

Clin. Microbiology and Antimicrobials (doi:10.1186/1476-0711-11-8). **6. Hashemzadeh-Cigari F., Khorvash M., Ghorbani G.R., Kadivar M., Riasi A., Zebeli Q.**, 2014 – Effects of supplementation with a phyto-biotics-rich herbal mixture on performance, udder health, and metabolic status of Holstein cows with various levels of milk somatic cell counts. J. Dairy Sci. 97, 7487-7497. **7. Kalińska A., Gołębiowski M., Wójcik A.**, 2017 – Mastitis pathogens in dairy cattle – a review. World Scientific News 89, 22-31. **8. Kapusta A., Kuczyńska B., Puppel K.**, 2018 – Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak lactation. PLOS ONE 13 (3) (doi 10.1371/journal.pone.0193512). **9. Kuczyńska B., Serafin W., Puppel K.**, 2016 – Próba zastosowania ekstraktu z *Echinacea purpurea* w zwalczaniu bakterii patogennych wywołujących mastitis u krów. Rozdział w monografii „Mikrobiologia oraz metody analityczne w nauce”. Wyd. Tygiel, Lublin, 166-176. **10. Komosińska-Vashev K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner Ł., Olczyk K.**, 2015 – Bee Pollen: chemical composition and therapeutic application. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine (doi: 10.1155/2015/297425). **11. Malinowski E., Gajewski Z.**, 2009 – Charakterystyka zapaleń gruczołu mlekowego u krów wywołanych przez odżywnościowe patogeny człowieka. Ży-cie Wet. 84 (4), 290-294. **12. Montironi I.D., Cariddi L.N., Reinoso E.B.**, 2016 – Evaluation of the antimicrobial efficacy of *Menthastachys verticillata* essential oil and limonene against *Streptococcus uberis* strains isolated from bovine mastitis. Revista Argentina Microbiol. 48 (3), 210-216. **13. Mussarat S., Amber R., Tariq A., Adnan M., Abdelsalam N.M., Ullah R., Bibi R.**, 2014 – Ethnopharmacological Assessment of Medicinal Plants Used against Livestock Infections by the People Living around Indus River. Biomed Research Internat. (doi. org/10.1155/2014/616858). **14. Pasca C., Mărghitas L., Dezmirean D., Bobis O., Bonta V., Chirilă F., Matei I., Fit N.**, 2017 – Medicinal Plants Based Products Tested on Pathogens Isolated from Mastitis Milk. Molecules (doi:10.3390/molecules22091473). **15. Puppel K., Sakowski T., Kuczyńska B., Grodkowski G., Gołębiowski M., Barszczewski J., Wróbel B., Budziński A., Kapusta A., Balcerak M.**, 2017 – Degrees of antioxidant protection: a 2-year study of the bioactive properties of organic milk in Poland. J. Food Sci. 82 (2), 523-528. **16. Rossi G., Schiavon S., Lomolino G., Cipolat-Gotet C., Simonetto A., Bittante G., Tagliapietra F.**, 2018 – Garlic (*Allium sativum* L.) fed to dairy cows does not modify the cheese-making properties of milk but affects the color, texture, and flavor of ripened cheese. J. Dairy Sci. 101 (3), 2005-2015. **17. Sosin-Bzducha E., Strzetelski J.**, 2012 – Propolis źródłem flawonoidów korzystnych dla zdrowia i produkcyjności bydła. Wiad. Zootech. 2, 23-28. **18. Teleb D.F., El-Saied U.M., Sallam A.A., El-Baz A.M., Hussein A.M.**, 2009 – Effect of using *Echinacea* extract as immune-stimulating additive on milk yield traits, immunity and udder health of Zaraibi Goats. Egyptian J. Sheep & Goat Sci. 4 (2), 33-53. **19. Yang W.Z., He M.L.**, 2016 – Effects of Feeding Garlic and Juniper Berry Essential Oils on Milk Fatty Acid Composition of Dairy Cows. Nutrition and Metabolic Insights 9, 19-24.

