

# Nadmierna aktywacja układu immunologicznego a zdrowie i produktywność świń

Izabela Siemińska, Zygmunt Pejsak

z Instytutu Nauk Weterynaryjnych Uniwersyteckiego Centrum Medycyny Weterynaryjnej UJ-UR w Krakowie

## The influence of immune system overstimulation on swine health and production

Siemińska I., Pejsak Z., University Centre of Veterinary Medicine JU-AU in Krakow

Over the last dozen of years Poland, on a global scale, from a large exporter of pork and pigs has become the considerable importer of weaners; we also import porkers and pork. There are many reasons for this dramatic change in swine production. Certainly, one of the most important is the high degree of infections with both pathogenic and facultatively pathogenic agents in swine herds. In Polish pig farms the animals are often heavily infected with both bacterial and viral pathogens. Under these conditions, similarly to the chronic stress, immune system is overstimulated and forced to constant battle against intruders, what subsequently results in exhaustive immune disorders. This article presents the negative consequences of the excessive, prolonged the immune reactivity and the ways to counteract these conditions.

**Keywords:** swine farms, animal health, production, excessive immune activation.

W okresie ostatnich kilkunastu lat Polska z dużego, *per saldo*, eksportera wieprzowiny i świń stała się w skali globalnej największym importers warchlaków, importujemy również tuczniki i wieprzowinę. W roku 2021 sprowadziliśmy do Polski 6 239 000 warchlaków, według różnych źródeł – od 0,5 do 1,0 mln tuczników oraz 714 000 ton wieprzowiny. Przyczyn tego niezwykle niepokojącego zjawiska jest wiele. Na pewno zaliczyć do nich należy, występujący od ponad ośmiu lat afrykański pomór świń (ASF). Jednak wydaje się, że główną przyczyną zapaści w produkcji trzody chlewnej w Polsce jest niska konkurencyjność naszych producentów trzody chlewnej. Średnie dla całej populacji koszty odchowu warchlaków i tuczników są zaskakująco wysokie. Wyliczenia oparte na danych Głównego Urzędu Statystycznego wskazują, że średnio w kraju odchowuje się nie więcej niż 20 tuczników od jednej lochy. Dane wynikające z wyrywkowo zbieranych wyników produkcyjnych w poszczególnych chlewniach wskazują, że zużycie paszy na produkcję jednego kilograma wieprzowiny sięga średnio 3,1 kg. Dla porównania wyniki w rozwiniętych rolniczo krajach Unii Europejskiej kształtują się odpowiednio na poziomie 28 tuczników/lochę/rok i 2,7 kg paszy/kg żywca (1).

Przyczyn zaskakująco niskich wyników produkcyjnych jest wiele. Na pewno do jednej z nich należy wysoki stopień zakażenia krajowych stad świń bezwzględnie i warunkowo chorobotwórczymi czynnikami zakaźnymi. Z badań Dorsa (2) wynika, że 25,4% stad zakażonych jest trzema różnymi czynnikami

zakaźnymi, 27,6% stad czterema, a w 30,9% stad wykryto pięć i więcej różnych czynników chorobotwórczych. Tak intensywne zakażenie naszych stad czynnikami chorobotwórczymi prowadzi do silnego, stałego pobudzenia układu odpornościowego. Trwała, wysoka aktywność immunologiczna ma swoje negatywne konsekwencje uwidaczniające się we wskaźnikach produkcyjnych. Mając to na uwadze, uznano za stosowne przedstawienie negatywnych dla organizmu konsekwencji nadmiernej stałej aktywności układu immunologicznego oraz możliwości przeciwdziałania takiemu stanowi.

Problem nadmiernej aktywności układu immunologicznego jest często niedoceniany, a wręcz bagatelizowany przez znaczną część lekarzy weterynarii i producentów zwierząt. Nie zdają sobie oni sprawy z faktu wpływu nadmiernej aktywacji układu odpornościowego na produktywność i zdrowie świń. W tym kontekście nadmierna aktywacja wiąże się głównie z nieprzerwanym zwalczaniem zakażeń wywołanych przez krążące w środowisku przebywania zwierząt, bakterie, wirusy czy pasożyty, ale i stresem środowiskowym.

