Praktyczne zastosowanie termowizji u zwierząt

Cz. 1. Zwierzęta hodowlane

Justyna Cilulko, Paweł Janiszewski

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Termowizja (termografia podczerwona, z ang. IRT – infrared thermography) jest techniką służącą badaniu rozkładu temperatur powierzchniowych na odległość, dzięki czemu jest bezinwazyjna i w pełni bezpieczna. Kamera termowizyjna rejestruje promieniowanie podczerwone (cieplne) emitowane przez wszystkie obiekty na Ziemi. Sygnał ten jest następnie zamieniany na postać elektryczną i cyfrową, w której temperatury poszczególnych punktów na powierzchni badanego przedmiotu przyporządkowywane są odpowiadającym im pikselom. Otrzymuje się w ten sposób kolorową mapę rozkładu temperatur powierzchniowych badanego obiektu i jego otoczenia, nazywaną termogramem [13]. Rejestrowana temperatura zależy m.in. od temperatury wewnętrznej obiektu, jego emisyjności, właściwości powierzchni oraz czynników zewnętrznych, takich jak: temperatura otoczenia, ruchy powietrza, wilgotność, odległość od kamery i kąt pomiaru [11].

Obecnie termowizja jest powszechnie stosowana w medycynie, biologii, ekologii, weterynarii i zootechnice. Kamerę termowizyjną można stosować z odległości, bez konieczności unieruchamiania zwierzęcia, co redukuje stres związany z badaniem. W medycynie i weterynarii wykorzystanie termografii opiera się na rejestracji temperatury na powierzchni ciała, będącej wypadkową temperatury wewnętrznej i działania czynników zewnętrznych. Procesy fizjologiczne zachodzące w tkankach mają wpływ na ich temperaturę poprzez regulację przepływu krwi (zwiększony przepływ kapilarny obserwowany np. podczas procesów zapalnych czy wzrostowych zwiększa wydzielanie ciepła) [11]. W zdrowym organizmie występuje wysoki stopień symetrii rozkładu temperatur pomiędzy poszczególnymi częściami ciała. Porównując te same części ciała można łatwo zidentyfikować cieplejsze punkty, a dzięki posiadanej wiedzy na temat danego osobnika – ustalić przyczyny takiego stanu [3].

Przykłady zastosowań termowizji

Jednym z pierwszych kierunków wykorzystania termowizji w weterynarii było zastosowanie jej do diagnozowania problemów związanych z układem ruchu u koni. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że dzięki tej metodzie możliwe jest wykrywanie kulawizny, lokalizowanie miejsca bólu, zapaleń, problemów ze ścięgnami i więzadłami [21], a także chorób trzeszczki, ochwatu, zrogowaceń, zapaleń torebki i błony maziowej czy miopatii [5]. Dodatkowo, diagnozowanie istniejących problemów przy użyciu termografii pozwala na wykrycie ich nawet do 2 tygodni przed wystąpieniem objawów klinicznych lub kiedy badanie fizyczne czy radiacyjne nie daje jednoznacznej odpowiedzi [5]. Dzięki termowizji możliwe jest także wykrywanie miejsc wstrzykiwań środków przeciwbólowych i znieczulających oraz neurektomii nerwu dłoniowego palca, stosowanych u koni sportowych [23]. Metoda jest pomocna również w kontroli dopasowania siodeł – bada się rozkład temperatur na grzebiecie i siodle zaraz po jeździe i lokalizuje miejsca nieprawidłowego przylegania [1]. Jodkowska i wsp. [8] badali wpływ treningu na rozkład temperatur powierzchniowych koni i stwierdzili, że kończyny tylne mają wyższą temperaturę niż przednie, jednak różnica ta zmniejszała się po wysiłku fizycznym. Wykazali w ten sposób, że trening wyścigowy intensywnie obciąża przednie nogi koni. Na podstawie wyników badań stosowanie termowizji można także zalecić do kontroli stanu racic u krów we wczesnej laktacji, gdyż, wg innych autorów [15], ryzyko kulawizny jest w tym okresie wysokie.