The use of phyto-biotics in the prevention and treatment of sub-clinical mastitis in cows in organic production conditions

Summary

The study described strategies for preventing sub-clinical mastitis in cows in organic production conditions. Plant-based additives obtained from organic production, i.e. onion extract, garlic, mixtures of oregano, cumin and rosemary, and bee pollen, were used for prevention and treatment of mastitis in cows in organic production conditions. The results contribute to existing knowledge on the subject and have confirmed the effectiveness of these feed supplements in sub-clinical mastitis and in improving the health condition of cows on organic dairy farms. In addition, the use of phyto-biotics to increase the concentration of nutrients with antioxidant properties in the feed ration is a natural way to stimulate the immune system of cows, making it possible to limit the use of chemotherapeutic agents. The high concentration of bioactive components resulting from natural supplementation can significantly stimulate antioxidant protection against reactive oxygen species, which in the case of disturbed homeostasis cause a decrease in the activity of biologically active macromolecules, such as immunoglobulins or enzymes. Further research is necessary to investigate this subject.

KEY WORDS: alternative antibiotics, sub-clinical mastitis prevention, organic farm

Polifenole jako modulatory przemian w przewodzie pokarmowym zwierząt

Dawid Kuźnicki, Paulina Szulc,
Małgorzata Szumacher-Strabel, Adam Cieślak

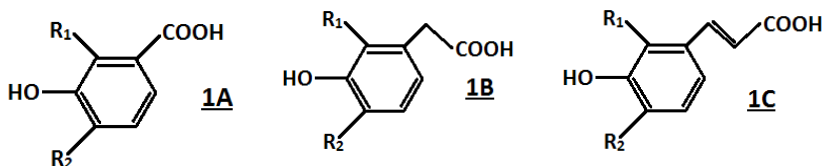
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Medycyny Weterynaryjnej i Nauk o Zwierzętach, Katedra Żywnienia Zwierząt

Zainteresowanie polifenolami, jako modulatorami przemian zachodzących w przewodzie pokarmowym zwierząt monoga-

strycznych, jak i przeżuwających, wzrosło znacząco w ostatnich latach [8, 9, 23]. Odkryto tysiące związków zaliczanych do grupy polifenoli, co skłoniło do dokonania ich podziału na grupy. Na przykład pod względem budowy struktury węglowej można wyróżnić kwasy fenolowe i flawonoidy [17]. Do kwasów fenolowych zalicza się związki posiadające pierścień fenolowy oraz grupę karboksylową. Liczba atomów węgla w łańcuchu bocznym determinuje dalszy podział kwasów fenolowych na kwasy benzoesowe, fenylooctowe i cynamonowe (rys. 1).

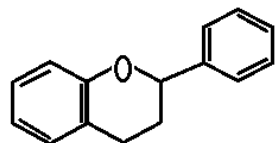
Prekursorami kwasów fenolowych są aminokwasy tyrozyna i fenyloalanina. W roślinach fenolokwasy występują głównie w postaci estrów lub glikozydów. Najbardziej rozpowszechnione w roślinach są pochodne kwasu cynamonowego, natomiast najbardziej rozpowszechnioną pochodną kwasu cynamonowego jest kwas kawowy [16].

Drugą klasą polifenoli są flawonoidy, które można podzielić na podklasy: flawony, flawanony, flawonole, flawanole, izoflawony i antocyjany [17]. Na rysunku 2. przedstawiono ogólny



Rys. 1. Kwas benzoesowy – 1A, fenylooctowy – 1B, cynamonowy – 1C ([16], zmienione)

schemat budowy flawonoidów. Struktura tych związków opiera się na dwóch pierścieniach aromatycznych połączonych pierścieniem heterocyklicznym zawierającym tlen [20]. Flawonoidy są najdokładniej zbadaną klasą polifenoli, a ich liczbę szacuje się na ponad 9 tys. [14].



Rys. 2. Ogólna budowa flawonoidów ([16], zmienione)

Polifenole to związki znajdujące się głównie w roślinach, w których pełnią funkcje ochronne przed fitopatogenami i promieniami UV, biorą udział w transporcie auksyn oraz nadają barwę kwiatom [7, 27, 41]. Wysoka koncentracja tych związków występuje w owocach, warzywach oraz ziarnach [16]. Wśród owoców szczególnie ważnym źródłem polifenoli są owoce jagodowe (m.in. truskawki, jagody), natomiast wśród warzyw – kapustne, cebulowe, korzeniowe (np. burak ćwikłowy) i psiankowate (np. czerwona papryka) [17]. Produktem zwierzęcym zawierającym duże ilości polifenoli jest propolis, wytwarzany przez pszczoły [13]. Produkowane są również syntetyczne polifenole, wykazujące pozytywny wpływ na ogólną homeostazę organizmu [21].

