

Źródło: Poultry World, Volume 39, No 2-2023 s. 12-13

Biomarkers and machine learning give early warning

An early-warning system based on blood biomarkers and big data techniques gives producers greater insight into what happens in birds, giving enough time to address issues before they cause significant losses. DSM's senior director precision nutrition and health, Scott Cavey, explains.

BY FABIAN BROCKOTTER



The blood samples are analysed in a van and after uploading, the results are displayed on a convenient dashboard.

At highly efficient poultry production facilities, the main challenge is finding ways to improve an already smoothly-running operation. The main levers for improving livability in an already efficient system include: better bone health by focusing on calcium, phosphorus and vitamin D; optimal acid/base balance for bird health; mitigating the effects of coccidiosis; modulating immune response related to disease challenges; managing electrolyte balance related to heat stress and enhancing animal welfare conditions. "Using big data analytics can help to uncover opportunities for productivity improvement and loss prevention," says Scott Cavey. The senior director for precision nutrition and health at DSM is closely involved in the Verax project in which a setup for on farm blood tests was developed that are analysed and compared with huge datasets using machine learning.

Verax is an early-warning system using blood-based biomarker analysis that can uncover a host of hidden health and nutritional challenges, including coccidiosis, necrotic enteritis, microscopic E. maxima, welfare, heat stress, immunity response, as well as calcium or phosphorus deficiencies. With high input prices and calls for greater sustainability, the need for efficiency improvements has never been greater. Improving livability by 0.5% for a broiler complex producing 1 million birds a week would result in additional annual revenue of US\$ 1.2 million (assuming 6.5 lb (2.9 kg) birds at November 2022 prices in North America) along with labour cost savings and a lower environmental footprint.

Next frontier in productivity

The agriculture sector notoriously lags behind other industries when it comes to the adoption of digital technologies. For decades, the practice of poultry management has been largely reliant on

subjective visual assessments of birds. Now, the emergence of precision livestock farming tools that use data-aided decision making and automation offers new opportunities to further improve productivity. Cavey: "Real-time monitoring is one application of technology that draws upon audio and visual cues to supplement human visual assessment and is starting to gain traction."

Early-warning system

"Another application is to predict potential problems before they arise," Cavey knows. One such early-warning system successfully deployed in commercial broiler complexes relies on blood-based biomarkers to provide a detailed picture of animal health at the cellular level where disease begins. Blood samples collected from birds on site are analysed with machine learning software, then compared against benchmark industry data and peer-reviewed research using statistical modelling and machine learning to predict potential performance issues and generate suggestions for corrective action within a few hours. "Ideally, one would process the blood work of 100 birds per house once every quarter, so you create a baseline from which you can dig deeply into problems when or even before they arise," the specialist explains.

By focusing on the bird's biological processes, insights from an analysis of blood biomarkers can indicate the likely incidence of disease or nutritional deficiency without the need for posting or waiting until birds become symptomatic. That advance warning means that producers have time to implement preventive and corrective measures early on, which supports production efficiency, animal health, welfare and sustainability.



PHOTOS: DSM

Blood tests can be done without sacrificing birds.

Coccidiosis and pre-disposing factors

Coccidiosis is an intestinal disease that costs the global industry more than US\$ 3 billion in economic losses due to mortality, reduced body weight, plus the expenses related to preventive and therapeutic control, while also predisposing birds to necrotic enteritis. An early-warning system has value for producers if the insights generated are sufficiently granular and accurate to be implemented. Here we looked at two models, one for *Eimeria maxima* and the other for *E. acervulina*, to illustrate the granularity and accuracy of such a system.

Cavey: "Researchers have validated a model that provides early prediction of coccidiosis and isolates the different stages of severity of enteritis within each farm up to 8 days before it is visible. This advance warning can translate into a significant financial benefit for the farmer, along with a better overall health and welfare status for the birds". The specialist continues: "For the blood work, normally no birds have to be sacrificed. That said, for the coccidiosis status it is wise to work together with the veterinarian and compare the blood work with the results of a necropsy".

E. acervulina is a common protozoal parasite in poultry and one of the parasites that cause coccidiosis. "Using an algorithm-based model our team aided a poultry integration in EMEA to predict the likely rate of infection of flocks based on data from blood biomarkers within 2-3% of the veterinary diagnosis," says Cavey. Table 1 illustrates how such an early-warning system can help reduce the time to diagnosis for certain health challenges.

