kości uzyskiwanej produkcji. Często przytaczany argument, że odejście od antybiotykowych promotorów wzrostu spowoduje obniżenie efektywności produkcji i doprowadzi do wysokiego wzrostu cen mięsa, nie znajduje potwierdzenia w praktyce. Świadczą o tym choćby wyniki dużego doświadczenia hodowlano-żywieniowego przeprowadzonego w Niemczech. Wykazano, że wyprodukowanie 1 kg mięsa wieprzowego bez udziału antybiotyków powoduje wzrost kosztów jego produkcji zaledwie o 0,10 DM. Także obawy, że odejście od antybiotykowych promotorów wzrostu spowoduje zmniejszenie ilości produkowanej żywności i doprowadzi do kryzysu głodu, nie mają żadnego uzasadnienia. Wśród argumentów wysuwanych przez obrońców antybakteryjnych promotorów wzrostu pojawia się także twierdzenie, że stosowanie antybiotyków w produkcji jest humanitarne, ponieważ chronią one zwierzęta przed różnymi groźnymi infekcjami. Rodzi się jednak pytanie: czy nie byłoby bardziej etyczne trzymywanie zwierząt w takich warunkach, by nie wymagały one ciągłej profilaktyki antybiotykowej?

Ze stosowaniem antybiotyków w produkcji zwierzęcej i możliwością powstawania oporności wiąże się jeszcze jedno potencjalne zagrożenie. Istnieje prawdopodobieństwo, że w przyszłości, np. z powodu obserwowanej obecnie rosnącej oporności enterobakterii na jeszcze do niedawna skuteczne leki, niektóre środki (lub klasa środków) stosowane obecnie jako promotory wzrostu staną się bardzo ważne w terapii ludzi. Możliwości odkrywania nowych rodzajów antybiotyków lub kolejnych modyfikacji istniejących już leków przez koncerny farmaceutyczne nie są nieograniczone. Nawet jeśli obecnie wielu osobom wydaje się to mało prawdopodobne, może zdarzyć się tak, że następne pokolenia staną przed groźbą wejścia w szczególną erę postantybiotykową, w której mimo istnienia różnorodnych klas antybiotyków problem zwalczania infekcji stanie się dramatycznie trudnym do rozwiązania problemem cywilizacyjnym.

Powstaje więc dylemat: czy dla dobra ludzkości antybiotyki powinny być zabronione? Z pewnością nie. Jeśli jednak mają nadal stanowić skuteczną broń w walce z infekcjami, muszą być stosowane odpowiedzialnie i świadomie. Społeczeństwo jest z pewnością gotowe zaakceptować pewien kontrolowany wzrost oporności bakterii na antybiotyki, jako nieuniknioną cenę za zdrowie lub życie ludzkie. Natomiast można mieć poważne wątpliwości, czy dostatecznym argumentem przesądzającym o uzyskaniu społecznej akceptacji na stosowanie antybiotyków jest perspektywa uzyskania trochę większej ilości mięsa.

51 pozycji literatury do wglądu w Redakcji i u Autorów.

Witamina E w żywieniu zwierząt*

Tadeusz Barowicz

IZ w Krakowie

W żywieniu szybko rosnących brojlerów kurzych oraz tuczników konieczne jest stosowanie pasz o podwyższonej koncentracji energii. Oleje roślinne, bogate w wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA), łatwo przyswajalne przez organizmy świń i kurcząt, są tradycyjnym źródłem tłuszczu w mieszankach stosowanych w żywieniu tych zwierząt. Taka praktyka żywieniowa zmusza do stosowania dodatku antyoksydantów w paszy, gdyż wielonienasycone kwasy tłuszczowe są podatne na procesy utleniania. Zachodzą one w tkankach zwierzęcych, zarówno w trakcie przechowywania jak i przerobu mięsa, powodując zmianę jego konsystencji, barwy, zapachu oraz wartości dietetycznej. Budzi to zastrzeżenia ze strony konsumentów, wrażliwych na właściwości sensoryczne mięsa (Faustman i wsp., 1989)

Naturalnym czynnikiem hamującym procesy utleniania w tkankach zwierzęcych jest witamina E. Uważa się ją za „pierwszą linię obrony" organizmu przed nadmiernym utlenianiem PUFA, stanowiących ważny składnik szeregu istotnych dla życia komórki struktur, np. błon komórkowych lub mitochondrialnych. Brak takiej ochrony mógłby doprowadzić do zniszczenia podwójnych wiązań kwasów tłuszczowych, w wyniku czego mogłoby nastąpić upośledzenie funkcji wymienionych struktur komórkowych.

