

# Stres i procesy adaptacyjne a dobrostan ptaków (cz. I)

Iwona Pijarska, Henryk Malec

Drobiarstwo – Działy Specjalne, Dębówka

Adaptacja to zespół mechanizmów przystosowawczych organizmu: nerwowych, hormonalnych, hemodynamicznych, odpornościowych i metabolicznych. W zależności od potrzeb organizm może uruchomić dwa rodzaje procesów adaptacyjnych: nieskomplikowane, oparte na prostych łukach odruchowych regulacje hemostatyczne i reakcje stresowe, obejmujące już zmiany czynnościowe układów nerwowego i hormonalnego, które są odpowiedzialne za całość funkcji fizjologicznych. O tym, która z tych reakcji zostanie podjęta przez organizm decyduje nasilenie czynników środowiska oddziałujących na zwierzęta oraz cechy konstytucjonalne samego organizmu, warunkowane genetycznie. Wszystkie organizmy żywe podlegają wpływom ciągle zmieniających się czynników środowiska. Jeśli ta stymulacja przez określone czynniki nie trwa zbyt długo i nie jest zbyt silna i częsta, to organizm stopniowo przystosowuje się do zaistniałych zmian, korzystnie przestrajając swoją wewnętrzną równowagę biologiczną. Słabe bodźce środowiskowe uruchamiają proste regulacje homeostatyczne i stopniowo dostosowują mechanizmy regulacyjne organizmu wystarczające do zachowania równowagi fizjologicznej. Czynniki silniejsze, będące już zagrożeniem, wywołują stres. Istotą tego zjawiska jest dążenie obciążonego niekorzystnymi warunkami środowiskowymi organizmu do przeciwstawienia się im i przetrwania w nowych warunkach. Jeśli jednak bodziec pojawi się nagle, będzie intensywny lub długotrwały, organizm może nie uporać się z działaniem niekorzystnego czynnika, zwanego już uszkadzającym [3, 6].

Każdy stres wyzwala odruchy obronne i adaptacyjne, niezbędne do przystosowania się danego osobnika do zmienionej sytuacji. Im jest on silniejszy i dłuższy, tym adaptacja, w którą zaangażowana jest większość narządów i układów regulacyjnych, jest trwalsza. Głównymi następstwami stresu są odchylenia morfologiczne, czynnościowe i w przemianie materii, co manifestuje się jako ogólny zespół przystosowania. Zmiany czynnościowe dotyczą głównie gruczołów wewnętrznego wydzielania, układu pokarmowego, naczyniowego i odpornościowego [2, 3, 6].

Badania nad stresem i mechanizmami adaptacji, możliwościami utrzymania na odpowiednim poziomie dobrostanu organizmu, prowadzono już w XIX wieku. Za ojca tych badań uważa się francuskiego fizjologa Claude Bernarda, odkrywcę stałości środowiska wewnętrznego, jego równowagi jako podstawy utrzymania się organizmu przy życiu w pełnym zdro-

wiu. Innym badaczem zajmującym się tymi zagadnieniami był Walter Cannon, fizjolog amerykański, który wprowadził i zdefiniował pojęcie homeostazy. Określił on stałość środowiska wewnętrznego jako konieczną do egzystowania wobec czynników zagrażających. Cannon badał fizjologiczne mechanizmy regulujące homeostazę. Wyodrębnił dwa rodzaje stresu: ostry – intensywny, krótkotrwały oraz chroniczny – długotrwały, choć o słabszym nasileniu. Zapoczątkował on także badania nad stresem psychogennym, wpływem czynników psychicznych na powstawanie stresu i uwalnianie adrenaliny. Poglądy Bernarda i Cannona można uznać za podwaliny badań nad dobrostanem zwierząt. Ich doświadczenia dotyczyły procesów fizjologicznych, będących odbiciem stanu zdrowia organizmu.

