

# Fosforany w żywieniu świń

Fosfor jest niezbędnym składnikiem pokarmowym w żywieniu świń, a prawidłowe zaopatrzenie zwierząt w ten składnik mineralny ma wpływ nie tylko na wyniki produkcyjne, ale oddziałuje również na środowisko.

Krzysztof Lipiński

Katedra Żywienia Zwierząt,  
Paszoznawstwa i Hodowli Bydła  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie



Ten ostatni aspekt ma coraz większe znaczenie, zwłaszcza na obszarach, gdzie prowadzona jest intensywna produkcja zwierzęca. Wraz z postępem genetycznym świń zapotrzebowanie na fosfor zwiększa się. Mieszanki stosowane w żywieniu różnych grup trzody chlewnej powinny więc charakteryzować się stosunkowo dużą zawartością fosforu, z drugiej strony silna presja uwarunkowań środowiskowych wpływa na zmniejszanie zawartości tego składnika mineralnego w mieszankach. Pogodzenie tych dwóch przeciwstawnych tendencji wymaga precyzyjnego określenia zapotrzebowania na fosfor oraz stosowania wysoko przyswajalnych źródeł tego makroelementu.

U świń zawartość w paszach i potrzeby zwierząt wyrażane są w fosforze strawnym lub dostępnym. Zwykle stosowane są dwie metody określania dostępności fosforu dla zwierząt. Dostępność określana metodą „slope ratio” polega na stosowaniu wzrastających dawek fosforu z paszy o nieznannej dostępności i badaniu zależności pomiędzy pobraniem fosforu a ilością popiołu w kościach i ich odpornością na złamanie. Uzyskiwane wyniki są porównywane ze standardowym źródłem fosforu, którym najczęściej jest fosforan jednosodowy. Druga technika to określanie strawności pozornej fosforu poprzez różnicę ilości fosforu pobranego w paszy i wydalonego w kale.

W ocenie zapotrzebowania świń na fosfor może być również stosowany system standaryzowanej strawności fosforu w całym przewodzie pokarmowym (STTD – standardized total tract digestibility) – Petersen i Stein 2006, Almeida i Stein 2010. Opiera się on na określeniu pozornej strawności fosforu w całym przewodzie pokarmowym (ATTD apparent total tract digestibility) klasycznymi metodami, a następnie na ustaleniu strat fosforu endogenego (pochodzącego z przemian w organizmie) określonych przy żywieniu mieszankami niezawierającymi tego makroelementu.

Autorzy nowego systemu oceny strawności fosforu przyjmują, że pozwala on lepiej ocenić

strawność fosforu w materiałach i mieszankach paszowych oraz bardziej precyzyjnie zaspokajać zapotrzebowanie zwierząt na fosfor.

Fosfor występuje generalnie we wszystkich paszach. W paszach roślinnych większość fosforu występuje w postaci organicznych połączeń (estrów) kwasu fosforowego z inozytalem. Występujący w tego typu połączeniach tzw. fosfor fitynowy stanowi 50-85% fosforu ogólnego. Dostępność fosforu fitynowego dla zwierząt monogastrycznych (drób, świny) wynosi od 0 do 50%. Z tego powodu do mieszanek dla drobiu należy dodawać fosfor mineralny. Jest to również przyczyna stosunkowo dużego wydalania fosforu w odchodach.

Dostępność fosforu w paszach pochodzenia zwierzęcego jest wyraźnie większa niż w paszach pochodzenia roślinnego, a dostępność P z tych pasz jest zbliżona do dostępności z fosforanów paszowych. Charakteryzują się one ponadto stosunkowo dużą zawartością tego składnika mineralnego, z tego względu mogą być bogatym źródłem fosforu dostępnego dla świń.

Pośród wielu pasz mineralnych fosfor jest najlepiej przyswajalny z fosforanu sodowego, uwodnionych ortofosforanów jednowapniowych, nieco gorzej z dwu- i trójwapniowych. Z fosforanów bezwodnych fosfor jest o 8-12% gorzej wykorzystywany.