Witamina E jest nazwą opisową dla pochodnych tokoferoli i tokotrienoli, wykazujących biologiczną aktywność α-tokoferolu [12]. W przyrodzie występuje osiem związków o cechach witaminy E. Są to α-, β-, γ- i δ-tokoferol oraz α-, β-, γ- i δ-tokotrienol. Z punktu widzenia żywieniowego największą aktywnością charakteryzuje się α-tokoferol, zaś formy β, γ i δ wykazują odpowiednio 25, 10 i 1% aktywności α-tokoferolu (Lauridsen i Jakobsen, 1997). Tokotrienole mają mniejsze znaczenie.

Rola witaminy E w organizmie ssaka jest różnorodna, między innymi warunkuje prawidłową przemianę glikogenową w mięśniach i wątrobie, steruje przemianą kreatynową. Odpowiedzialna jest za ochronę ciąży i tworzenie przeciwciał, a także działanie antytoksyczne w przemianie komórkowej. Zapobiega zwyrodnieniom wątroby i degeneracji mięśni, współdziałając z witaminą C. Zwiększa odporność na stres cieplny, przyczynia się do zachowania sprawności fizjologicznej mięśni, naczyń krwionośnych, błon śluzowych i łożyska. W usuwaniu wolnych rodników w błonach komórkowych współdziała z selenem, poprzez enzym peroksydazę glutationu (Grela, 1995).

Witamina E jest substancją nietrwałą, w paszach szczególnie podatna jest na rozkład przez niektóre związki nieorganiczne, np. sole żelaza. Wchłanianie witamny E zależy od

***Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5 PO6E 058 14, finansowanego przez KBN**

Tabela
Wpływ podawania witaminy E w dawkach pokarmowych dla tuczników (od 70 do 100 kg masy ciała) na jej zawartość oraz utlenianie lipidów (TBA-RS w mg/kg tkanki) w mięśniu najdłuższym, przechowywanym w temperaturze –19°C przez 90 dni (Barowicz, 1999)

Wyszczególnienie	Grupy			SEM
	kontrolna	15% pełnotłustych nasion lnu		
	+100 mg wit. E na kg s.m. paszy	+100 mg wit. E na kg s.m. paszy	+500 mg wit. E na kg s.m. paszy	
Zawartość witaminy E w mięśniu najdłuższym (mcg/g tkanki)	1,51	1,46	1,82	0,14
Okres przechowywania:				
14 dni	2,57	2,48	2,49	0,09
60 dni	2,44	2,64	2,57	0,06
90 dni	2,66	2,75	2,68	0,09

obecności kwasów tłuszczowych i esterazy, hydrolizującej estrową postać witaminy E. Przy niedoborze witaminy E tworzą się nadtlenki i wolne rodniki, które uszkadzają mięsień sercowy (miopatie), powodując nawet nagłe zejścia śmiertelne (choroba morwowego serca). Uszkadzają też mięśnie szkieletowe (postawa bananowa u świń). Niedobór witaminy E prowadzi też do zaburzeń płodności, zarówno u samic jak i samców, zmian w systemie nerwowym, tzw. rozmiękczenie mózgu (encefalomacja) oraz powstawania skazy wysiękowej lub krwotocznej martwicy wątroby. Powstają też zmiany w tłuszczu zapasowym świń w postaci żółtobrązowego przebarwienia (Grela, 1995).