Polifenole mają pozytywny wpływ na zdrowie człowieka i zwierząt [28, 36]. Oddziałują na układ krążenia i układ wydalniczy, hamują nadciśnienie, ograniczają procesy zapalne oraz niwelują działanie nefrotoksyn [38].

Szerokie spektrum oddziaływania polifenoli na organizm spowodowało wzrost zainteresowania wykorzystaniem tych związków do modulowania przemian zachodzących w układzie pokarmowym zwierząt [29]. Polifenole wpływają m.in. na poprawę wykorzystania składników pokarmowych, utrzymanie równowagi mikroflory jelitowej, zapobieganie uszkodzeniom żołądka i wątroby, zmniejszenie skurczów żołądkowo-jelitowych, ochronę białek dawki pokarmowej przed rozkładem mikrobiologicznym w żwaczu zwierząt przeżuwających, ponadto zapobiegają biegunkom, zaparciom, wzdęciom, kwasicy oraz kontrolują populację patogenów jelitowych [1, 12, 28, 30, 37]. Izoflawonoidy mogą być ponadto stosowane jako alternatywne źródło węgla dla mikroorganizmów bytujących w żwaczu [26].

Przykładem związków modulujących skład mikroflory przewodu pokarmowego, stosowanych z powodzeniem w chowie i hodowli zwierząt, były antybiotykowe stymulatory wzrostu. Poprawiały one efekty produkcyjne u drobiu, świń i przeżuwaczy. U zwierząt przeżuwających przyczyniały się dodatkowo do zmniejszenia ilości metanu emitowanego do środowiska, nawet o 25% [3, 32]. W 2006 roku w krajach Unii Europejskiej zakazano stosowania ostatniej z grup antybiotykowych stymulatorów wzrostu, tj. jonoforów (m.in. monenzyny i salinomycyny), ze względu na wykształcającą się oporność drobnoustrojów na antybiotyki, co mogło przełożyć się na zmniejszenie skuteczności terapii chorób zakaźnych i znacznie zwiększyć śmiertelność ludzi i zwierząt [31]. Antybiotykowe stymulatory wzrostu są jednak wciąż stosowane w niektórych krajach, np. w Chinach [32].

Jednym z dodatków paszowych, którego działanie na procesy zachodzące w układzie pokarmowym zostało naukowo

udowodnione są probiotyki. Właściwa dla gatunku, znormalizowana dawka drobnoustrojów, między innymi drożdży i kropidłaków z gatunku *Aspergillus oryzae*, może regulować ilościowe i jakościowe zmiany mikroorganizmów w przewodzie pokarmowym, prowadząc do polepszenia stanu zdrowia zwierząt, a tym samym wpływając pozytywnie na efekty produkcyjne. Probiotyki obniżają populację pierwotniaków w żwaczu, redukując liczbę żyjących z nimi w symbiozie mutualnej metanogenów bezpośrednio odpowiedzialnych za tworzenie metanu. Zaleca się także stosowanie probiotyków u młodych zwierząt. Pozwala to na zasiedlenie przewodu pokarmowego mikroflorą symbiotyczną, która na zasadzie konkurencji wypiera mikroflorę patogenną. W efekcie poprawia się stan zdrowia młodych zwierząt, co przynosi wymierne efekty ekonomiczne. Wadą probiotyków jest ich wysoka cena, a także niewielka efektywność działania w porównaniu na przykład do antybiotykowych stymulatorów wzrostu, co uniemożliwia ich zastosowanie na większą skalę [18, 19].

Z uwagi na ograniczenia w stosowaniu bądź niewystarczającą efektywność antybiotykowych stymulatorów wzrostu oraz probiotyków poszukuje się dodatków, które nie zwiększają znacznie kosztów chowu i hodowli, a jednocześnie nie wywołują lekooporności i innych skutków ubocznych. Zastosowane dodatki powinny także polepszać dobrostan zwierząt, jakość otrzymywanych od nich produktów, a także ograniczać negatywny wpływ produkcji zwierzęcej na środowisko naturalne. Warunki te spełniają naturalne substancje roślinne, w tym polifenole. Ich oddziaływanie na organizm zwierzęcy jest wielokierunkowe i zależy od rodzaju i ilości zastosowanego dodatku.

