

Understanding nutrient interactions

Understanding the nutrient interactions in poultry feeds helps in determining the requirements for a specific nutritional element and the effects of their source and level on the utilisation of other dietary elements. This should then be considered when formulating diets to meet the demand for performing various biological functions.

BY SALAH ESMAIL

In feed formulation, every change has an effect on the total feed. If the metabolisable energy (ME) level of the diet is increased, so too should be the supply of dietary protein to avoid excessive fat formation in the carcass (Table 1). A proportion of the body fat formed with high energy-low protein diets is deposited around the viscera in the abdominal area, resulting in a reduction of at least 3-4% in the dressing-out percentage. A further study was also conducted to examine two energy sources (starch vs. tallow) at two dietary protein levels (15% and 20%). For all treatments, chickens of the same weight also received the same ME allowances from the experimental diets (Table 2). It was proven here that fat energy per se may not always be more likely than carbohydrate energy to find its way into the energy of the fatty tissues. The effect of the fat source is mediated largely by the level of the dietary protein.

Protein interaction with minerals and vitamins

An adequate supply of protein in the diet helps in increasing the absorption of iron. This is particularly important if chickens are reared in high-altitude areas, where the oxygen-carrying capacity of blood is reduced. In this case, iron increases the oxygen-carrying capacity of blood and facilitates its utilisation by the cells. Besides, the protein as such is, of course, essential for health, body weight gain, and survivability in high altitudes. Protein also interacts with dietary vitamin A which is important for immunological competence, growth, development and reproduction, among other activities. A deficiency decreases intestinal absorption of vitamin A and also depletes the liver stores of this vitamin, particularly when using lysine-deficient proteins. Protein sources such as soybean cause a lower rate of vitamin A depletion than other proteins, even when they provide more protein, probably because of the higher lysine digestibility in soybean protein compared to the other protein sources.

Mineral-mineral interaction

The optimal ratio of calcium to phosphorus in broiler chicken starter and grower diets is about 2:1. Broilers have a relatively high utilisation of calcium from different sources in the diet, but phosphorus is usually present in the form of phytate phosphorus, resulting in a low utilisation rate. Therefore, non-phytate phosphorus sources are usually considered for incorporation into diets. This will increase plasma phosphorus concentrations and also increase ash and phosphorus content in the tibia.

Mineral-vitamin interaction

Vitamin C deficiency causes iron accumulation as hemosiderin (a brown iron-containing pigment usually derived from the disintegration of exudative red blood cells). The application of vitamin C as a therapeutic feed additive would favour the absorption of iron by binding and solubilising it at the physiological intestinal pH and also facilitate iron mobilisation by inhibiting ferritin breakdown

at the lysosome. Although chickens can synthesise vitamin C from natural feedstuffs through endogenous biosynthesis in the kidneys, the rate of endogenous biosynthesis may not be sufficient under stress conditions.

Fibre interactions

In long-term feeding of diets that have moderate levels of fibre, there might be improved utilisation of minerals.

Table 1 – Effects of dietary energy and protein on carcass composition.

	High-energy/ high-protein diet	High-energy/ low-protein diet
Gain of fat (g)	44.0	69.5
Gain of protein (g)	101.4	66.6

Energy = 3500 kcal/kg, High protein = 20% CP, Low protein = 15% CP



Feed ingredients and additives interact at multiple levels, so understanding these interactions is crucial in feed formulation. Photo: Joris Telders

This effect, however, might vary with the source of fibre used. For example, it was found that retention of sodium and potassium was increased by oat hulls, but not affected by fibre sources such as alfalfa meals or soybean hulls. On the other hand, retention of copper was found to increase with soybean hulls but not with the other two sources of fibre.