W warunkach naturalnych witamina E występuje głównie w roślinach i nie jest syntetyzowana przez organizm zwierzęcy. Zatem zawartość witaminy E w tkankach zwierzęcych uzależniona jest od dawki pokarmowej. Najlepszym jej źródłem są oleje, szczególnie olej sojowy i słonecznikowy.

Dodatek witaminy E do dawki pokarmowej zwiększa koncentrację α-tokoferolu w surowicy krwi oraz tkankach. Przyjmuje się, że około jedna trzecia spożytej witaminy E wchłaniana jest do ustroju zwierzęcia, następnie przechwytywana jest z krwi przez różne tkanki, które potrafią ją zmagazynować (Jensen i wsp., 1998). Największe zapasy tej witaminy znajdują się w nadnerczach oraz w tłuszczu tkanek zapasowych.

Witamina E, przez neutralizację wolnych rodników w komórkach organizmu, ma za zadanie uniemożliwiać powstawanie uszkodzeń wywołanych przez czynniki utleniające. Ten mechanizm ochronny jest tym bardziej efektywny, im więcej witaminy E znajduje się w tkankach. Wspomniane właściwości witaminy E przez pewien czas są zachowane również po uboju. Zwierzęta gromadzą pobraną z pożywieniem witaminę E w tkankach tłuszczowej i mięśniowej po to, aby np. ochraniać błony komórkowe przed oddziaływaniem wolnych rodników (Lauridsen i Jakobsen, 1997). W przeciwnym razie uszkadzane są podwójne wiązania nienasyconych kwasów tłuszczowych, co pociąga za sobą upośledzenie funkcji błon komórkowych (Roeder i wsp., 1996). Warto w tym miejscu nadmienić, że dodanie witaminy E bezpośrednio do mięsa *post mortem* pozostaje bez efektu, nie zabezpiecza ona bowiem lipidów tkankowych przed utlenianiem (Liu i wsp., 1995; Mitsumoto i wsp., 1993). Zjawisko to tłumaczy się tym, że w martwej tkance brak jest możliwości transportu witaminy do miejsc, gdzie procesy utleniania zachodzą najintensywniej, np. w lipidach wchodzących w skład błon komórkowych (Roeder i wsp., 1996).

Ilość witaminy E zgromadzonej w tkankach zależy od jej zawartości w paszy. Na przebieg procesu przechodzenia witaminy E z pasz do mięśni wpływa również zawartość w dawce pokarmowej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które inaktywują witaminę E, powodując jej utlenianie (tab.).

Tempo przechodzenia witaminy E do tkanek, w tym mięśniowej, jest stosunkowo wolne. Stwierdzono, że od momentu pobrania witaminy z paszą do momentu pojawienia się jej w strukturach błon komórkowych musi upłynąć 6-8 tygodni (Lauridsen i Jakobsen, 1997). Z tych względów podawanie witaminy E zwierzętom otrzymującym w dawkach pokarmowych duże ilości tłuszczów, szczególnie olejów, należy zaplanować na okres co najmniej 30-42 dni przed ubojem. W tym czasie ilość witaminy E, pochodzącej z surowicy krwi a zmagazynowanej w błonach komórkowych mięśni, osiągnie optymalną wartość. Natomiast sporadyczne, nieregularne podawanie witaminy E w dawkach pokarmowych dla zwierząt nie ma istotnego znaczenia.

Przemiany spowodowane utlenianiem się tłuszczu w mięsie są główną przyczyną niepożądanych zmian chemicznych i sensorycznych, zarówno surowca jak i produktu gotowego. Jednym z wtórnych produktów utleniania lipidów mięsa, występującym bardzo powszechnie w rozkładającym się tłuszczu, jest dwualdehyd malonowy (wskaźnik TBA-RS). Należy on do najbardziej typowych produktów utleniania lipidów mięsa, a jego oznaczanie jest uznawane za jedną z najbardziej czułych i charakterystycznych metod stosowanych do oceny szybkości i zakresu utleniania lipidów mięsa. Doświadczalnie udowodniono, że podawanie w dawce pokarmowej witaminy E w istotny sposób ogranicza późniejszy przebieg procesów utleniania tłuszczu mięśni, przechowywanych w stanie zamrożenia. W konsekwencji w takim mięsie obserwuje się niższe wartości wskaźnika TBA-RS.