Table 1. Early-warning model closely matched veterinary diagnosis of *Eimeria acervulina*

	Predicted infection rate	Actual infection rate
Farm 1	13%	10%
Farm 2	26%	24%

Table 2. New framework for bird monitoring

Best practice until now	Best practice from now on
Quantifiable data from research in lab setting; hard to replicate	Quantifiable data from your birds, in your environment, via blood test
Detect disease and nutrition issues through visual cues in postings	Detect disease and nutrition issues days before visible cues, in time to reduce disease transmission
Decisions based on visual assessment and on-site expertise	Decisions based on hard data, peer-reviewed recommendations and on-site expertise

Getting to the root cause faster

"Eliminating guesswork helps get to a resolution more quickly. For example, often when we find companies with high DOAs (dead on arrival) at the processor, the assumed cause is heat stress. However, using the broad number of biomarkers we detected hypoglycemia in those flocks. This insight shifts our customers' attention away from further investments in solutions such as installing fans and shade and instead they investigate grind size in feed and feed intake variances. Being able to pinpoint the real issue and take appropriate action saves producers considerable time and money. I have seen customers who really were in awe after we shared our results," states Cavey.

Monitoring immune response

By looking at immune response factors such as the movement of albumin and globulin proteins, blood biomarker analysis can indirectly reveal the impact of vaccines on production. Cavey: "In one case, a customer observed their robustly designed vaccination programme was not delivering sufficient immune response in the birds. Further investigation uncovered that the vaccine had been frozen, contrary to the prescribed storage and handling guidelines, impairing vaccine efficacy". Blood biomarker analysis identified which farms were given the properly or improperly stored batches of the vaccine. "The customer could then take steps to mitigate the issue, preventing further production losses."

Unlocking greater production efficiency

For the poultry industry, blood biomarker-based analysis has the potential to improve production efficiency and usher in a new framework for bird monitoring, assessment and decision-making that will redefine industry best practice (Table 2). Reducing food loss and waste by leveraging new machine learning technology potentially can add to producer profitability, promote bird welfare and shrink the environmental footprint of poultry production.

Biomarkery i uczenie maszynowe dają wczesne ostrzeżenie

System wczesnego ostrzegania oparty na biomarkerach krwi i technikach "big data" daje producentom większy wgląd w to, co dzieje się u ptaków, zapewniając wystarczająco dużo czasu na zajęcie się problemami, zanim spowodują one znaczne straty. Starszy dyrektor ds. żywienia precyzyjnego i zdrowia w DSM, Scott Cavey, wyjaśnia.

AUToR FABIAN BROCKOTTER



Próbki krwi są analizowane w automacie, a po załadowaniu wyniki są wyświetlane na wygodnej tablicy rozdzielczej.

W wysoko wydajnych zakładach produkcji drobiu głównym wyzwaniem jest znalezienie sposobów na usprawnienie i tak już sprawnie działającej operacji. Do głównych dźwigni poprawy utrzymania w już wydajnym systemie należą: lepsze zdrowie kości poprzez skupienie się na wapniu, fosforze i witaminie D; optymalna równowaga kwasowo-zasadowa dla zdrowia ptaków; łagodzenie skutków kokcydiozy; modulowanie odpowiedzi immunologicznej związanej z wyzwaniami chorobowymi; zarządzanie równowagą elektrolitową związaną ze stresem cieplnym i poprawa warunków dobrostanu zwierząt. "Wykorzystanie analityki „big data” może pomóc w odkryciu możliwości poprawy wydajności i zapobiegania stratom" - mówi Scott Cavey. Starszy dyrektor ds. żywienia precyzyjnego i zdrowia w DSM jest ściśle zaangażowany w projekt Verax, w którym opracowano konfigurację do badań krwi w gospodarstwie, które są analizowane i porównywane z ogromnymi zbiorami danych przy użyciu uczenia maszynowego.

Verax jest systemem wczesnego ostrzegania wykorzystującym analizę biomarkerów z krwi, który może ujawnić wiele ukrytych problemów zdrowotnych i żywieniowych, w tym kokcydiozę, martwicze zapalenie jelit, mikroskopijne E. maxima, dobrostan, stres cieplny, reakcję odpornościową, jak również niedobory wapnia lub fosforu. Przy wysokich cenach środków produkcji i wezwaniach do większego zrównowazenia, potrzeba poprawy wydajności nigdy nie była większa. Poprawa poziomu utrzymania o 0,5% dla kompleksu brojlerów produkującego 1 milion ptaków tygodniowo przyniosłaby dodatkowy roczny przychód w wysokości 1,2 miliona USD (przy założeniu, że ptaki o wadze 6,5 funta (2,9 kg) według cen z listopada 2022 r. w Ameryce Północnej) wraz z oszczędnością kosztów pracy i mniejszym śladem środowiskowym.