The three fibre sources equally increased the retention of iron, suggesting that the iron contained in either source has a high relative bioavailability. Selection of the fibre source to be incorporated into the diet could, therefore, be an effective means of satisfying requirements for a specific

mineral and correcting deficiency. Excess feeding of fibre sources of high molecular weight, such as citrus, apple, and tomato pomaces, should be avoided. Such fibre sources may lead to enlargement of the intestinal villi arising from physical stimulation of villous growth, coupled with about a two-fold increase in goblet cell numbers which adversely affects absorption and utilisation of feed nutrients, due to the production of large amounts of goblet mucin barrier, with vitamin A and dietary fats being most affected. It is, therefore, recommended to use such sources of fibre in limited amounts if better performance is to be achieved.

Drug-nutrient interactions

Therapeutic agents may modify nutrient status in several ways: • Reducing nutrient availability in the intestinal lumen. For example, the antibacterial agents of the tetracycline group inhibit the absorption of several minerals due to their chelating action. • Reducing the availability of vitamins by eliminating the local bacterial flora that synthesises them. • Inhibiting nutrient transport across the intestinal wall. This is a mechanism common to drugs such as chloramphenicol that inhibit protein synthesis. • Increasing nutrient catabolism. Anticonvulsant drugs promote the oxidation of vitamin D3 in the liver in the liver, and thus can negatively affect bone calcium status. • Inhibiting intestinal nutrient absorption, thus increasing faecal loss of the affected nutrient. Drug-nutrient interactions may also occur in the opposite direction. That is, nutrients affecting drug action are also possible. High-protein diets, for example, can generally alter the rate of excretion, and consequently the half-life of several drugs. Animal protein ingredients such as fishmeal or meat and bone meal are often associated with an increased risk of necrotic enteritis, especially when fed in excessive amounts. This is probably due to the high levels of methionine and glycine in these products, which stimulate the growth and establishment of *C. perfringens* in the gut, thus reducing the efficacy of the drugs used to fight against necrotic enteritis. The increased fat content of the diet above the recommended levels also affects the efficacy of drugs by competing for albumin binding, which may modify their uptake by target tissues.

Table 2 – Effects of protein levels and energy sources on carcass composition of broiler chickens.

	Treatment			
	A	B	C	D
Gain of fat (g)	66.4	33.0	69.5	44.0
Gain of protein(g)	79.3	85.6	66.6	101.4

A = Low-energy/low-protein diet, B = Low-energy/high-protein diet, C = High-energy/low-protein diet, D = High-energy/high-protein diet

Zrozumienie interakcji składników odżywczych

Zrozumienie interakcji składników odżywczych w paszach dla drobiu pomaga w określeniu zapotrzebowania na określone składniki odżywcze oraz wpływu ich źródła i poziomu na wykorzystanie innych składników diety. Należy to następnie wziąć pod uwagę przy opracowywaniu diet, aby zaspokoić zapotrzebowanie na realizację różnych funkcji biologicznych.

BY SALAH ESMAIL

Każda zmiana w składzie paszy ma wpływ na jej całkowitą wartość. Jeśli poziom energii metabolicznej (ME) w diecie zostanie zwiększony, należy również zwiększyć podaż białka w diecie, aby uniknąć nadmiernego tworzenia się tłuszczu w tuszy (Tabela 1). Część tkanki tłuszczowej powstającej przy dietach o wysokiej wartości energetycznej i niskiej zawartości białka odkłada się wokół trzewi w okolicy brzucha, co skutkuje zmniejszeniem procentu opierzenia o co najmniej 3-4%. Przeprowadzono również dalsze badanie w celu zbadania dwóch źródeł energii (skrobia vs. tój) przy dwóch poziomach białka w diecie (15% i 20%). W przypadku wszystkich zabiegów kurczęta o tej samej wadze otrzymywały również takie same dodatki ME z diet eksperymentalnych (Tabela 2). Udowodniono tutaj, że energia z tłuszczu sama w sobie może nie zawsze być bardziej przydatna niż energia z węglowodanów, aby trafić bezpośrednio do tkanki tłuszczowej. Wpływ źródła tłuszczu zależy w dużej mierze od poziomu białka w diecie.