Poprawa dobrostanu zwierząt wynikająca z oddziaływania polifenoli na organizm i jego mikroflorę przekłada się między innymi na wyższe wskaźniki produkcyjne zwierząt [5]. Tedesco i wsp. [35] stwierdzili zwiększoną mleczność, a także zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia zapaleń wymienia i macicy u krów mlecznych po 25. dniu podawania sylimaryny (10 g/dobę), wyizolowanej z nasion ostropestu plamistego (*Silybum marianum*). W innych badaniach wykazano, że ekstrakt roślinny pozyskany z gorzkiej pomarańczy (*Citrus aurantium*) i grejfruta (*Citrus paradisi*), zawierający flawonoidy w stężeniu 300 mg/kg, ograniczył częstość występowania kwasicy u krów rasy holsztyńsko-fryzyskiej [2]. Wykazano również pozytywne oddziaływanie polifenoli na inne zwierzęta gospodarskie [22]. Świnie żywione paszą z dodatkiem polifenoli pozyskanych z zielonej herbaty, stanowiących 0,2% mieszanki pełnoporcjowej, miały podwyższoną ilość pozytywnie oddziałujących na przewod pokarmowy bakterii z grupy *Lactobacillus*, natomiast ogólna liczba bakterii, w tym bakterii z grupy *Bacteroidaceae* mogących wywoływać ostre procesy zapalne, uległa zmniejszeniu. Ponadto zmniejszeniu uległa koncentracja amoniaku i gazów jelitowych, takich jak fenol, p-krezol i skatol [18]. Z kolei stosowanie preparatu zawierającego 200 mg polifenoli w 1 kg paszy dla kurcząt rzeźnych przyczyniło się do większego pobrania paszy, a w konsekwencji zwiększenia przyrostów dobowych i ogólnej masy ciała, polepszając wskaźniki oceny poubojowej. Polepszeniu uległa także reakcja zwierząt na czynniki stresogenne, takie jak podwyższona temperatura czy obecność ochratoksyny lub utlenionego tłuszczu w paszy [25].

Związki fenolowe stosowane w żywieniu zwierząt zapobiegają również stresowi oksydacyjnemu i w konsekwencji stabilizują potencjał antyoksydacyjny produktów pochodzenia zwierzęcego, takich jak mięso czy jaja [22, 40].

Kolejną istotną funkcją polifenoli jest wpływ na mikroorganizmy biorące udział w procesie biouwodorowania nienasyconych kwasów tłuszczowych w żwaczu. Polifenole, hamując wzrost bakterii biorących udział w procesie biouwodorowania, takich jak *Butyrivibrio fibrisolvens* i *Ruminococcus flavofaciens*, zwiększają zawartość izomerów sprzężonego kwasu linolowego (CLA) w mięsie i mleku przeżuwaczy [39]. CLA

należy do grupy niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), których organizm ludzki nie jest w stanie sam syntetyzować, dlatego jego obecność w spożywanym pokarmie jest istotna [24]. Ponadto, dzięki specyficznej strukturze, CLA ma właściwości przeciwnowotworowe, przeciwukrzycowe, zmniejsza ryzyko chorób sercowo-naczyniowych i moduluje działanie układu odpornościowego [4, 33].

Polifenole ograniczają powstawanie metanu w żwaczu bezpośrednio – poprzez toksyczne oddziaływanie na komórki metanogenów, jak i pośrednio – poprzez ograniczenie liczebności pierwotniaków w ekosystemie żwacza, a także stymulację syntezy lotnych kwasów tłuszczowych [9], łącząc tym samym zalety antybiotykowych stymulatorów wzrostu i probiotyków.