Zakażenie *per se* wiąże się z aktywacją układu immunologicznego, w kontekście której aspekt zdrowia świń wydaje się być kwestią oczywistą. Powszechnie aktywacja immunologiczna postrzegana jest jako strata energii, która w przypadku zwierząt produkcyjnych takich, jak świnię mogłaby być wykorzystana do przyrostu masy ciała. Wiąże się to chociażby z produkcją białek ostrej fazy czy cytokin, których wytwarzanie pochłania pewną ilość energii, która mogłaby być wykorzystana do produkcji białek mięśniowych. Dodatkowo okazuje się, iż białka ostrej fazy przyspieszają degradację białek mięśniowych (3). Stąd organizm w czasie długotrwałego stresu immunologicznego jest w ujemnym bilansie energetycznym i raczej traci niż przybiera na masie (4, 5). Samo zakażenie, np. pałeczkami *Salmonella* spp., prowadzi do znacznego zmniejszenia apetytu, czego konsekwencją jest niepobieranie paszy i ograniczone picie wody (6). Oddziaływanie cytokin prozapalnych wiąże się z bezpośrednim wpływem na pobieranie paszy, a proces ten zwany jest anoreksją związaną z procesem chorobowym (sickness-associated anorexia – SAA; 7). W procesie tym prozapalne interleukiny, między innymi IL-6, IL-1 $\beta$  i TNF- $\alpha$ , są istotną przyczyną zmian nastroju i zachowania, powodują osłabienie oraz brak apetytu (8, 9, 10), a tym samym prowadzą do utraty masy ciała.

Już wiele lat temu próbowano uwidocznic, jak eksperymentalna aktywacja układu immunologicznego wpływa na produktywność i zdrowie świń. Między

innymi Dritz i wsp. (11) wykazali, że podanie lipopolisacharydu (LPS) odsadzonej prosiąt prowadziło do zahamowania przyrostów masy ciała i jednoczesnego zwiększenia się poziomu jednego z białek ostrej fazy - haptoglobiny (11). Dodatkowo wykazano, że zwiększenie dawki energetycznej paszy nie wpływa na obniżenie dynamiki przyrostów masy ciała spowodowanej podaniem LPS. Dodatek tłuszczu do diety co prawda poprawiał konwersję energii, jednak jednocześnie osłabiał odpowiedź humoralną w badanym przypadku wobec owoalbuminy (12).

Wydawałoby się więc, iż każda aktywacja układu immunologicznego niesie za sobą negatywne konsekwencje produkcyjne. Jednakże można stwierdzić, że niejednokrotnie stajemy w sytuacji, w której na szali stawiamy zdrowie i produktywność świń. Właściwym tego przykładem jest suplementacja paszy  $\beta$ -mannanem. Jako składnik hemicelulozy  $\beta$ -mannan nie jest trawiony przez endogenne enzymy ssaków (13). Tym samym nienaruszony, staje się dostępny do wiązania z receptorami mannozy makrofagów (CD206), które są obecne na makrofagach, komórkach dendrytycznych i komórkach śródbłonna (14). Receptory te rozpoznają węglowodany potencjalnych patogenów, co stymuluje fagocytozę i wyzwala produkcję cytokin prozapalnych - IL-1 i TNF- $\alpha$  (15). Wydaje się, że tym sposobem  $\beta$ -mannany zdolne są do stymulowania układu immunologicznego. Pod względem zdrowotnym suplementacja  $\beta$ -mannanem ogranicza występowanie biegunek poodsadzeniowych. Podobnie, jakkolwiek poprzez inne receptory działa  $\beta$ -glukan, znany ze swoich właściwości stymulujących układ immunologiczny (16). Warto jednak pamiętać, że o ile suplementacja diety  $\beta$ -glukanem poprawia niektóre wskaźniki produkcyjne (tempo wzrostu i konwersję paszy), właściwości tuszy i jakość mięsa tuczników (17), o tyle suplementacja  $\beta$ -mannanem w wyniku stymulacji immunologicznej może zwiększyć aż o 23% zużycie energii przez układ odpornościowy i ogranicza odkładanie lipidów oraz przyrosty masy ciała świń (18). Jest to o tyle zaskakujące, że np. u drobiu suplementacja  $\beta$ -mannanem poprawiała wydajność wzrostu kurcząt bez żadnego wpływu na cechy tuszy (19). Wydaje się więc, że wciąż nie do końca rozpoznane są relacje między aktywnością układu immunologicznego a produktywnością, nie sprwadzają się one jedynie do utraty energii.