Interakcja białka z minerałami i witaminami

Odpowiednia podaż białka w diecie pomaga zwiększyć wchłanianie żelaza. Jest to szczególnie ważne, jeśli kurczaki są hodowane na terenach położonych na dużych wysokościach, gdzie zdolność krwi do przenoszenia tlenu jest zmniejszona. W tym przypadku żelazo zwiększa zdolność krwi do przenoszenia tlenu i ułatwia jego wykorzystanie przez komórki. Poza tym, białko jako takie jest oczywiście niezbędne dla zdrowia, przyrostu masy ciała i przetrwania na dużych wysokościach. Białko wchodzi również w interakcje z witaminą A, która jest ważna między innymi dla kompetencji immunologicznych, wzrostu, rozwoju i reprodukcji. Niedobór zmniejsza wchłanianie witaminy A w jelitach, a także wyczerpuje zapasy tej witaminy w wątrobie, szczególnie w przypadku stosowania białek z niedoborem lizyny. Źródła białka, takie jak soja, powodują niższy wskaźnik wyczerpania witaminy A niż inne białka, nawet jeśli dostarczają więcej białka, prawdopodobnie ze względu na wyższą strawność lizyny w białku sojowym w porównaniu z innymi źródłami białka.

Interakcje między minerałami

Optimalny stosunek wapnia do fosforu w dietach dla brojlerów wynosi około 2:1. Brojlery mają stosunkowo wysokie wykorzystanie wapnia z różnych źródeł w diecie, ale fosfor jest zwykle obecny w postaci fosforu fitynianowego, co skutkuje niskim wskaźnikiem wykorzystania. W związku z tym zwykle rozważa się włączenie do diety niefitynianowych źródeł fosforu. Zwiększy to stężenie fosforu w osoczu, a także zwiększy zawartość popiołu i fosforu w kości piszczelowej.

Interakcje minerałów i witamin

Niedobór witaminy C powoduje akumulację żelaza w postaci hemosyderyny (brązowy pigment zawierający żelazo, zwykle pochodzący z rozpadu wysiękowych czerwonych krwinek). Zastosowanie witaminy C jako terapeutycznego dodatku paszowego sprzyjałoby wchłanianiu żelaza poprzez wiązanie i rozpuszczanie go w fizjologicznym pH jelit, a także ułatwiałoby wykorzystanie żelaza poprzez hamowanie rozpadu ferrytyny w lizosomach. Chociaż kurczęta mogą

syntetyzować witaminę C z naturalnych pasz poprzez endogenną biosyntezę w nerkach, tempo endogennej biosyntezy może nie być wystarczające w warunkach stresu.

Interakcje błonnika

W długotrwałym żywieniu dietami o umiarkowanym poziomie błonnika może wystąpić lepsze wykorzystanie minerałów.

Tabela 1 - Wpływ energii i białka w diecie na skład tuszy.

	Dieta wysokoenergetyczna/ wysokobiałkowa	Dieta wysokoenergetyczna/ niskobiałkowa
Przyrost tłuszczu (g)	44.0	69.5
Przyrost białka (g)	101.4	66.6

Energia = 3500 kcal/kg, Wysokie białko = 20% CP Niskie białko = 15% CP



Składniki paszy i dodatki wchodzą w interakcje na wielu poziomach, więc zrozumienie tych interakcji ma kluczowe znaczenie dla formułowania paszy. Zdjęcie: Joris Telders

Efekt ten może się jednak różnić w zależności od źródła zastosowanego błonnika. Na przykład stwierdzono, że zatrzymywanie sodu i potasu było zwiększone przez łuski owsa, ale nie miało na nie wpływu źródło błonnika, takie jak mączka z lucerny lub łuski soi. Z drugiej strony stwierdzono, że retencja miedzi wzrasta wraz z łuskami soi, ale nie z pozostałymi dwoma źródłami błonnika.