Należy jednak pamiętać, że nadmiar wtórnych metabolitów roślinnych, do których zalicza się polifenole, może mieć szerokie skutki uboczne. Na podstawie dostępnej literatury trudno jednoznacznie wskazać, jakie ilości polifenoli mogą być toksyczne dla zwierząt. Wojcieszńska i Wilczek [42] podają, że wartość LD_{50} dla fenoli, do których należą również polifenole, wynosi w zakresie 300–600 mg/kg masy ciała, zależnie od gatunku zwierzęcia. Wiadomo, że związki te są w nadmiarze inhibitorami topoizomeraz – enzymów biorących udział w replikacji DNA (odpowiadają za stopień skręcania podwójnej helisy), mogą więc wpływać na zaburzenie podziałów komórkowych i zahamowanie rozwoju zwierząt. Nadmiar tanin, będących pochodnymi polifenoli, połączony ze złym zbilansowaniem dawki pokarmowej powoduje obniżenie dostępności białka i energii z pobieranej paszy, ograniczając tym samym przyrosty masy ciała [6]. Ponadto, polifenole podawane w nadmiarze mogą wywoływać ostrą niewydolność nerek, niedokrwistość hemolityczną, zapalenie wątroby, gorączkę, a także powodować poronienia [11, 34]. Wykazano również, że preparaty z bobiku zawierające znaczące ilości skondensowanych tanin wpływają na zwiększenie zdolności do chelatowania jonów żelaza nawet do 91%, co bezpośrednio wpływa na ograniczenie koncentracji tego pierwiastka w organizmie [15]. Mechanizm odpowiedzialny za chelatowanie jonów żelaza ma jednak także pozytywne działanie. Jest on współodpowiedzialny za dezaktywację katalizatora promującego peroksydację lipidów, zwiększając potencjał antyoksydacyjny organizmu, co skutkuje zmniejszeniem zawartości dwualdehydu malonowego (MDA) w mięsie [10]. MDA jest pośrednim wskaźnikiem stężenia końcowego produktu peroksydacji lipidów. Zmniejszenie zawartości MDA może również wynikać z poprawy stabilności oksydacyjnej mięśni na skutek zwiększonej ekspresji enzymu desaturazy stearylo-CoA, stymulowanej przez garbniki będące pochodnymi polifenoli [10].

Uwzględniając powyższe fakty, należy dostosować ilość i rodzaj stosowanych polifenoli do wieku, stanu fizjologicznego i kierunku produkcji. Nie ma jednoznacznej odpowiedzi, jakie ilości są zalecane w żywieniu poszczególnych gatunków i grup technologicznych, aby osiągnąć lepsze wyniki produkcyjne, lepszą jakość żywności, wyższą zawartość związków o charakterze prozdrowotnym oraz niższym współczynniku oddziaływania na środowisko. Coraz częściej jednak firmy paszowe są zainteresowane wykorzystaniem biologicznie aktywnych substancji pochodzenia roślinnego, w tym polifenoli, jako komponentów dodatków paszowych. Tym samym wyniki przeprowadzonych dotychczas badań, po ich standaryzacji, będą mogły znaleźć swoje zastosowanie aplikacyjne na szerszą skalę.

Literatura: 1. **Acamovic T., Brooker J.D.**, 2005 – Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *P. Nutr. Soc.* 64 (3), 403-412. 2. **Balcells J., Aris A., Serrano A., Seradj A.R., Crespo J., Devant M.**, 2012 – Effects of an extract of plant flavonoids (Bioflavex) on rumen fermentation and performance in heifers fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 90 (13), 4975-4984. 3. **Beauchemin K.A., McGinn S.M.**, 2005 – Methane emissions from beef cattle: effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *J. Anim. Sci.* 84 (6), 1489-96. 4. **Białek A., Tokarz A.**, 2009 – Źródła pokarmowe oraz efekty prozdrowotne sprężonych dienów kwasu linolowego (CLA). *Biul. Wyzd. Farm. WUM* 1, 1-12. 5. **Bodas R., Prieto N., Garcia-Gonzalez R., Andres S., Giraldez F.J., Lopez S.**, 2012 – Manipulation of ru-

men fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 176 (1-4), 78-93. 6. **Borys B.**, 2007 – Substancje antyżywniowe w paszach roślinnych dla kóz. *Wiad. Zoot.* 45 (1-2), 55-65. 7. **Bradshaw Jr H.D., Schemske D.W.**, 2003 – Allele substitution at a flower colour locus produces a pollinator shift in monkeyflowers. *Nature* 426 (6963), 176-178. 8. **Chedea V.S., Pelmus R.S., Lazar C., Pistol G.C., Calin L.G., Toma S.M., Taranu I.**, 2017 – Effects of a diet containing dried grape pomace on blood metabolites and milk composition of dairy cows. *J. Sci. Food. Agr.* 97 (8), 2516-2523. 9. **Cieślak A., Szumacher-Strabel M., Stochmal A., Oleszek W.**, 2013 – Plant components with specific activities against rumen methanogens. *Animal* 7 (s2), 253-265. 10. **Cimmino R., Barone C.M., Claps S., Varricchio E., Rufrano D., Caroprese M., Albenzio M., De Palo P., Campanile G., Neglia G.**, 2018 – Effects of dietary supplementation with polyphenols on meat quality in Saanen goat kids. *BMC Vet. Res.* 14 (1), 181. 11. **Cook N.C., Samman S.**, 1996 – Flavonoids – chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *J. Nutr. Biochem.* 7 (2), 66-76. 12. **Cueto A.P., Alves S.H., Pilau M., Weiblen R., Kubiça T.F., Lovato L.T.**, 2011 – Antiviral activity of propolis extracts against feline calicivirus, canine adenovirus 2, and bovine viral diarrhoea virus. *Cienc. Rural* 41 (10), 1800-1806. 13. **Daleprane J.B., da Silva Freitas V., Pacheco A., Rudnicki M., Faine L.A., Dörr F.A., Abdalla D.S.P.**, 2012 – Anti-atherogenic and anti-angiogenic activities of polyphenols from propolis. *J. Nutr. Biochem.* 23 (6), 557-566. 14. **Delmulle T., De Maeseneire S.L., De Me M.**, 2018 – Challenges in the microbial production of flavonoids. *Phytochem. Rev.* 17 (2), 229-247. 15. **Drużyńska B., Jeżak A.**, 2007 – Właściwości przeciwutleniające polifenoli zawartych w okrywie nasiennej nasion bobu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (54), 113-121. 16. **Gawlik-Dziki U.**, 2004 – Fenolokwasy jako bioaktywne składniki żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 11 (4 Spec.), 29-40. 17. **Gheribi E.**, 2011 – Związki polifenolowe w owocach i warzywach. *Medycyna Rodzinna* 4, 111-115. 18. **Hara H., Orita N., Hatano S., Ichikawa H., Hara Y., Matsumoto N., Kimura Y., Terada A., Mitsuoka T.**, 1995 – Effect of tea polyphenols on fecal flora and fecal metabolic products of pigs. *J. Vet. Med. Sci.* 57 (1), 45-49. 19. **Iqbal M.F., Cheng Y., Zhu W., Zeshan B.**, 2008 – Mitigation of ruminant methane production: current strategies, constraints and future options. *World J. Microb. Biot.* 24 (12), 2747-2755. 20. **Jasiński M., Mazurkiewicz E., Rodziewicz P., Figlerowicz M.**, 2009 – Flawonoidy – budowa, właściwości i funkcja ze szczególnym uwzględnieniem roślin motylkowatych. *Biotechnologia* 2 (85), 81-94. 21. **Jiang F., Chang C., Dusting G.**, 2010 – Cytoprotection by natural and synthetic polyphenols in the heart: novel mechanisms and perspectives. *Curr. Pharm. Des.* 16 (37), 4103-4112. 22. **Lipiński K., Mazur M., Antoszkiewicz Z., Purwin C.**, 2017 – Polyphenols in monogastric nutrition – a review. *Ann. Anim. Sci.* 17 (1), 41-58. 23. **Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L.**, 2004 – Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.* 79 (5), 727-747. 24. **Materac E., Marczyński Z., Bodek K. H.**, 2013 – Rola kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 w organizmie człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2 (46), 225-233. 25. **Mazur M.A.**, 2017 – Efektywność stosowania polifenoli i witaminy E w żywieniu kurcząt brojlerów utrzymywanych w warunkach stresu. *Olsztyn, rozprawa doktorska*. 26. **McSweeney C.S., Palmer B., McNeill D.M., Krause D.O.**, 2001 – Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 91 (1-2), 83-93. 27. **Mol J., Grotewold E., Koes R.**, 1998 – How genes paint flowers and seeds. *Trends Plant Sc.* 3 (6), 212-217. 28. **Patra A.K.**, 2012 – Dietary Phytochemicals and Microbes. Springer, Berlin. 29. **Patra A.K., Saxena J.**, 2010 – A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry* 71 (11-12), 1198-1222. 30. **Peter C.M., Picoli T., Zani J.L., Latosinski G.S., Lima M.D., Vargas G.D., Fischer G.**, 2017 – Antiviral and virucidal activity of hydroalcoholic extracts of propolis brown, green and jataí bees (*Tetragonisca angustula*) against Bovine Herpesvirus Type-1 (BoHV-1) and Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV). *Pesquisa Vet. Brasil.* 37 (7), 667-675. 31. **Ponce C.H., Smith D.R., Branine M.E., Hubbert M.E., Galyean M.L.**, 2012 – Effects of type of ionophore and carrier on *in vitro* ruminal dry matter disappearance, gas production, and fermentation end products of a concentrate substrate. *Anim. Feed Sci. Technol.* 171 (2-4), 223-229. 32. **Przeniosło-Siwczyńska M., Kwiatek K.**, 2013 – Dlaczego zakazano stosowania w żywieniu zwierząt antybiotykowych stymulatorów wzrostu? *Życie Weterynaryjne* 88 (2), 104-108. 33. **Short C., O'Brien J.**, 2016 – Handbook of Functional Dairy Products. CRC Press, Boca Raton. 34. **Strick R., Strissel P.L., Borgers S., Smith S.L., Rowley J.D.**, 2000 – Dietary bioflavonoids induce cleavage