Wracając do aktywacji immunologicznej jako konsekwencji zakażenia wirusowego – okazuje się, że ma ona wpływ nie tylko na osobniki nim dotknięte. W przypadku loch może mieć konsekwencje także dla potomstwa. Takie zależności opisano u świń, gdzie aktywacja układu immunologicznego matki (maternal immune activation – MIA) po przebyciu zakażenia wirusem zespołu rozrodzo-oddechowym świń (PRRSV) w trakcie ciąży związana było z silnymi zmianami behawioralnymi potomstwa przy ponownej aktywacji ich układu immunologicznego w rezultacie kolejnego zakażenia PRRSV. Stąd wszelkie praktyki prowadzące do ograniczenia aktywacji układu odpornościowego prośnych loch mogą minimalizować negatywny wpływ aktywacji układu immunologicznego matki (20). Kolejnym

ważnym aspektem jest wpływ odporności matczynej (maternal derived immunity (MDI)) przekazywanej przez lochy potomstwu. Wiadome jest, że odporność siarowa może zakłócać rozwój czynnej odpowiedzi humoralnej u immunizowanych prosiąt. Jednak nie wykazano jednoznacznego negatywnego wpływu tej odporności na wskaźniki produkcyjne szczepionych świń (21). Jest to o tyle ciekawe, że zarówno interferencja odporności biernej i czynnej, jak i aktywacja układu immunologicznego osesków po aktywacji układu immunologicznego matki to procesy zbliżone. Jest prawdopodobne, że różnice we wpływie na produktywność tych dwóch zjawisk wiążą się z faktem, że immunizacja działa wybiórczo, aktywując bardziej swoiście układ immunologiczny. Wydaje się jednak, że może to być związane z niekontrolowanym działaniem „dzikich” wirusów, gdzie np. zakażenie PRRSV u matki może negatywnie wpływać na rozwój płodów, w tym rozwój ich układu immunologicznego i jego funkcjonowanie; przede wszystkim upośledzenie funkcjonowania limfocytów T. Dzieje się tak m.in. w przypadku, gdy matka otrzymuje izoflawony (22).

Niektórzy autorzy sugerują, że aktywacja immunologiczna może być czynnikiem wpływającym na interakcje społeczne u świń, co może prowadzić do pojawienia się zachowań szkodliwych, takich jak obgryzanie ogonów. Wynika to z faktu, że jednym z często wymienianych czynników ryzyka prowadzącym do tego rodzaju kanibalizmu są cytokiny prozapalne oraz ich wpływ na układy neuroprzekazników (23). Potwierdzają to wyniki badań związane ze stresem, który może objawiać się u świń występowaniem stereotypii i zaburzeń autodestrukcyjnych. Urozaicenie środowiska przebywania prosiąt może przeciwdziałać takim zachowaniom (24), a dzieje się tak prawdopodobnie poprzez wpływ na niektóre elementy układu odpornościowego (25, 26, 27, 28, 29).

Przechodząc do aspektu stresu, który oddziałując na układ immunologiczny, silnie wpływa zarówno na zdrowie, jak i na produktywność świń, dla uproszczenia należy przyjąć, że ostry stres jest immunostymulujący i ma za zadanie przygotować układ immunologiczny do ewentualnej walki z patogenami chociażby poprzez produkcję cytokin prozapalnych i białek ostrej fazy (30, 31, 32). Z drugiej strony stres przewlekły wiąże się ze stanem przeciwnym, czyli znacznym obniżeniem poziomu cytokin prozapalnych, a wzrostem działających immunosupresyjnie jak IL-10 (33). Stres występujący u loch prośnych oddziałuje także na potomstwo i może prowadzić do znacznego obniżenia znaczące obniżenie poziomu immunoglobulin G w surowicy prosiąt ssących oraz immunosupresję odpowiedzi humoralnej i komórkowej. Zmianom tym towarzyszy zmniejszona masa grasicy (34).

