna przesłanka do kontynuacji badań i poszukiwania najlepszych sposobów polepszania warunków środowiskowych i dobrostanu zwierząt w fermach.

Literatura

- Ambazamkandi P., Thyagarajan G., Sambasivan S., Davis J., Shanmugam S., Joseph B.A. (2015). Shelter design for different livestock from a climate change perspective. In: *Climate change impact on livestock: Adaptation and mitigation*. Sejian V., Gaughan J., Baumgard L., Prasad C. (eds). Springer, India, pp. 417–418.
- Arbel A., Yekutieli O., Barak M. (2003). Combination of forced ventilation and fogging systems for cooling greenhouses. *Biosyst. Eng.*, 84 (1): 45–55.
- Barbari M., Conti L. (2009). Use of different cooling systems by pregnant sows in experimental pen. *Biosyst. Eng.*, 103: 239–244.
- Brouk M.J., Smith J.F., Harner J.P. (2003). Effect of utilizing evaporative cooling in tiestall dairy barns equipped with tunnel ventilation on respiration rates and body temperature of lactating dairy cattle. *Fifth International Dairy Housing Proceedings of the 29–31 January 2003 Conference (Fort Worth, Texas, USA)*. ASAE Publication Number 701P0203, Kevin Janni (ed.), pp. 312–319.
- Collier R.J., Dahl G.E., Van Baale M.J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 89: 1244–1253.
- Czarick M., Fairchild B. (2009). Evaporative cooling myths and facts. *Poultry Housing Tips*, 21 (7).
- Davis M.S., Mader T.L., Holt S.M., Parkhurst A.M. (2003). Strategies to reduce feedlot cattle heat stress: Effects on tympanic temperature. *J. Anim. Sci.*, 81: 649–661.
- Fox J., Widowski T., Torrey S., Nannoni E., Bergeron R., Gonyou H.W., Brown J.A., Crowe T., Mainau E., Faucitano L. (2014). Water sprinkling market pigs in a stationary trailer. 1. Effects on pig behaviour, gastrointestinal tract temperature and trailer micro-climate. *Livest. Sci.*, 160: 113–123.
- Gaughan J.B., Holt S.M., Mader T.L. (2008). Cooling and feeding strategies to reduce heat load of grain-fed beef cattle in intensive housing. *Livest. Sci.*, 113: 226–233.
- Haeussermann A., Hartung E., Jungbluth T., Vranken E., Aerts J.M., Berckmans D. (2007). Cooling effects and evaporation characteristics of fogging systems in an experimental piggery. *Biosyst. Eng.*, 97: 395–405.
- Harp S.L., Huhnke R.L. (1991). Drip vs. wetted-pad evaporative cooling of farrowing houses in Oklahoma. *Trans. ASAE*, 7 (4): 461–464.
- <https://www.poultryventilation.com/sites/default/files/tips/2009/vol21n7.pdf>
- Justino E., Nääs I.D.A., Carvalho T.M., Neves D.P., Salgad D.D.A. (2014). The impact of evaporative cooling on the thermoregulation and sensible heat loss of sows during farrowing. *Eng. Agric.*, 34 (6): 1050–1061.
- Kołacz R., Dobrzański Z. (2006). *Higiena i dobrostan zwierząt gospodarskich*. Wyd. UP, Wrocław.

- Lin M.T., Tsay H.J., Su W.H., Chueh F.Y. (1998). Changes in extracellular serotonin in rat hypothalamus affect thermoregulatory function. *Am. J. Physiol.*, 274: 1260–1267.
- Lucas E.M., Randall J.M., Meneses J.F. (2000). Potential for evaporative cooling during heat stress periods in pig production in Portugal (Alentejo). *J. Agric. Eng. Res.*, 76: 363–371.
- Perin J. Gaggini T.S., Manica S., Magnabosco D., Bernardi M.L., Wentz I., Bortolozzo F.P. (2016). Evaporative snout cooling system on the performance of lactating sows and their litters in a subtropical region. *Ciência Rural.*, 46 (2): 342–347.
- Petek M., Dikmen S., Oğan M.M. (2012). Performance analysis of a two stage pad cooling system in broiler houses. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 36 (1): 21–26.
- Romanini C.E.B., Tolon Y.B., Nääs I.D.A., Moura D.J. de (2008). Physiological and productive responses of environmental control on housed sows. *Sci. Agric.*, 65 (4): 335–339.
- Runge G.A. (1998). Tunnel ventilated housing for meat chickens – the concept. DPI Notes. The Department of Primary Industries, Intensive Livestock Service. Queensland, Caltiboolture. No. 97009.
- Simmons J.D., Lott B.D. (1996). Evaporative cooling performance resulting from changes in water temperature. *Appl. Eng. Agric.*, 12 (4): 497–500.
- Stinn J.P., Xin H. (2014). Performance of evaporative cooling pads on a swine farm in Central Iowa. *Animal Industry Report: AS 660, ASL R2932*. Available at: http://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol660/iss1/97
- Wiersma F. (1983). *Evaporative cooling in ventilation of agricultural structures*. ASAE. Monograph 6th Series, Michigan, USA.

THE USE OF EVAPORATIVE COOLING PADS IN LIVESTOCK BUILDINGS

Summary

Preventing the effects of heat stress on livestock farms is a key factor ensuring animal health and welfare. One of the solutions that is getting more and more popularity is the application of evaporation panels. This technology is especially effective in reducing air temperature in hot and dry areas. Literature review presented in this paper shows the impact of evaporative panels on the improvement of both microclimatic conditions in livestock buildings and animal welfare.

Key words: evaporative pads, cooling, welfare, poultry, cattle, pigs



Fot. internet