in the MLL gene and may contribute to infant leukemia. P. Natl. Acad. Sci. 97 (9), 4790-4795. **35. Tedesco D., Tava A., Galletti S., Tameni M., Varisco G., Costa A., Steidler S.**, 2004 – Effects of silymarin, a natural hepatoprotector, in periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 87 (7), 2239-2247. **36. Udechukwu M.C., Abbey L., Nwodo U., Udenigwe C.C.**, 2018 – Potential of *Moringa oleifera* seeds and leaves as functional food ingredients for human health promotion. J. Food Nutr. Res. 57 (1), 1-14. **37. Váradyová Z., Mravčáková D., Babják M., Bryszak M., Grešáková L., Čobanová K., Plachá I., Königová A., Cieslak A., Słusarczyk S., Pecio Ł., Kowalczyk M., Várady M.**, 2018 – Effects of herbal nutraceuticals and/or zinc against *Haemonchus contortus* in

lambs experimentally infected. BMC Vet. Res. 14 (1), 1-12. **38. Vargas F., Duran R., Alejandra P., García-Guillén A.I., Wangenstein R., Tendero P., García-Estañ J.**, 2018 – Flavonoids in Kidney Health and Disease. Front. Physiol. 9, 1-12. **39. Wallace R.J.**, 2004 – Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. Proc. Nutr. Soc. 63, 621-629. **40. Wallace R.J., Oleszek W., Franz C., Hahn I., Baser K.H.C., Mathe A., Teichmann K.**, 2010 – Dietary plant bioactives for poultry health and productivity. Brit. Poultry Sci. 51 (4), 461-487. **41. Winkel-Shirley B.**, 2002 – Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. Curr. Opin. Plant Biol. 5 (3), 218-223. **42. Wojcieszynska D., Wilczek A.**, 2006 – Związki fenolowe pochodzenia naturalnego. Chemia w Szkole 6, 6-12.

Precision Dairy Farming – czy zastąpi tradycyjne metody w zarządzaniu stadem?

Część 2. Analiza mleka, pomiary temperatury ciała, przewidywanie czasu porodu, wykrywanie rui

Katarzyna Link¹, Marcin Gołębiewski²

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

¹Wydział Medycyny Weterynaryjnej,

²Wydział Nauk o Zwierzętach, Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt

Analiza mleka

Dotychczas analiza składników mleka kojarzyła się głównie z mleczarniami, w których urządzenia służące do tego celu wypełniają nierzadko całe pomieszczenia laboratoryjne i wymagają obsługi przez wykwalifikowany personel. Producent mleka był w stanie tylko częściowo ocenić jego jakość „na miejscu” (dojarnia, obora) za pomocą prostych testów, np. TOK do ustalenia liczby komórek somatycznych czy też paskowych testów Testoket, służących do oceny występowania ciał ketonowych w mleku. W obliczu rosnących wymagań konsumentów istnieje potrzeba produkcji mleka coraz lepszej jakości i szybkiej eliminacji partii, która nie nadaje się do spożycia bądź nie spełnia wszystkich standardów. Naprzeciw tym potrzebom wychodzą najnowocześniejsze rozwiązania technologiczne proponowane przez firmy zaopatrujące rolnictwo, wpisujące się w nurt *Precision Dairy Farming*. Mowa tu na przykład o analizatorach mleka w czasie rzeczywistym (*Real Time Milk Analyzers*), które po zainstalowaniu w dojarni automatycznie pobierają próbki mleka podczas doju i badają konkretny, specyficzny czynnik w mleku. Jednym z takich urządzeń jest AfiLab firmy AfiMilk (Afikim, Izrael). Producent zapewnia, że poprzez ciągły przepływ mleka przez urządzenie jest w stanie wykryć ketozę (na podstawie stosunku białka do tłuszczu w mleku).