W związku z tym, że chów wielkotowarowy wiąże się z występowaniem wielu czynników stresowych, m.in. takich jak: wczesne odsadzenia, nadmierne zagęszczenie, stres socjalny, termiczny czy stres związany z transportem, nie dziwi fakt, że podejmowane są próby ograniczania wpływu stresu na organizm świń np. poprzez dietę. Okazuje się, iż

korzystne efekty w zakresie redukcji stresu u świń można osiągnąć, stosując suplementację paszy magnezem (35) lub tryptofanem (36). Inne badania wykazały, iż dodatkowa podaż wolnych aminokwasów łagodzić negatywne skutki np. stresu cieplnego (37). Korzystne efekty w omawianym zakresie może dać suplementacja paszy produktami fermentacji. Wykazano, że dodatek tego typu produktów do dawki pokarmowej prosiąt chronił je przed uszkodzeniem błony śluzowej jelit pod wpływem stresu cieplnego (38). Pozytywne efekty może przynieść podaż wielonienasyconych kwasów tłuszczowych n-3 i n-6 (PUFA) zwłaszcza wtedy, gdy znajdują się one w mleku lochy. U tak karmionych prosiąt kwasy tłuszczowe mogą wpływać na zdrowie i funkcję jelit, a tym samym wspierać i modulować odpowiedź immunologiczną. Może to mieć znaczenie w trakcie szczególnie stresującej fazy życia prosiąt, jaką jest odsadzenie (39). Pozytywne efekty przeciwdziałania stresowi może dać stosowanie w diecie drożdży. Ich stosowanie w okresach stresowych wpływało korzystnie na konwersję paszy oraz prowadziło do zmniejszenia poziomu mediatorów prozapalnych, tj. TNF- $\alpha$  (40). Podobne, jakkolwiek zdecydowanie słabsze efekty, dać może stosowanie u prośnych i karmiących loch  $\beta$ -glukanów (41).

Do suplementów paszy zdecydowanie wzmacniających odporność zaliczany jest likopen. Wykazano, że w przypadku stosowania go u tuczników wyraźnie wspomagał ich odporność komórkową i humoralną (43). Podobnie w kwestii poprawy odpowiedzi komórkowej działa cynk, należy jednak pamiętać, iż duża dawka (2500 ppm) może nieznacznie zmniejszać aktywność lityczną komórek NK (44). Nie można zapominać o witaminie D, która oprócz wspomagania funkcjonowania układu immunologicznego może polepszać może parametry produkcyjne, w tym korzystnie wpływać na rozród (45). Różne są opinie na temat efektywności stosowania, w omawianym zakresie trójwartościowego chromu. Są prace wskazujące na wysoką efektywność takiego postępowania w warunkach stresu (46), ale także dane zaprzeczające temu (47).

## Podsumowanie

Wiedza na temat długotrwałego silnego pobudzenia układu odpornościowego wskazuje jednoznacznie, że długotrwałe pobudzenie ma wyraźnie niekorzystne oddziaływanie na sprawność tego układu, co przekłada się na istotnie zwiększoną podatność na zachorowania świń. Opracowano wiele sposobów, w tym wiele dodatków do paszy ograniczających negatywne omawianego zjawiska. Wydaje się jednak, że główną drogą chroniącą sprawność układu odpornościowego jest zapewnienie zwierzętom, w omawianym przypadku świniom, wysokiego poziomu dobrostanu, w tym ograniczenia liczby krążących w środowisku zwierząt drobnoustrojów.

Utrzymywanie poszczególnych grup wiekowych i fizjologicznych świń we właściwym dobrostanie zapewnia im prawidłowość funkcjonowania układu odpornościowego i w konsekwencji sprawność obronną tego układu, a w ostateczności możliwość pełnej

ekspresji potencjału genetycznego świń, w tym ich wysoką produktywność.