Barowicz (1999), w badaniach przeprowadzonych na tucznikach, wykazał, że podawanie 500 mg witaminy E na kg suchej masy dawki pokarmowej tucznikom od 70 do 100 kg masy ciała, skutecznie zabezpiecza próbki mięśnia najdłuższego przed utlenianiem. W doświadczeniu tym oznaczono zawartość TBA-RS w mięśniu, przechowywanym przez 90 dni w temperaturze –19°C (tab.). Efekt ten obserwuje się zarówno dla mięsa przechowywanego w temperaturze +4°C (Hoving-Bolink i wsp., 1998; Monahan i wsp., 1994), jak również dla mięsa, które przez dłuższy czas było głęboko zamrożone (Buckley i wsp., 1995), lub też po przechowywaniu go w głębokim zamrożeniu, następnie rozmrożeniu i przechowywaniu jeszcze w określonym czasie w temperaturze +4°C (Asghar i wsp., 1991; Monahan i wsp., 1990). We wszystkich tych doświadczeniach wykazano, że witamina E wyraźnie

poprawia stabilność tłuszczu, zarówno wołowego jak i wieprzowego, wobec utleniaczy. Zalety witaminy E uwidaczniają się jeszcze wyraźniej, jeśli w trakcie obróbki mięsa miały wpływ czynniki stymulujące proces utleniania, np. gotowanie (Monahan i wsp., 1990) lub solenie (Buckley i wsp., 1995).

Procesy utleniania tłuszczu w mięsie pozostają w bezpośredniej zależności z utlenianiem barwnika tkanki mięśniowej – mioglobiny. Obecność witaminy E spowalnia te procesy. Utlenianie mioglobiny do metmioglobiny sprawia, że mięso w trakcie przechowywania traci swoją pierwotną barwę. Zjawisko to obserwuje się szczególnie w przypadku mięsa wołowego, początkowo ma ono zabarwienie purpurowoczerwone, a w trakcie przechowywania staje się brunatnoszare. Jak wykazano doświadczalnie, witamina E podawana w paszy opasanemu bydłu, zwiększa stabilność barwy mięsa przechowywanego w stanie zamrożonym nawet przez 30 dni (Chan i wsp., 1998; Lanari i wsp., 1993; Liu i wsp., 1995).

W przypadku mięsa wieprzowego witamina E jest również w stanie stabilizować jego naturalne zabarwienie w trakcie przechowywania. I tak, w głęboko zamrożonych próbkach mięśnia najdłuższego, rozmrożonego i następnie przechowywanego przez 10 dni w temperaturze +4°C, barwa była wyraźnie bardziej stabilna w mięśniu pochodzącym od zwierząt otrzymujących w dawce pokarmowej 200 mg witaminy E/kg paszy, niż od zwierząt otrzymujących tylko 10 mg witaminy E/kg paszy (Asghar i wsp., 1991; Monahan i wsp., 1992 i 1994). Ten pozytywny efekt oddziaływania witaminy E można również obserwować w przypadku mięsa świeżego, przechowywanego przez 8 dni w temperaturze +4°C (Monahan i wsp., 1994).

Witamina E, chroniąc przed utlenieniem zawarte w błonach komórkowych mięśni substancje odpowiedzialne za ich przepuszczalność – fosolipidy, ogranicza straty ponoszone w wyniku wycieku soku z mięsa. Udowodniono to w doświadczeniu, w którym tuczniki otrzymywały 10 lub 200 mg witaminy E/kg dawki pokarmowej. Obserwowany poziom strat, spowodowany wyciekiem soku po 24-48 godzinach przetrzymywania mięsa w temperaturze +4°C, wynosił odpowiednio w grupach 3,3% i 2,7%. Ten korzystny efekt zaznacza się jeszcze wyraźniej w przypadku przechowywania mięsa uprzednio zamrożonego (Monahan i wsp., 1994). Sądzi się, że mechanizm prowadzący do obniżenia strat spowodowanych wyciekiem soków polega na zwiększonej ochronie błon komórkowych przez witaminę E, dzięki czemu treść komórek mięśniowych nie może zbyt łatwo opuścić ich wnętrza (Buckley i wsp., 1995).