Z zasady mleko wykazuje dobre przewodnictwo elektryczne i tę jego właściwość wykorzystano do wykrywania mastitis w stadach krów mlecznych. Na skutek zapalenia wymienia wzrasta w mleku stężenie jonów Na⁺ i Cl⁻, co za tym idzie – rośnie przewodność elektryczna. Przenośne urządzenia do badania przewodności elektrycznej mleka są rozpowszechnione na rynku polskim (Dramiński, Wykrywacz Mastitis 4Q). Ciekawo

we rozwiązanie zaproponowała firma AfiMilk AfiLab – urządzenie do instalacji bezpośrednio w dojarni, które mierzy w czasie rzeczywistym przewodność elektryczną mleka. Niewielka próbka mleka (200 ml) jest poddawana bieżącej analizie przez co najmniej 10 dni, w celu pomiaru średniej przewodności elektrycznej; następnie uzyskany wynik jest porównywany do obecnej przewodności. Krowy, których mleko wykazuje odchylenia od średniej przewodności są podejrzane o zapalenie wymienia – system wysyła informacje do hodowcy z raportem stanu zdrowia. W badaniu przeprowadzonym przez zespół Tinsky i wsp. [19] mleko cechujące się zwiększoną przewodnością elektryczną i pochodzące od krów, które zostały wskazane przez system AfiMilk jako podejrzane o zapalenie, zostało następnie zbadane w laboratorium pod względem bakteriologicznym (ocena ilościowa i jakościowa występujących patogenów). Patogeny zostały odnalezione w 73% próbek mleka wcześniej wytypowanych przez system AfiMilk. Uzyskane wyniki są obiecujące i dają nadzieję na tego typu rozwiązanie do wczesnego wykrywania mastitis w mleku.

Mleko stanowi też cenne źródło informacji o profilu hormonalnym krowy, co może mieć zastosowanie do wykrycia rui bądź ciąży. Interesujące badanie przeprowadzili naukowcy z Wydziału Medycyny Weterynaryjnej Uniwersytetu w Utrechcie wraz z Chair Group Business Economics [9]. Zbadali nie tylko skuteczność automatycznych systemów detekcji rui w porównaniu do rzeczywistego poziomu progesteronu we krwi, ale również, jak z wykrywaniem rui i reagowaniem na alarmy wysyłane przez automatyczne systemy radzą sobie hodowcy. Doświadczeniem objęto dwie fermi (450 i 250 krów) z północnej Holandii, w których używane były trzy rodzaje automatycznych systemów wykrywania rui (w artykule nie sprecyzowano jakie) – system A i B na fermie I oraz system B i C na fermie II. Dwunastu krowom z fermi I i 19 krowom z fermi II, nie zainseminowanym, pomiędzy 40. a 70. dniem laktacji mierzono codziennie poziom progesteronu w mleku. Następnie porównywano uzyskany poziom progesteronu w mleku z wynikami otrzymanymi z systemów wykrywania rui. Wszystkie trzy systemy wykrywania rui wykazały skuteczność mniejszą niż pierwotnie oczekiwano: czułość rzędu 76,9% oraz swoistość rzędu 99,4%. Co więcej, liczba rui zaobserwowanych przez obsługę farmy była również mniejsza niż się spodziewano. Deklarowali oni, że opierają się na automatycznym systemie detekcji, jednak badanie dowiodło, że zaobserwowali jedynie 9 z 17 krów, które wykazały tzw. *progesteron positive heat moment*, czyli 52,9% krów prawidłowo zidentyfikowanych przez system. Być może wyjaśnieniem jest swego rodzaju brak zaufania do alarmów sygnalizowanych przez automatyczne systemy wykrywania rui. Wiele z nich bywa fałszywie pozytywnych, co sprawia, że hodowca stosuje własne kryteria, podejmując decyzję, którym alarmom zaufać i które krowy sprawdzić pod względem rui. Podobną zależność zauważono w badaniu automatycznego systemu detekcji mastitis u krów: hodowcy często sprawdzają wizualnie mniej niż 30% wszystkich zgłoszeń odebranych od takiego systemu. W rezultacie 74% przypadków mastitis pierwotnie wykrytych przez system jest przegapianych i pomijanych [8]. Innym wyjaśnieniem takiego zjawiska może być fakt, że zautomatyzowane systemy pracują bez przerwy (24 godziny