## Piśmiennictwo

- Kamyczek M.: Wyniki użytkowości rozplodowej loch ras matecznych w Polsce w roku 2021. Instytut Zootechniki PIB, 2022.
- Dors A.: Wpływ organizacji i zarządzania na wyniki produkcyjne, stan zdrowotny oraz występowanie i szerzenie się zakażeń bakteryjnych przewodu pokarmowego w stadach świń. Praca doktorska, PIWet – PIB w Puławach, 2015.
- Jain S., Gautam V., Naseem S.: Acute-phase proteins: As diagnostic tool. *J. Pharm. Bioallied. Sci.* 2011, 3, 118.
- Johnson R.W.: Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. *J. Anim. Sci.* 1997, 75, 1244–1255.
- Spurlock M.E.: Regulation of metabolism and growth during immune challenge: an overview of cytokine function. *J. Anim. Sci.* 1997, 75, 1773–1783.
- Ahmed S.T., Mun H.S., Yoe H., Yang C.J.: Monitoring of behavior using a video-recording system for recognition of Salmonella infection in experimentally infected growing pigs. *Animal.* 2015, 9, 115–121.
- van Niekerk G., Isaacs A.W., Nell T., Engelbrecht A.M.: Sickness-Associated Anorexia: Mother Nature's Idea of Immunonutrition? *Mediators. Inflamm.* 2016; 2016. Doi:10.1155/2016/8071539.
- Dantzer R., O'Connor J., Freund G.G., Johnson R.W., Kelley K.W.: From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain. *Nat. Rev. Neurosci.* 2008, 9, 46–56.
- Khairova R., Machado-Vieira R., Du J., Manji H.K.: A potential role for pro-inflammatory cytokines in regulating synaptic plasticity in major depressive disorder. *Inter. J. Neuropsychopharmacol.* 2009, 12, 561–578.
- Munshi S., Parrilli V., Rosenkrans J. Peripheral anti-inflammatory cytokine Interleukin-10 treatment mitigates interleukin-1 $\beta$ -induced anxiety and sickness behaviors in adult male rats. *Behav Brain Res.* 2019, 372, 112024.
- Dritz S.S., Owen K.Q., Goodband R.D., Nelssen J.L., Tokach M.D., Chengappa M.M. et al.: Influence of lipopolysaccharide-induced immune challenge and diet complexity on growth performance and acute-phase protein production in segregated early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 1996, 74, 1620–1628.
- van Heugten E., Coffey M.T., Spears J.W.: Effects of immune challenge, dietary energy density, and source of energy on performance and immunity in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 1996, 74, 2431–2440.
- Choct M., Dersjant-Li Y., McLeish J., Peisker M.: Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: A review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2010, 23, 1386–1398.
- Azad A.K., Rajaram M.V.S., Schlesinger L.S.: Exploitation of the Macrophage Mannose Receptor (CD206) in Infectious Disease Diagnostics and Therapeutics. *J. Cytol. Mol. Biol.* 2014; 1. Doi:10.13188/2325-4653.1000003.
- Cutler A.J., Botto M., van Essen D., Rivi R., Davies K.A., Gray D. et al.: T cell-dependent immune response in C1q-deficient mice: defective interferon gamma production by antigen-specific T cells. *J. Exp. Med.* 1998, 187, 1789–1795.
- Korolenko T.A., Bgatova N.P., Vetricka V.: Glucan and Mannan—Two Peas in a Pod. *Int. J. Mol. Sci.* 2019; 20. Doi: 10.3390/IJMS20133189.
- Luo J., Zeng D., Cheng L., Mao X., Yu J., Yu B. et al.: Dietary  $\beta$ -glucan supplementation improves growth performance, carcass traits and meat quality of finishing pigs. *Animal. Nutrition.* 2019, 5, 380–385.
- Huntley N.F., Nyachoti C.M., Patience J.F.: Lipopolysaccharide immune stimulation but not  $\beta$ -mannanase supplementation affects maintenance energy requirements in young weaned pigs. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2018, 9, 1–16.
- Mohammadigheisar M., Shouldice V.L., Balasubramanian B., Kim I.H.: Effect of dietary supplementation of  $\beta$ -mannanase on growth performance, carcass characteristics, excreta microflora, blood constituents, and nutrient ileal digestibility in broiler chickens. *Anim. Biosci.* 2021, 34, 1342.
- Rymut H.E., Bolt C.R., Caputo M.P., Houser A.K., Antonson A.M., Zimmerman J.D. et al.: Long-Lasting Impact of Maternal Immune Activation and Interaction With a Second Immune Challenge on Pig Behavior. *Front. Vet. Sci.* 2020, 7, 977.
- Martínez-Boixaderas N., Garza-Moreno L., Sibila M., Segalés J.: Impact of maternally derived immunity on immune responses elicited by piglet early vaccination against the most common pathogens involved in porcine respiratory disease complex. *Porcine Health Management* 2022, 8, 1–12.
- Bryan E.E., Chen X., Smith B.N., Dilger R.N., Dilger A.C.: Maternal immune activation and dietary soy isoflavone supplementation influence pig immune function but not muscle fiber formation. *J. Anim. Sci.* 2022; 100. Doi: 10.1093/JAS/SKAC134.
- Nordgreen J., Edwards S.A., Boyle L.A., Bolhuis J.E., Veit C., Sayyari A. et al.: A Proposed Role for Pro-Inflammatory Cytokines in Damaging Behavior in Pigs. *Front. Vet. Sci.* 2020, 7, 646.