Innym ważnym kierunkiem badań nad zastosowaniem termowizji w praktyce jest wykrywanie chorób zakaźnych i innych ogólnoustrojowych infekcji organizmu. Schaefer i wsp. [17] badali skuteczność tej metody we wczesnym wykrywaniu wirusowej biegunki bydła (BVDV) u cieląt i stwierdzili, że na podstawie termogramów głowy możliwe było jednoznaczne stwierdzenie choroby na kilka dni wcześniej niż innymi metodami. Schaefer i wsp. [16] badali również skuteczność termowizji we wczesnym wyrywaniu syndromu oddechowego bydła (BRD) u cieląt. Autorzy ponownie wykazali możliwość wczesnego diagnozowania infekcji u cieląt za pomocą termografii, a ponadto okazała się ona być bardziej skuteczna w porównaniu do standardowych metod. Przydatność termowizji w wykrywaniu pryszczycy (FMD) u jeleni mulaków (*Odocoileus hemionus*) badali Dunbar i wsp. [4]. Stwierdzono, że może to być użyteczne narzędzie do wczesnego, zdalnego i bezinwazyjnego diagnozowania pryszczycy u podejrzanych zwierząt podczas epidemii. Vadlejch i wsp. [22] oceniali profil termiczny królików zarażonych kokcydiozą. Na podstawie termogramów z widoczną hipotermią zakażonych zwierząt, autorzy doszli do wniosku, że termografia może być pomocna w wykrywaniu chorób królików.

Termowizja jest także wykorzystywana do kontroli procesów związanych z rują, ciążą czy spermatogenezą i ejakulacją. Są one energochłonne i wymagają dostarczenia większych ilości składników odżywczych i tlenu poprzez krew, a w związku z tym obszary, w których te procesy są najintensywniejsze emitują ciepło. Badania Hurnik i wsp. [7] potwierdziły możliwość wykorzystania termografii do wykrywania rui u krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej, jednak autorzy nie rekomendowali tej metody do rutynowego badania. Hellebrand i wsp. [6] monitorowali temperaturę powierzchni ciała cielnych jałówek na pastwisku oraz w oborze i stwierdzili, że nie można jednoznacznie stwierdzić ciąży na podstawie termogramów, z uwagi na zmienne warunki środowiskowe (nasłonecznie, wiatr, czarno-białe ubarwienie zwierząt). Jednak autorzy wykazali, że termowizja może być przydatna w określaniu szczytu rui u jałówek, gdyż temperatura ciała jest ściśle związana z temperaturą sromu. Scolari i wsp. [18] przeprowadzili badania, w których wykazali, że technika ta jest obiecująca w przypadku wykrywania rui u świń. Bowers i wsp. [3] badali skuteczność termowizji do wykrywania późnej ciąży u klaczy i stwierdzili, że metoda ta może mieć znaczenie w bezinwazyjnym badaniu u koni i innych gatunków zwierząt. Płodność samców zwierząt hodowlanych badali m.in. Lunstra i Colter [1997; za 13], którzy wykazali, że buhaje o nieprawidłowym rozkładzie temperatur na mosznie mają niższe wskaźniki rozrodcze. Kastelic i wsp. [9, 10] analizowali zmiany temperatury moszny byków przed i po ejakulacji oraz w zależności od różnych czynników środowiskowych.

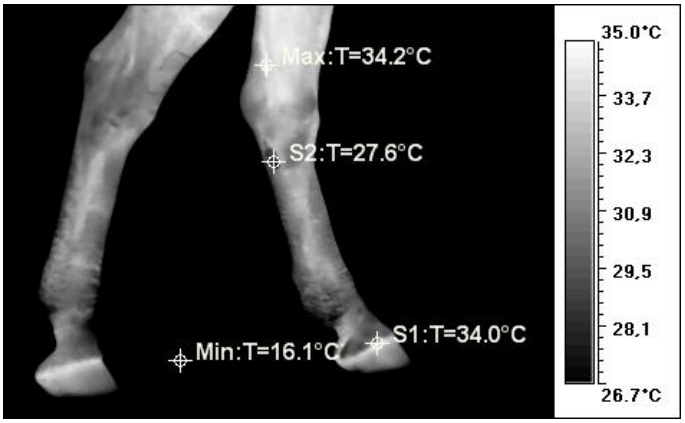
Za pomocą termowizji możliwe jest również wczesne wykrywanie chorób wymienia u krów mlecznych [2, 12]. Stosując tę metodę można zdiagnozować mastitis znacznie wcześniej niż poprzez albuminy surowicy krwi czy liczenie komórek somatycznych. Badacze sugerują nawet stworzenie zautomatyzowanego systemu, w którym rejestrowana będzie temperatura wymion zwierząt przechodzących przed kamerą. Dzięki temu można by było wcześnie wykrywać niepokojące zmiany i podejmować środki zaradcze. Przeprowadzono również badania dotyczące wpływu techniki doju na rozkład temperatur wymienia oraz relację tego wskaźnika z wydajnością mleczną [12, 13].