Trzy źródła błonnika w równym stopniu zwiększały retencję żelaza, co sugeruje, że żelazo zawarte w każdym ze źródeł ma wysoką względną biodostępność. Wybór źródła błonnika, które ma zostać włączone do diety, może być zatem skutecznym sposobem na zaspokojenie zapotrzebowania na określony minerał i skorygowanie niedoborów.

Należy unikać nadmiernego podawania źródeł błonnika o wysokiej masie cząsteczkowej, takich jak wytloki z owoców cytrusowych, jabłek i pomidorów. Takie źródła błonnika mogą prowadzić do powiększenia kosmków jelitowych w wyniku fizycznej stymulacji wzrostu kosmków, w połączeniu z około dwukrotnym wzrostem liczby komórek kubkowych, co niekorzystnie wpływa na wchłanianie i wykorzystanie składników odżywczych paszy, ze względu na wytwarzanie dużych ilości bariery mucynowej w kubkach, z witaminą A i tłuszczami żywieniowymi, które są najbardziej wrażliwe. Zaleca się zatem stosowanie takich źródeł błonnika w ograniczonych ilościach, aby osiągnąć lepszą wydajność.

Interakcje między lekami a składnikami odżywczymi

Środki terapeutyczne mogą modyfikować stan składników odżywczych na kilka sposobów: - Zmniejszenie dostępności składników odżywczych w świetle jelita. Na przykład środki przeciwbakteryjne z grupy tetracyklin hamują wchłanianie kilku minerałów ze względu na ich działanie chelatujące. - Zmniejszenie dostępności witamin poprzez eliminację lokalnej flory bakteryjnej, która je syntetyzuje. - Hamowanie transportu składników odżywczych przez ścianę jelita. Jest to mechanizm wspólny dla leków takich jak chloramfenikol, które hamują syntezę białek. - Zwiększenie katabolizmu składników odżywczych. Leki przeciwdrgawkowe zwiększają utlenianie witaminy D3 w wątrobie, przez co mogą negatywnie wpływać na poziom wapnia w kościach. - Hamowanie wchłaniania składników odżywczych w jelitach, zwiększając w ten sposób utratę danego składnika odżywczego z kałem. Interakcje lek-składnik odżywczy mogą również zachodzić w przeciwnym kierunku. Oznacza to, że możliwe są również składniki odżywcze wpływające na działanie leku. Na przykład diety wysokobiałkowe mogą ogólnie zmieniać szybkość wydalania, a w konsekwencji okres półtrwania kilku leków. Składniki białka zwierzęcego, takie jak mączka rybna lub mączka mięsno-kostna, są często związane ze zwiększonym ryzykiem martwiczego zapalenia jelit, zwłaszcza gdy są podawane w nadmiernych ilościach. Jest to prawdopodobnie spowodowane wysokim poziomem metioniny i glicyny w tych produktach, które stymulują wzrost i osiedlanie się *C. perfringens* w jelitach, zmniejszając w ten sposób skuteczność leków stosowanych w walce z martwiczym zapaleniem jelit. Zwiększona zawartość tłuszczu w diecie powyżej zalecanych poziomów wpływa również na skuteczność leków poprzez konkurowanie o wiązanie albumin, co może modyfikować ich wychwyt przez tkanki docelowe.

Tabela 2 - Wpływ poziomu białka i źródeł energii na skład tuszy kurcząt brojlerów.

	Metoda żywienia			
	A	B	C	D
Przyrost tłuszczu (g)	66.4	33.0	69.5	44.0
Przyrost białka (g)	79.3	85.6	66.6	101.4

A = dieta niskoenergetyczna/niskobiałkowa, B = dieta niskoenergetyczna/wysokobiałkowa,
C = dieta wysokoenergetyczna/niskobiałkowa, D = dieta wysokoenergetyczna/wysokobiałkowa