24. D'Eath R.B., Arnott G., Turner S.P., Jensen T., Lahrmann H.P., Busch M.E. *et al.*: Injurious tail biting in pigs: how can it be controlled in existing systems without tail docking? *Animal*. 2014, 8, 1479–1497.
25. Luo L., Geers R., Reimert I., Kemp B., Parmentier H.K., Bolhuis J.E. Effects of environmental enrichment and regrouping on natural auto-antibodies-binding danger and neural antigens in healthy pigs with different individual characteristics. *Animal*. 2017, 11, 2019–2026.
26. Scott K., Chennells D., Campbell F., Hunt B., Armstrong D., Taylor L., Edwards S.A.: The welfare of finishing pigs in two contrasting housing systems: Fully-slatted versus straw-bedded accommodation. *Livest. Sci.* 2006; 103: 104–115.
27. Mancio A., Sensi M., Moscati L., Battistacci L., Laviola G., Brambilla G. *et al.*: Longitudinal effects of environmental enrichment on behaviour and physiology of pigs reared on an intensive-stock farm. *Ital. J. Anim. Sci.* 2011, 10, 224–232.
28. Scollo A., di Martino G., Bonfanti L., Stefani A.L., Schiavon E., Marangon S. *et al.*: Tail docking and the rearing of heavy pigs: the role played by gender and the presence of straw in the control of tail biting. Blood parameters, behaviour and skin lesions. *Res. Vet. Sci.* 2013, 95, 825–830.
29. Reimert I., Rodenburg T.B., Ursinus W.W., Kemp B., Bolhuis J.E.: Selection based on indirect genetic effects for growth, environmental enrichment and coping style affect the immune status of pigs. *PLoS. One*. 2014; 9. Doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0108700.
30. Siemińska I., Pejsak Z.: Impact of stress on the functioning of the immune system, swine health and productivity. *Med. Weter.* 2022. Doi: dx.doi.org/10.21521/mw.6673
31. Tuchscherer M., Puppe B., Tuchscherer A., Kanitz E.: Psychosocial stress sensitizes neuroendocrine and inflammatory responses to *Escherichia coli* challenge in domestic piglets. *Brain. Behav. Immun.* 2018, 68, 274–287.
32. Dhabhar F.S., Miller A.H., McEwen B.S., Spencer R.L.: Effects of stress on immune cell distribution. Dynamics and hormonal mechanisms. *J. Immunol.* 1995, 154, 5511–5527.
33. Li Y., Song Z., Kerr K.A., Moeser A.J.: Chronic social stress in pigs impairs intestinal barrier and nutrient transporter function, and alters neuro-immune mediator and receptor expression. *PLoS. One*. 2017; 12: e0171617.
34. Tuchscherer M., Kanitz E., Otten W., Tuchscherer A.: Effects of prenatal stress on cellular and humoral immune responses in neonatal pigs. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2002, 86, 195–203.
35. Bushby E., Dye L., Collins L.M.: Is Magnesium Supplementation an Effective Nutritional Method to Reduce Stress in Domestic Pigs? A Systematic Review. *Front. Vet. Sci.* 2021, 7, 1100.
36. Koopmans S.J., Ruis M., Dekker R., van Diepen H., Korte M., Mroz Z.: Surplus dietary tryptophan reduces plasma cortisol and noradrenaline concentrations and enhances recovery after social stress in pigs. *Physiol. Behav.* 2005, 85, 469–478.
37. Morales A., Chávez M., Vásquez N., Htoo J.K., Buenabad L., Espinoza S.: Increased dietary protein or free amino acids supply for heat stress pigs: effect on performance and carcass traits. *J. Anim. Sci.* 2018, 96, 1419–1429.
38. Kumar S., Bass B.E., Bandrick M., Loving C.L., Brockmeier S.L., Loft T.: Fermentation products as feed additives mitigate some ill-effects of heat stress in pigs. *J. Anim. Sci.* 2017, 95, 279–290.
39. Lauridsen C.: Effects of dietary fatty acids on gut health and function of pigs pre- and post-weaning. *J Anim Sci* 2020; 98. doi:10.1093/JAS/SKAA086.
40. Mayorga EJ, Kvidera SK, Horst EA, Al-Qaisi M, McCarthy CS, Abeyta MA *et al.* Effects of dietary live yeast supplementation on growth performance and biomarkers of metabolism and inflammation in heat-stressed and nutrient-restricted pigs. *Transl Anim Sci* 2021, 5, 1–13.
41. de Vries H., Geervliet M., Jansen C.A., Rutten V.P.M.G., van Hees H., Groothuis N. *et al.*: Impact of Yeast-Derived  $\beta$ -Glucans on the Porcine Gut Microbiota and Immune System in Early Life. *Microorganisms*. 2020, 8, 1573.
42. Rudar M., Huber L.A., Zhu C.L., de Lange C.F.M.: Effects of dietary leucine supplementation and immune system stimulation on plasma AA concentrations and tissue protein synthesis in starter pigs. *J. Anim. Sci.* 2019, 97, 829–838.
43. Fachinello M.R., Fernandes N.L.M., de Souto E.R., dos Santos T.C., da Costa A.E.R., Pozza P.C.: Lycopene affects the immune responses of finishing pigs. *Ital. J. Anim. Sci.* 2018; <https://doi.org/10.10180/1828051X20171401438> 2017; 17: 666–674.
44. Kloubert V., Blaabjerg K., Dalgaard T.S., Poulsen H.D., Rink L., Wessels I.: Influence of zinc supplementation on immune parameters in weaned pigs. *J. Trace. Elem. Med. Biol.* 2018, 49, 231–240.
45. Yang P., Ma Y.: Recent advances of vitamin D in immune, reproduction, performance for pig: a review. *Anim. Health. Res. Rev.* 2021, 22, 85–95.
46. Borgs P., Mallard B.A.: Immune-endocrine interactions in agricultural species: chromium and its effect on health and performance. *Domest. Anim. Endocrinol.* 1998, 15, 431–438.
47. van de Ligt J.L.G., Lindemann M.D., Harmon R.J., Moneguez H.J., Cromwell G.L.: Effect of chromium tripicolinate supplementation on porcine immune response during the postweaning period. *J. Anim. Sci.* 2002, 80, 449–455.