W badaniach nad stresem i adaptacją ogromne zasługi położył również Hans Selye. Reakcję organizmu na różne czynniki środowiskowe (ekspozycja na zimno, gorąco, substancje drażniące, czynniki zakaźne, uszkodzenia mechaniczne, długotrwały transport, itp.) nazwał stresem już w 1936 roku. Pierwszym etapem odpowiedzi organizmu na te stresotwórcze czynniki jest tzw. faza alarmowa. W przypadku dłuższego działania bodźców środowiskowych organizm podejmuje uogólniony wysiłek, by przystosować się do nowych warunków; tę reakcję określa się jako stadium oporności. Pod wpływem stresu dochodzi do uruchomienia mechanizmów endokrynych i szeregu niespecyficznych zmian (m.in. zanik narządów limfatycznych, mobilizacja cukru we krwi). Do wszystkich tych zmian dochodzi po uprzednim uczynieniu podwzgórza, produkującego czynnik pobudzający przysadkę do zwiększonego wydzielania ACTH, a w konsekwencji uwolnienia kortykoidów z kory nadnerczy [1]. W warunkach fizjologicznych wzrost stężenia glikokortykoidów we krwi zwrótnie hamuje uwalnianie czynnika podwzgórzowego i ACTH. Podczas stresu natomiast, ujemne sprzężenie zwrotne ulega rozregulowaniu, a mechanizm dodatniego sprzężenia trwa jeszcze jakiś czas po ustaniu działania czynnika stresującego i przedłuża jego skutki [3]. Po stadium adaptacji następuje faza wyczerpania organizmu, która na skutek szeregu nieodwracalnych reakcji może prowadzić do śmierci. Selye jest autorem tzw. koncepcji niespecyficzności procesów adaptacyjnych. Zgodnie z jej zasadami, organizm może odpowiadać na wiele różnych impulsów taką samą reakcją. Badacz ten wyjaśnił rolę osi podwzgórzowo-przysadkowo-nadnerczowej i zwrócił uwagę na rozwój procesów patologicznych w następstwie reakcji stresowej.

Obserwacje poczynione przez Bernarda, Cannona i Selye'ego stały się podstawą do dalszych badań nad stresem i adaptacją. Wielu naukowców zajmujących się tymi zagadnieniami [4] stwierdziło, że duży wpływ na procesy adaptacyjne ma psychika zwierząt, co wyraża się odpowiednim zachowaniem (behawiorem). Ponadto wszyscy ci badacze wykazali związek między zachowaniem a odpowiedzią endokrynną w czasie stresu i procesów adaptacyjnych. Czynniki psychiczne zmieniają charakter reakcji przystosowawczej poprzez zastąpienie odpowiedzi podwzgórzowo-przysadkowo-korowo-nadnerczowej i wzrost kortykoidów w stresie soma-

tycznym (fizjologicznym) aktywacją osi współczulno-rdzeniowo-nadnerczowej i wzrostem poziomu katecholamin w stresie psychogennym, emocjonalnym [6]. Doświadczenia prowadzone w tym zakresie dowiodły, że reakcje organizmu na stres nie zawsze są takie same. Impulsy powstające pod wpływem bodźców zewnętrznych docierają do wyższych struktur nerwowych i przy pomocy psychiki są analizowane, dzięki czemu organizm może odpowiedzieć na stres adekwatnie do siły działającego czynnika stresotwórczego. Bodźce psychiczne są ważniejszymi modulatorami uruchamiającymi reakcję organizmu na stres somatyczny, wywoływany przez czynniki fizyczne. W niektórych sytuacjach stres może okazać się reakcją specyficzną, ponieważ na określoną, wcześniej poznaną sytuację zwierzęta reagują w ten sam sposób, angażując w to procesy psychiczne. Wyróżnia się dwa rodzaje odpowiedzi na stres: hormonalną i behawioralną. Te dwie adaptacyjne reakcje organizm uruchamia alternatywnie, co oznacza, że przy odpowiedzi behawioralnej nie obserwuje się zmiany statusu hormonalnego i odwrotnie, wzbudzana odpowiedź endokrynną nie musi powodować zmian w zachowaniu się zwierząt [6].

Definicja stresu ewoluowała wraz z rozwojem nauki o biologicznie aktywnych substancjach w komórkach i tkankach zwierząt. U podłoża tego zjawiska leży działanie równocześnie uwalnianych mediatorów i modulatorów reakcji przeciwstresowej, takich jak: naturalne morfiny – endorfiny, serotonina, histamina, adrenalina, noradrenalina, hormony peptydowe, neuropeptydy, liberyny, prostaglandyny [3].