Pasze mineralne mogą także różnić się strawnością fosforu – tab. 1. Dostępność fosforu z fosforanów nie zawsze, wbrew powszechnej opinii, jest wysoka. Oczywiście strawność fosforu z fosforanów jest dużo większa niż z pasz pochodzenia roślinnego. Pomimo tego w praktyce strawność fosforu z fosforanów jednowapniowych często przyjmowana jest za 100%, podczas gdy w rzeczywistości,

Tabela 1. Strawność fosforu w fosforanach dla świń (Jongbloed i in. 1993)

Źródło fosforu	Przeciętna strawność fosforu
Fosforan dwuwapniowy bezwodny	65 ± 3
Fosforan dwuwapniowy uwodniony	69
Fosforan jednowapniowy (A)	75 ± 3
Fosforan jednowapniowy (B)	83 ± 3
Fosforan jednowapniowy (C)	84
Fosforan sodowy	90 ± 4
Fosforan wapniowo-sodowy (1)	84
Fosforan wapniowo-sodowy (2)	86

Wartość STTD jest obliczana z ATTD uwzględniając straty fosforu endogenego:

$$STTD (\%) = \left[ \frac{P_{\text{pobrano w paszy}} - (P_{\text{wydalony w kale}} - \text{straty endogenne})}{P_{\text{pobrano w paszy}}} \right] \times 100$$



źródło fosforu) może zmieniać się w granicach od 70 do 92%. Według NRC (2012) strawność fosforu w tym materiale paszowym wynosi odpowiednio: 82,8 (ATTD) i 88,3% (STTD), natomiast w według Lee in. (2023) strawność fosforu (STTD) w dobrej jakości fosforanie jednowapniowym wynosi 92%, a w dwuwapniowym 87%. Fosforan jednowapniowy jest obecnie najczęściej stosowanym fosforanem w żywieniu zwierząt.

Inne źródła fosforu mineralnego charakteryzują się jeszcze mniejszą strawnością fosforu, a niektóre o bardzo małej dostępności tego składnika mineralnego nie powinny być w zasadzie stosowane w żywieniu świń (fosforan trójwapniowy). Według Lee (2023) strawność fosforu w tym materiale paszowym wynosi 71,0% (STTD). Zawartość fosforu w tym materiale paszowym wynosi 17,7%, wapnia 34,2%, a sodu 6%.

Źródłem fosforu mineralnego może być również fosforan magnezu, który zawiera 14,8% fosforu, 1% wapnia i 24,7% magnezu. Według Lee (2023) strawność fosforu w tym materiale paszowym wynosi 88,0% (STTD). Fosforan magnezu jest czasami stosowany w premiksach mineralnych, jeśli stosowane są składniki paszowe o niskiej dostępności Mg.

Na krajowym rynku od niedawna dostępny jest nowy produkt HumIPHORA. Jest to nowy rodzaj fosforanu – HUMOFOSFORAN WAPNIA, którego molekula została opracowana w 2016 roku (połączenie kwasu fosforowego, substancji humusowych oraz źródła wapnia) – European Feed Register (008979-EN). Produkt zawiera 22% fosforu, 15% wapnia. Rozpuszczalność w kwasie cytrynowym wynosi > 95%, a w wodzie > 85%. Wilgotność produktu wynosi 2%, a pH 3.

Na rynku paszowym są dostępne różne fosforany. Z tego względu ważnym zagadnieniem jest jakość fosforanów, którą określają takie parametry jak: zawartość fosforu, stosunek Ca:P, dostępność fosforu szacowana pośrednio przez rozpuszczalność w cytrynianie amonowym, w kwasie cytrynowym lub w wodzie albo bezpośrednio w próbach biologicznych, forma chemiczna fosforanu, zawartość fluoru oraz metali ciężkich. W ostatnich latach zwrócono uwagę na jeszcze jeden czynnik, a mianowicie na zawartość pierwiastków promieniotwórczych. Oczywiście najlepsze są metody biologiczne, ale mają one zastosowanie głównie w badaniach naukowych (wysokie koszty).

Oceniając jakość fosforanu i jego przydatność w żywieniu świń należy obok zawartości fosforu i wapnia określić przynajmniej dwa lub trzy wskaźniki. Jeżeli rozpuszczalność fosforu w 2% kwasie

w zależności od jakości fosforanów, może być o wiele mniejsza.