Prof. dr hab. Zygmunt Pejsak, e-mail: z@pejsak.pl

# WETERYNARYJNE ANALIZATORY LABORATORYJNE



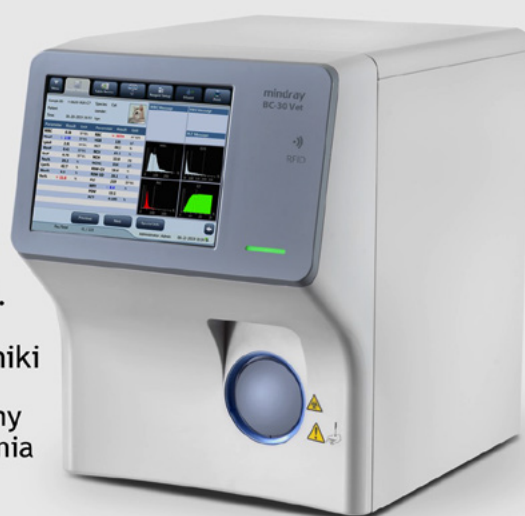
## NOWOŚĆ biochemia sucha

- 29 parametrów
- 13 gat. zwierząt
- 9 konfiguracji dysków
- wbudowana drukarka + transmisja danych
- od 2 zł / ozn.



**BIOCHEMIA NA DYSKI  
MINDRAY Vetube 30**

**mindray  
animalcare**



- 1 zł/bad.
- 4 diff
- 23 param.
- 2 odczynniki
- różne formy finansowania + leasing + raty + dzierżawa + wykup używanego

**HEMATOLOGIA  
MINDRAY BC-30 Vet**

[www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl](http://www.AnalizatoryWeterynaryjne.pl)

Zamów demo: Dominika 726 300 777 ◦ Oliwia 667 300 762 ◦ Marek 601 845 055