Współczesne modele stresu i adaptacji u zwierząt zostały uzupełnione przez Henry'ego i Leshnera, którzy zwrócili uwagę na ogromny wpływ czynników genetycznych, determinujących poziom wrażliwości i sposób reakcji układu nerwowego na działanie stresorów. Dzięki tej specyficznej dla danego osobnika reaktywności nerwowej, jego odpowiedź na bodziec może mieć charakter behawioralny lub hormonalny. O stanie wrażliwości układu nerwowego mówi nam stan mózgu. To właśnie mózg, jako nadrzędny organ reguluje determinowaną genetycznie odpowiedź hormonalną i behawioralną i aktywuje jedną z nich, co pozwala określić fizjologiczny wysiłek organizmu w procesie przystosowania.

Psychoneuroendokrynologia, zwana też psychoneurobiologią, stanowi podstawę badań nad dobrostanem zwierząt i wyznacza współczesne kierunki ochrony zwierząt. Jest to stosunkowo nowa dziedzina nauki, która zajmuje się zależnościami między procesami psychicznymi, zachowaniem się zwierząt (behawiorem) a mechanizmami hormonalnymi (fizjologicznymi). Przez to daje informację o całokształcie funkcji organizmu.

W piśmiennictwie fachowym obowiązuje obecnie podział wskaźników dobrostanu na fizjologiczne, behawioralne, zdrowotne i produkcyjne. Metody badań stosowane w każdej z tych dziedzin pozwalają oceniać poziom „welfare” [4]. Według Brooma [4], utrzymanie w normie wskaźników fizjologicznych to jeden z czynników świadczących o wysokim poziomie dobrostanu. W sytuacji odwrotnej mamy do czynienia

między innymi z obniżonym wzrostem i rozwojem zwierząt, niewystarczającym poziomem zdolności adaptacyjnych w warunkach działania czynników stresogennych, immunosupresją, a w konsekwencji chorobami i słabszymi efektami produkcyjnymi [4, 8].

Stres, w zależności od nasilenia i charakteru, może mieć dla organizmu znaczenie korzystne lub szkodliwe. Jeśli jego natężenie i czas trwania nie przekraczają pewnych granic, właściwych dla danego osobnika i jego stanu fizjologicznego, wtedy działa pożytecznie. W takich bowiem warunkach stres pobudza wiele korzystnych dla organizmu reakcji przemiany materii i zjawisk fizjologicznych, co wzmacnia obronność i ogólną odporność. Stres zbyt nasilony i trwający dłuższy czas jest niestety zjawiskiem niekorzystnym, szczególnie dla osobników o słabszych zdolnościach adaptacyjnych. Dochodzi wówczas do obniżenia odporności na działanie swoistych lub nieswoistych stresorów, a w konsekwencji do zaburzeń w funkcjonowaniu poszczególnych narządów i układów organizmu, chorób, a nierzadko śmierci [2].

Współczesne technologie produkcji zwierzęcej stwarzają wiele stanów stresowych dla zwierząt: transport, nadmierna produkcja, zbyt duża obsada na jednostce powierzchni, konieczność przeprowadzania brakowania osobników ze stada oraz zabiegów profilaktycznych, nieodpowiednie żywienie, itp. Szczególnie częste i niebezpieczne sytuacje stresowe występują u zwierząt nowo narodzonych i młodych, ze względu na ich właściwości fizjologiczne [2]. Nie w pełni wykształcone jeszcze u wyklutych piskląt mechanizmy termoregulacyjne nie pozwalają właściwie regulować ciepłoty ciała w odpowiedzi na zmienne warunki termiczne otoczenia. Tkanka łączna u młodych osobników ma jeszcze częściowo charakter zarodkowy i nie wykazuje odpowiednich cech obronnych. Wzrost, w stanach stresowych, poziomu glikokortykoidów w krwi i obniżenie stężenia witaminy C to dodatkowy czynnik utrudniający utrzymanie homeostazy. U młodych zwierząt nie są jeszcze zupełnie rozwinięte mechanizmy regulujące gospodarkę wodno-mineralną, a także system przeciwstresowy (podwzgórze, przysadka, nadnercza oraz wątroba, tarczyca, układ krwiotwórczy i limfatyczny). W związku z tym, nawet słabo działający stresor jest w stanie wywołać w młodym organizmie nieprawidłową reakcję adaptacyjną, której przebieg jest zawsze gwałtowniejszy i bardziej nasilony niż u osobników dorosłych. Te nadmierne reakcje obronne i adaptacyjne wywoływane przez wszelkie czynniki stresotwórcze u młodych zwierząt są przyczyną zaburzeń w sferze emocjonalnej i somatycznej, powodują obniżenie wyników zdrowotnych i produkcyjnych [2, 4].