Generalnie najlepszą strawnością fosforu odznacza się fosforan sodu, co potwierdzają liczne badania (Jongbloed i in. 2002, Kemme i in. 2001). Standaryzowana strawność fosforu w całym przewodzie pokarmowym (STTD) w tym fosforanie wynosi 95% (Lee i in. 2023). Ponadto, w odróżnieniu od innych fosforanów, strawność fosforu w fosforanie sodu jest bardzo wyrównana. Jednocześnie zawiera on największą ilość tego składnika mineralnego – 24%. Obok fosforu jest on również bogatym źródłem sodu (20%). Z uwagi na wysoką przyswajalność fosforu zastosowanie fosforanu sodu w mieszankach dla świń, a zwłaszcza o wysokim potencjale genetycznym, wpływa korzystnie na wyniki produkcyjne. Z uwagi na bardzo wysoką cenę tego materiału paszowego jego wykorzystanie w praktycznym żywieniu świń nie jest jednak duże.

Dostępność fosforu z innych fosforanów może być bardzo zróżnicowana. Na przykład z fosforanu jednowapniowego (najlepsze po fosforanie sodu

Tabela 2. Zastosowanie metody „XRD diffraction” do oceny jakości fosforanów (wg firmy Kemira)

	Zawartość P, %	Rozpuszczalność w 2% kwasie cytrynowym, %	Rozpuszczalność w cytrynianie amonu, %	Rozpuszczalność w wodzie, %	Fosforan 1 Ca, %	Fosforan glinu
Fosforan 1 Ca (A)	23,4	98	99	96	96	-
Fosforan 1 Ca (B)	22,6	98,6	98	87	83	9

cytrynowym i cytrynianie amonu jest wysoka (większa niż 90%), wskazuje to na dobrą jakość fosforanów. W niektórych przypadkach dopiero specjalistyczne techniki badawcze mogą pomóc w ocenie jakości fosforanów (tab. 2). Praktycznie nieprzyswajalne fosforany glinu mogą obniżać strawność fosforu w fosforanach.

Duże różnice w strawności fosforu pomiędzy różnymi fosforanami jednowapniowymi wynikają z ich składu. Praktycznie nie ma czystych fosforanów, a fosforany 1 Ca mogą zawierać różną ilość fosforanu jednowapniowego. Im większa zawartość fosforanu jednowapniowego w fosforanie jednowapniowy, tym większa strawność fosforu.

Fosforany paszowe różnią się więc zawartością fosforu i wapnia oraz przyswajalnością P. Wynika to m.in. z technologii oraz surowców użytych do ich produkcji. W ostatnich latach obserwujemy wzrost cen surowców paszowych. Powyższa sytuacja dotyczy również fosforanów paszowych, co zmusza do bardziej wnikliwego analizowania jakości fosforanów, w tym pod względem zawartości fosforu przyswajalnego (strawnego). Wskaźnikiem, który należy uwzględniać przy wyborze właściwego fosforanu jest m.in. koszt jednostki fosforu przyswajalnego. Z drugiej strony należy

zauważyć, że w praktyce trudno jest ocenić rzeczywistą dostępną ilość fosforu z fosforanów obecnych na rynku.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że fosfor jest istotnym składnikiem mineralnym w żywieniu świń. Dostarczenie w mieszankach paszowych odpowiedniej ilości fosforu jest warunkiem uzyskania wysokich wyników produkcyjnych. Fosfor często występuje w powszechnie stosowanych paszach w ilości niewystarczającej do pokrycia potrzeb zwierząt. Z tego względu jest podawany dodatkowo w postaci mineralnej. Z drugiej strony, fosfor niewykorzystany (podany w nadmiernej ilości lub występujący w połączeniach dla zwierząt niedostępnych) jest wydalany, co powoduje zanieczyszczenie środowiska. Z tego względu właściwe zaopatrzenie świń w fosfor przyczynia się nie tylko do poprawy ich produktywności i płodności, ale ma również istotne znaczenie dla ochrony środowiska. Nie bez znaczenia jest także aspekt ekonomiczny. Aby wykluczyć stany niedoborowe, bardzo ważne jest precyzyjne określenie zapotrzebowania zwierząt na fosfor, zwiększanie wykorzystania tego pierwiastka ze źródeł trudno dostępnych (używanie fitazy) oraz stosowanie mineralnych źródeł fosforu o wysokiej przyswajalności tego składnika mineralnego. ●