Termowizja wykorzystywana jest także do bezinwazyjnego badania dobrostanu zwierząt. Metodę tę stosuje się do analizowania reakcji stresowych zwierząt na różne czynniki (stresorów chemicznych wprowadzonych do organizmu lub wpływu warunków środowiskowych) [11, 13, 19, 20]. Oprócz tego, dzięki zastosowaniu kamery termowizyjnej możliwa jest ocena budynków inwentarskich (wentylacja, straty ciepła itp.) [13].

Dzięki termografii można przyżyciowo oceniać zwierzęta rzeźne oraz ich mięso po uboju, wpływ transportu na jakość mięsa czy efektywność wykorzystania paszy [11, 13, 14]. Oprócz tego termowizję wykorzystuje się do badania termoregulacji zwierząt hodowlanych oraz ich reakcji na zabiegi hodowlane, np. znakowanie bydła [11].

Podsumowanie i wnioski

Obszerna literatura z zakresu zastosowań termowizji wskazuje na jej uniwersalność w badaniach dotyczących zwierząt gospodarskich. Pomimo ograniczeń, jakie niesie ze sobą, wraz z doskonaleniem metod pomiarowych i sprzętu można się spodziewać, że znajdzie się w powszechnym użyciu, także w praktyce hodowlanej, polepszając dobrostan zwierząt, a tym samym wskaźniki produkcyjne.



T – temperatura, Max – maksymalna; Min – minimalna; S1 – temperatura w punkcie S1 (koronka kopyta); S2 – temperatura w punkcie S2 (zabrudzenie)

Fot. Termogram kończyn tylnych konia

Literatura: 1. Arruda T.Z., Brass K.E., De La Corte F.D., 2011 – J. Equine Vet. Sci. 31, 625-629. **2. Berry R.J., Kennedy A.D., Scott S.L., Kyle B.L., Schaefer A.L.,** 2003 – Can. J. Anim. Sci. 83, 687-693. **3. Bowers S., Gandy S., Anderson B., Ryan P., Willard S.**, 2009 – Theriogenology 72, 372-377. **4. Dunbar M.R., Johnson S.R., Ryan J.C., McCollum M.**, 2009 – J. Zoo and Wildlife Medicine 40(2), 296-301. **5. Eddy A.L., Van Hoogmoed L.M., Snyder J.R.**, 2001 – The Veterinary Journal 162, 172-181. **6. Hellebrand H.J., Brehme U., Beuche H., Stollberg U., Jacobs H.**, 2003 – Proc. 1st European Conference on Precision Livestock Farming, Berlin, Germany; 761--763. **7. Hurnik J.F., Webster A.B., DeBoer S**., 1985 – J. Anim. Sci. 61(5), 1095-1102. **8. Jodkowska E.**, 2005 – Zeszyty Nauk. AR Wroc. Zootech. 511, 1-114. **9. Kastelic J.P., Cook R.B., Coulter G.H, Saacke R.G**., 1996 – Theriogenology 46, 889-892. **10. Kastelic J.P., Cook R.B., Coulter G.H., Wallins G.L., Entz T.**, 1996 – Anim. Reprod. Sci. 41, 153-159. **11. Knizkova I., Kunc P., Gurdil G.A.K., Pinar Y., Selvi K.C.**, 2007 – J. of Fact. of Agric., OMU, 22(3), 329-336. **12. Kunc P., Knizkova I., Prikryl M., Maloun J.**, 2007 – Agricultura tropica et subtropica 40(1), 29-32. **13. Mazur D., Herbut E., Walczak J.**, 2006 – Rocz. Nauk. Zoot., T.33, z. 2, 171-181. **14. Montanholi Y.R., Swanson K.C., Schenkel F.S., McBride B.W., Caldwell T.R., Miller S.P.**, 2009 – Livestock Science 125, 22-30. **15. Nikkhah A., Plaizier J.C., Einarson M.S., Berry R.J., Scott S.L., Kennedy A.D.,** 2005 – J. Dairy Sci. 88, 2749-2753. **16. Schaefer A.L., Cook N.J., Church J.S., Basarab J., Perry B., Miller C., Tong A.K.W.**, 2007 – Research in Veterinary Science 83, 376-384. **17. Schaefer A.L., Cook N., Tessaro S.V., Deregt D., Desroches G., Dubeski P.L, Tong A.K.W., Godson D.L.**, 2003 – Can. J. Anim. Sci. 84, 73-80. **18. Scolari S.C., Clark S.G., Knox R.V., Tamassia M.A.**, 2011 – J. Swine Health Prod. 9(3), 151-155. **19. Stewart M., Webster J.R., Schaefer A.L., Cook N.J., Scott S.L.**, 2005 – Animal Welfare 14, 319-325. **20. Stewart M., Webster J.R., Verkerk G.A., Schaefer A.L., Colyn J.J., Stafford K.J.**, 2007 – Physiology & Behavior 92, 520-525. **21. Turner T.A.**, 1998 – AAEP Proceedings Vol. 44, 224-226. **22. Vadlejch J., Knizkova I., Makovcova K., Kunc P., Jankovska I., Janda K., Borkovcova M., Langrova I.**, 2010 – Veterinary Parasitology 171, 343-345. **23. Van Hoogmoed L.M., Snyder J.R.**, 2002 – The Veterinary Journal 164, 129-141.