Od dłuższego czasu w wielu krajach obserwuje się odchylenie od zbyt obciążających organizm zwierzęcy systemów produkcji, a przynajmniej łagodzenie ekstremalnych rozwiązań chowu w kierunku dobrostanu zwierząt [1, 9]. Kodeks Dobrostanu Zwierząt Gospodarskich, opracowany przez specjalistów z Rady Dobrostanu Zwierząt, przedstawia wymagania, które muszą być spełnione, aby zwierzęta były:

– wolne od głodu i pragnienia;

- wolne od dyskomfortu;
- wolne od bólu, urazów i chorób;
- zdolne do wyrażania normalnego behawioru;
- wolne od strachu i stresu [4, 8].

Zdrowie, mieszczące się w pojęciu dobrostanu, stanowi jedno z kryteriów jego oceny. Niedostatecznemu dobrostanowi zawsze towarzyszy zły stan zdrowia. Nie oznacza to jednak, że dobre zdrowie jest równoznaczne z wysokim poziomem „welfare”. Nawet przy, wydawałoby się, dobrym samopoczuciu zwierząt dobrostan może okazać się obniżony, a to wcześniej czy później doprowadzi do pogorszenia zdrowia [4]. Wynikiem przystosowania się organizmu do zmian stale zachodzących w środowisku zewnętrznym są zmiany morfologiczne, biochemiczne i fizjologiczne, które mogą rozwijać się na wszystkich poziomach organizacji czynnościowej organizmu [7]. Przyczyną strat w hodowli, szczególnie wielkotowarowej, jest nadmierna obsada zwierząt na jednostce powierzchni, nieprawidłowe warunki zoohigieniczne transportu i chowu, nieprzestrzeganie zasad sanitarno-weterynaryjnych, błędy żywieniowe, choroby. Do zachorowań usposabia immunosupresja wywołana przez czynniki obniżające aktywność układu immunologicznego, skażenie środowiska i stres. Skuteczność zapobiegania niekorzystnym wpływom tych czynników w dużym stopniu zależy od monitoringu dobrostanu zwierząt [5]. Układ immunologiczny, nerwowy i hormonalny zapewniają czynnościową i strukturalną stałość środowiska wewnętrznego organizmu. Pierwszym etapem w reakcji na działanie czynników stresotwórczych jest tzw. odpowiedź ostrej fazy. Istotą tego procesu są zmiany w stężeniu niektórych białek surowicy, tzw. pozytywnych i negatywnych białek ostrej fazy. Rola tych substancji, o różnych właściwościach fizykochemicznych i szerokim zakresie funkcji biologicznych, polega na eliminowaniu czynników uszkadzających, naprawie uszkodzonych tkanek i narządów, a w rezultacie na przywróceniu homeostazy [5]. Odpowiedzi ostrej fazy towarzyszą zmiany behawioralne: obniżenie aktywności życiowej, apatia, spowolnienie procesów trawienia. Towarzyszy temu działanie, między innymi, interleukin 1. i 6. oraz czynnika martwicy nowotworu  $\alpha$ , co przejawia się zaburzeniami w ośrodku termoregulacji i łaknienia, a także indukcją zmian metabolicznych w postaci nasilonych procesów katabolicznych białek. Wzmoczony katabolizm ma na celu pozyskanie puli niezbędnych aminokwasów do syntezy immunoglobulin i glukoneogenezy [5]. W tej pierwszej fazie odpowiedzi, zwanej też alarmową, zwierzę mobilizuje wszystkie swoje siły obronne i intensywnie zużywa zapasy energetyczne. W drugim etapie odpowiedzi, tzw. fazie przystosowania, procesy metaboliczne stabilizują się, podczas gdy zwiększa się odporność na czynnik stresotwórczy, przede wszystkim w wyniku działania uwalnianych hormonów kory nadnerczy, glikokortykosteroidów. Jeśli natężenie lub czas trwania działania stresora przekraczają możliwości adaptacyjne organizmu, to odpowiedź może przejść w fazę wyczerpania, która może zakończyć się chorobą z nieprzystosowania lub nawet śmiercią zwierzęcia [3]. Stężenie białek ostrej fazy w surowicy od-