Następna granica wydajności

Sektor rolnictwa notorycznie pozostaje w tyle za innymi branżami, jeśli chodzi o przyjęcie technologii cyfrowych. Przez dziesięciolecia praktyka zarządzania drobiem była w dużej mierze uzależniona od subiektywnej oceny wizualnej ptaków. Teraz pojawienie się narzędzi precyzyjnego rolnictwa hodowlanego, które wykorzystują wspomagany danymi proces decyzyjny i automatyzację, oferuje nowe możliwości dalszej poprawy produktywności. Cavey: "Monitorowanie w czasie rzeczywistym jest jednym zastosowaniem technologii, która czerpie z dźwiękowych i wizualnych wskazówek, aby uzupełnić ludzką ocenę wizualną i zaczyna zdobywać uznanie".

System wczesnego ostrzegania

"Innym zastosowaniem jest przewidywanie potencjalnych problemów zanim się pojawią" - mówi Cavey. Jeden z takich systemów wczesnego ostrzegania, z powodzeniem wdrożony w komercyjnych kompleksach brojlerów, opiera się na biomarkerach z krwi, aby zapewnić szczegółowy obraz zdrowia zwierząt na poziomie komórkowym, gdzie zaczyna się choroba. Próbkę krwi pobrane od ptaków na miejscu są analizowane za pomocą oprogramowania do uczenia maszynowego, a następnie porównywane z wzorcowymi danymi branżowymi i recenzowanymi badaniami przy użyciu modelowania statystycznego i uczenia maszynowego, aby przewidzieć potencjalne problemy z wydajnością i wygenerować sugestie dotyczące działań naprawczych w ciągu kilku godzin. "Idealnie byłoby przetwarzać wyniki badań krwi 100 ptaków na kurnik raz na kwartał, dzięki czemu tworzysz punkt odniesienia, z którego możesz zagłębić się w problemy, gdy się pojawią lub nawet przed nimi" - wyjaśnia specjalista.

Skupiając się na procesach biologicznych ptaków, analiza biomarkerów krwi może wskazać prawdopodobne wystąpienie choroby lub niedoboru żywieniowego bez konieczności potwierdzenia lub czekania, aż ptaki zaczną odczuwać objawy. To wcześniejsze ostrzeżenie oznacza, że producenci mają czas na wczesne wdrożenie środków zapobiegawczych i naprawczych, co wspiera wydajność produkcji, zdrowie zwierząt, dobrostan i zrównoważony rozwój.



Badania krwi można wykonać bez poświęcania ptaków. FOTOGRAFIE: DSM

Kokcydioza i czynniki predysponujące

Kokcydioza jest chorobą jelitową, która kosztuje światowy przemysł ponad 3 miliardy dolarów w postaci strat ekonomicznych spowodowanych śmiertelnością, zmniejszoną masą ciała oraz wydatkami związanymi z kontrolą prewencyjną i terapeutyczną, a także predysponuje ptaki do wystąpienia martwiczego zapalenia jelit. System wczesnego ostrzegania ma wartość dla producentów, jeśli generowane spostrzeżenia są wystarczająco szczegółowe i dokładne, aby można je było wdrożyć. Tutaj przyjrzelśmy się dwóm modelom, jednemu dla *Eimeria maxima* i drugiemu dla *E. acervulina*, aby zilustrować ziarnistość i dokładność takiego systemu. Cavey: "Naukowcy zatwierdzili model, który zapewnia wczesne przewidywanie kokcydiozy i wyodrębni różne etapy nasilenia zapalenia jelit w obrębie każdej fermy do 8 dni przed jego widocznością. Ten sygnał ostrzegawczy z wyprzedzeniem przekłada się na znaczne korzyści finansowe dla hodowcy, wraz z lepszym ogólnym stanem zdrowia i dobrostanu ptaków". Specjalista kontynuuje: "W przypadku badania krwi, zwykle nie trzeba poświęcać ptaków. W przypadku stwierdzenia kokcydiozy warto jednak współpracować z lekarzem weterynarii i porównać wyniki badania krwi z wynikami badania sekcijnego". *E. acervulina* jest powszechnym pasożytem pierwotniakowym u drobiu i jednym z pasożytów wywołujących kokcydiozę. "Korzystając z modelu opartego na algorytmie, nasz zespół wspomógł integrację drobiu w EMEA, aby przewidzieć prawdopodobny wskaźnik zarażenia stad na podstawie danych z biomarkerów krwi w ciągu 2-3% od diagnozy weterynaryjnej" - mówi Cavey. Tabela 1 ilustruje, jak taki system wczesnego ostrzegania może pomóc w skróceniu czasu do diagnozy w przypadku niektórych wyzwań zdrowotnych.