Analiza przeżycia w badaniach zootechnicznych

Magdalena Sobczyńska

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu

Analiza przeżycia jest zbiorem różnych procedur statystycznych i technik analitycznych danych, które dotyczą czasu upływającego od momentu początkowego aż do wystąpienia zdarzenia rozumianego jako moment końcowy. Czas ten nazywany jest czasem przeżycia. Z matematycznego punktu widzenia opiera się ona na teorii rachunku prawdopodobieństwa (rozkłady zmiennych, asymptotyka), statystyki (własności estymatorów) oraz optymalizacji (metody iteracyjne optymalizacji funkcji). Głównym celem analizy przeżycia jest modelowanie rozkładu czasu przeżycia na podstawie próby, porównywanie rozkładów dla dwóch lub więcej grup (populacji), badanie zależności różnych zmiennych z czasami przeżycia, a także predykcja, czyli przewidywanie przyszłych zdarzeń w sensie czasu trwania życia.

Początki analizy przeżycia sięgają XVIII wieku, kiedy tworzono już tablice wymieralności na potrzeby badań demograficznych i w kalkulacjach ubezpieczeniowych (badania aktuarialne). W czasie drugiej wojny światowej stymulacją do dynamicznego rozwoju metod analizy przeżycia było zainteresowanie szybkością zużywania się sprzętu wojskowego podczas działań wojennych. Przełomem w dziedzinie analizy przeżycia było ukazanie się w 1958 roku na łamach „Journal of American Statistical Association" publikacji Kaplana i Meiera, którzy jako pierwsi zaproponowali znany obecnie powszechnie estymator krzywej przeżycia. Kolejnym ważnym krokiem w analizie tego typu danych było wprowadzenie w 1972 roku przez Davida Coxa modelu proporcjonalnego hazardu, za pomocą którego można wyizolować poszczególne zmienne objaśniające, mające wpływ na długość trwania życia oraz oszacować ryzyko względne, oznaczające stosunek wartości ryzyka dla jednej grupy (lub osobnika należącego do tej grupy) do wartości ryzyka dla innej grupy (lub osobnika). Obecnie techniki analizy przeżycia znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, przede wszystkim w naukach biologicznych i medycznych, ale także społecznych, politycznych, socjologicznych, ekonomicznych i inżynieryjnych. Bez względu na dziedzinę, przedmiotem zainteresowania analizy przeżycia jest zmienna opisana czasem pojawiania się określonego zdarzenia. Przykładem takich zmiennych może być zarówno czas edukacji szkolnej (w badaniach społecznych), zatrudnienie (w badaniach ekonomicznych), usterkowość urządzeń (w badaniach inżynieryjnych), czy długość życia osobnika (w badaniach biologicznych i medycznych). Famula był pierwszym autorem, który zaproponował analizę przeżycia jako statystyczną metodę analizy długości życia produkcyjnego krów mlecznych. Smith oraz Quaas zastosowali techniki analizy przeżycia do oceny wartości hodowlanej buhajów na podstawie długości życia ich córek, natomiast Ducrocq oraz Sölkner stworzyli pakiet statystyczny, który pozwala na dużą skalę analizować dane dotyczące długowieczności zwierząt przy uwzględnieniu zależności genetycznych między osobnikami.