zwierciedla stan aktywacji układu immunologicznego; są więc bardzo pomocne w monitorowaniu zdrowotności zwierząt, szczególnie w odniesieniu do dużych ferm hodowlanych i produkcyjnych. Kontrola poziomu tych substancji jest jednym z narzędzi umożliwiających wykrycie wczesnych zaburzeń homeostazy, a tym samym podjęcia właściwych działań w celu poprawy dobrostanu zwierząt [5].

Przy zaburzeniu homeostazy składniki odżywcze organizmu są wykorzystywane głównie w kierunku wzmoczenia procesów immunologicznych. Przejawia się to zwiększonym uwalnianiem hormonów sterydowych, zmianą poziomu białek ostrej fazy. Dochodzi także do wzrostu tempa przemiany materii, w celu pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na energię, i obniżenia syntezy białek, a w konsekwencji zmniejszenia przyrostów masy ciała.

W przypadku chowu drobiu efekty pogorszenia dobrostanu są najczęściej widoczne na poziomie populacyjnym i obejmują organizm, którym jest stado liczące kilka lub kilkadziesiąt tysięcy ptaków. Czynniki stresotwórcze powodują zmiany czynnościowe w układzie immunologicznym, mechanizmach odpornościowych, a także są przyczyną nieprawidłowości morfologicznych. Niektórzy autorzy [4] przytaczają wyniki badań, z których wynika, że niekorzystne warunki środowiska (narażenie ptaków na działanie kadmu) zakłócają aktywność mechanizmów odporności zarówno humoralnej, jak i komórkowej. Zmiany niektórych parametrów immunologicznych stanowią reakcję przystosowawczą ptaków do stresu wywołanego obecnością stresora w ich środowisku. Bardzo niebezpieczną konsekwencją takiego stanu jest immunosupresja, która stanowi poważny problem w wielkotowarowej produkcji drobiarskiej. W stadzie z osłabioną odpornością występuje na ogół zwiększona śmiertelność, zróżnicowanie ptaków, zmniejszone przyrosty i wyższy wskaźnik wykorzystania paszy. Ponadto ptaki z objawami immunosupresji wykazują zwolnioną i nieprawidłową odpowiedź na podawane szczepionki.

Przetrawanie organizmów wyższych narażonych na ciągły kontakt z niekorzystnymi czynnikami środowiska wewnętrznego i zewnętrznego jest możliwe dzięki sprawnemu funkcjonowaniu powiązanych ze sobą układów. Jednym z warunków dobrego zdrowia jest immunohomeostaza. Wskaźniki dobrostanu określają warunki bytowe zwierząt hodowlanych i są wykorzystywane do ustalania postępowania w ochronie zdrowia i prognozowania efektów produkcyjnych [5].

**Literatura:** 1. Blokhuis H.J., Ekkel E.D., Korte S.M., Hopster H., van Reenen C.G., 2000 – *Vet. Q.* 4, 217-222. 2. Fitko R., Walczak J., Wojtatowicz Z., 1976 – Stany stresowe u zwierząt. Zapobieganie i zwalczanie. Chemia, Warszawa. 3. Kania B.F., Wójcik-Pławińska A., Majcher A., 1999 – *Nowa Wet.* 4, 28-31. 4. Kołacz R., Bodak E., 1999 – *Med. Wet.* 3, 147-154. 5. Kostro K., Luft-Deptuła D., Gliński Z., Miazga A., 2003 – *Życie Wet.* 1, 19-25. 6. Kowalski A., 2002 – *Med. Wet.* 4, 256-260. 7. Krasnodębska-Depta A., Koncicki A., 2002 – *Med. Wet.* 3, 223-226. 8. Saba L., Nowakowicz-Dębek B., Bis-Wencel H., 2000 – *Ochrona zdrowia zwierząt*. Wyd. AR w Lublinie. 9. Santora G.S., Lund J.D., Erbsoll A.K., Petersen J.S., Vestergaard K.S., 2001 – *World's Poultry Sci. J.* 1, 55-69.