Tabla 1. Model wczesnego ostrzegania ściśle dopasowany do diagnostyki weterynaryjnej *Eimeria acervulina*

	Przewidywany wskaźnik zakażenia	Rzeczywisty wskaźnik zakażenia
Gospodarstwo 1	13%	10%
Gospodarstwo 2	26%	24%

Tabela 2. Nowe założenia dla monitoringu ptaków

Dotychczasowa najlepsza praktyka	Najlepsza praktyka od teraz
Wymierne dane z badań w warunkach laboratoryjnych; trudne do powtórzenia	Wymierne dane od Twoich ptaków, w Twoim środowisku, poprzez badanie krwi
Wykrywanie chorób i problemów żywieniowych poprzez wizualne wskazówki w postach	Wykrywanie chorób i problemów żywieniowych na kilka dni przed widocznymi wskazówkami, w czasie umożliwiającym ograniczenie przenoszenia chorób
Decyzje oparte na ocenie wizualnej i ekspertyzie na miejscu	Decyzje oparte na twardych danych, recenzowanych zaleceniach i ekspertyzie na miejscu

Szybsze dotarcie do pierwotnej przyczyny

"Eliminacja domysłów pomaga szybciej znaleźć rozwiązanie. Na przykład, często gdy znajdujemy firmy z wysokim DOA (martwe w momencie przybycia) do przetworni, zakładaną przyczyną jest stres cieplny. Jednakże, wykorzystując szeroką gamę biomarkerów, wykryliśmy w tych stadach

hipoglikemię. Ten wgląd przesuwa uwagę naszych klientów z dala od dalszych inwestycji w rozwiązania takie jak instalacja wentylatorów i zaciemnienie, a zamiast tego badają oni wielkość rozdrobnienia w paszy i wariacje spożycia paszy. Możliwość wskazania prawdziwego problemu i podjęcia odpowiednich działań pozwala producentom zaoszczędzić sporo czasu i pieniędzy. Widziałem klientów, którzy naprawdę byli pod wrażeniem po tym, jak podzieliliśmy się naszymi wynikami", stwierdza Cavey.

Monitorowanie odpowiedzi immunologicznej

Analizując czynniki odpowiedzi immunologicznej, takie jak przemieszczanie się białek albuminy i globuliny, analiza biomarkerów krwi może pośrednio ujawnić wpływ szczepionek na produkcję. Cavey: "W jednym przypadku klient zaobserwował, że ich solidnie zaprojektowany program szczepień nie zapewniał wystarczającej odpowiedzi immunologicznej u ptaków. Dalsze dochodzenie ujawniło, że szczepionka została zamrożona, niezgodnie z zalecanymi wytycznymi dotyczącymi przechowywania i obchodzenia się z nią, co pogorszyło skuteczność szczepionki". Analiza biomarkerów krwi pozwoliła określić, które fermi otrzymały prawidłowo lub nieprawidłowo przechowywane partie szczepionki. "Klient mógł wówczas podjąć kroki w celu złagodzenia problemu, zapobiegając dalszym stratom w produkcji".

Uwolnienie większej wydajności produkcji

Dla branży drobiarskiej analiza oparta na biomarkerach krwi ma potencjał, aby poprawić wydajność produkcji i wprowadzić nowe ramy monitorowania ptaków, oceny i podejmowania decyzji, które na nowo zdefiniują najlepsze praktyki w branży (Tabela 2). Zmniejszenie strat i marnotrawstwa żywności poprzez wykorzystanie nowej technologii uczenia maszynowego może potencjalnie zwiększyć rentowność producentów, promować dobrostan ptaków i zmniejszyć ślad środowiskowy produkcji drobiu.