Witamina E zawarta w mięsie wywiera również korzystny wpływ na takie jego cechy sensoryczne, jak smak i zapach. Blum i wsp. (1992) wykazali między innymi, że dodatek witaminy E w ilości 160 mg/kg paszy w istotny sposób poprawiał wyniki ocen sensorycznych mięsa drobiowego, w porównaniu z grupą kontrolną, otrzymującą 20 mg witaminy E/kg paszy. Przeprowadzone próby sensoryczne w trakcie przechowywania mięsa przez 12 dni w temperaturze +4°C, wykazały, że w grupie z wyższą dawką witaminy E ocena smaku pozostawała przez cały okres niemal niezmieniona, gdy tymczasem mięso z grupy kontrolnej wykazywało wyraźny spadek walorów smakowych. Podobne obserwacje dotyczące mięsa wieprzowego przeprowadzili Winne i Dirinck (1997). Autorzy ci stwierdzili, że 200 mg witaminy E/kg paszy podawanej przez 70 dni tucznikom sprawia, iż mięso przechowywane przez 16 dni w temperaturze +6°C nie traci swoich walorów smakowo-zapachowych.

Na koniec kilka uwag na temat wpływu witaminy E na zapobieganie powstawania utlenionych form cholesterolu, szczególnie w gotowanym mięsie (Buckley i wsp., 1995). Produkty utleniania cholesterolu traktowane są jako jedna z przyczyn powstawania zmian miażdżycowych u człowieka (Kumar i Singhal, 1991). Monahan i wsp. (1992) wykazali, że dzięki dodatkowi 200 mg witaminy E/kg paszy dla tuczników, zawartość utlenionej formy cholesterolu w gotowanym i przechowywanym przez 2 dni mięsie, w temperaturze +4°C, obniża się – z 2,7% do 1,6% całkowitej ilości cholesterolu. Z kolei Maraschiello i wsp. (1998) donoszą, że zawartość oksysterolu (jedna z utlenionych form cholesterolu) w świeżym mięsie drobiowym waha się od 0,1 do 0,5 mcg/g tkanki, zaś w mięsie gotowanym wzrasta – do 5 mcg/g. Dodatek 200 mg witaminy E/kg paszy skutecznie zabezpieczał kurczaki, otrzymujące w dawce pokarmowej oliwę z oliwek, przed procesami utleniania cholesterolu.

Podsumowując należy podkreślić, że celowe jest podawanie zwierzętom witaminy E, aby z jednej strony uniknąć niedoborów, a z drugiej poprawić jakość uzyskiwanego mięsa. Dla utrzymania właściwej jakości mięsa kurcząt brojlerów i tuczników, a także uzyskiwanych od nich przetworów, sugeruje się, aby dodatek witaminy E w 1 kg paszy wynosił 100-200 mg α-tokoferolu. W przypadku stosowania dużych dawek olejów roślinnych w dawkach pokarmowych, wartość tę trzeba zwiększyć do 300 mg witaminy E w 1 kg paszy. Dla opasanych przeżuwaczy (jagnięta, buhajki) proponuje się dodatek 300-500 mg witaminy E/sztukę/dzień, maksymalnie do 2500 mg witaminy E dziennie.

22 pozycje literatury do wglądu u Autora i w Redakcji.

Zakład Deratyzacji „SZCZUROŁAP"

Wiesław i Jarosław Dobrzenieccy
ul. Graniczna 10
87-100 Toruń
tel. (0-56) 655-21-41
lub 654-65-47

Wyniszczam całkowicie bytujące i dochodzące szczury, z gwarancją. Fermy, mieszalnie pasz, zakłady rolne, magazyny, bezpieczeństwo 100%. Metodę przedstawiłem w filmie „Szczurołap".