

# Kwasy organiczne i ich znaczenie w produkcji zwierzęcej

EWELINA KOWALCZYK, EWELINA PATYRA, KRZYSZTOF KWIATEK

Zakład Higieny Pasz Państwowego Instytutu Weterynaryjnego – Państwowego Instytutu Badawczego,  
Al. Partyzantów 57, 24-100 Puławy

Kowalczyk E., Patyra E., Kwiatek K.

## Organic acids and their importance in animal husbandry

### Summary

In 2006 a ban on the use of in-feed antibiotic growth promoters was introduced. Since then the research focus has shifted to substances that can be used as effective alternatives to antibiotic growth promoters. Experience has shown that organic acids are the most reliable among non-antibiotic growth promoters available in Europe, which can also be used safely and effectively with other additives.

Performance-promoting effects of organic acids and their salts can be observed in the feed, the intestinal tract, and metabolism. The effect of organic acids in animal breeding is related to feed preservation and to the reduction of the acid-binding capacity of feed ingredients. The effect in the intestinal tract is two-fold. The organic acids reduce pH in the stomach and the small intestine, stimulating the secretion of the digestive enzyme and promoting the growth and recovery of intestinal morphology. Furthermore, acid dissociation in bacterial cells and the accumulation of salt anions inhibit microbial growth. The effect on metabolism is revealed through the production of a certain amount of energy, and short-chain organic acids can be used for ATP generation in the citric cycle.

Organic acids are commonly fed to swine, especially young pigs in the weaning period, and to poultry, however, they are increasingly popular as feed additives for other animals.

**Keywords:** organic acids, animal feeding, feed additives

Antybiotyki w produkcji zwierzęcej w celach hodowlanych były powszechnie stosowane już od ponad 50 lat. Korzystny wpływ tych substancji wynikał ze zmiany populacji bakterii zwłaszcza w przewodzie pokarmowym oraz z lepszego wykorzystania pasz, a co za tym idzie – zwiększonego tempa wzrostu zwierząt (13), dlatego też użycie antybiotyków jako stymulatorów wzrostu stało się powszechną praktyką. Pojawiły się jednak doniesienia o potencjalnej szkodliwości antybiotyków podawanych w paszach. Szkodliwość ta wynikała z powstania antybiotykooporności niektórych szczepów mikroorganizmów oraz możliwości pozostawiania owych substancji w produktach zwierzęcych (10). Z tej przyczyny w 2006 r. wprowadzono całkowity zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu (ASW) w żywieniu zwierząt na terenie państw członkowskich Unii Europejskiej (6, 13, 29).

Wprowadzenie zakazu zainicjowało poszukiwania odpowiednich substancji, które stałyby się alternatywą dla ASW (29). Probiotyki, prebiotyki, enzymy, zioła, olejki eteryczne i kwasy organiczne wskazano jako substancje mogące zastąpić antybiotykowe stymulatory wzrostu (26, 30).

Pierwsze prace wskazujące na pozytywny wpływ kwasów organicznych stosowanych w żywieniu zwierząt zostały opublikowane już 30 lat temu, a niektóre z nich, jak kwas propionowy, stosuje się powszechnie od wielu lat (18). Kwasy stosowane jako dodatki paszowe są zazwyczaj związkami występującymi w postaci naturalnych metabolitów komórkowych, co sprawia, że są dobrze tolerowane i mało toksyczne (1). Zauważono również, że niektóre kwasy organiczne, jak i nieorganiczne stosowane w paszach, oprócz właściwości konserwujących wykazują również właściwości lecznicze lub profilaktyczno-lecznicze (17). Kwasy lub sole kwasów organicznych i nieorganicznych rejestrowane są jako zakwaszacze, a ich pozytywny wpływ na zdrowie zwierząt jest dobrze udokumentowany (16).

### Cel stosowania kwasów organicznych w produkcji zwierzęcej

Głównymi powodami wykorzystania kwasów organicznych są: sanityzacja wody, konserwacja paszy, redukcja pojemności buforowej paszy, kontrola rozwoju mikroorganizmów, inhibicja rozwoju bakterii patogennych, zwłaszcza tych o ograniczonej odporności na śro-

dowisko kwaśne, np. *E. coli*, *Salmonella* czy *Campylobacter*, a także polepszenie przyswajalności pasz (8). Kwasy wywierają również pozytywny wpływ na funkcjonowanie przewodu pokarmowego zwierząt. Poprzez obniżenie pH treści jelitowej powstaje niekorzystne środowisko dla rozwoju chorobotwórczej mikroflory, obniżeniu ulega również poziom toksycznego amoniaku i amin biogennych w jelicie cienkim, co z kolei przyczynia się do lepszej wchłaniałości białek, minerałów i tłuszczów (15, 27). Stosowanie kwasów organicznych wpływa na ograniczenie występowania schorzeń przewodu pokarmowego, takich jak biegunka czy choroba obrzękowa. Kwasy organiczne mogą mieć również zastosowanie jako dodatki smakowe maskujące negatywne działanie niektórych materiałów paszowych (poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, niektórych nasion roślin strączkowych), wpływając na smakowitość mieszanek treściwych z ich udziałem, wzrasta również strawność włókna, suberyny i cukrów (17). Kwasy: propionowy, cytrynowy, jabłkowy czy winowy wzmagają wchłanianie z jelit do krwi większości biopierwiastków, np. Ca, Cu, Fe, Co, natomiast takie kwasy, jak: masłowy, kapronowy, mlekowy, jabłkowy wykazują właściwości prebiotyczne, czyli sprzyjające rozwojowi symbiotycznej, saprofitycznej mikroflory układu pokarmowego (12, 21).

Kwasy organiczne najczęściej stosowane są w paszach dla zwierząt monogastrycznych, głównie drobiu i trzody chlewnej. Stosowanie kwasów nie tylko poprawia kondycję zdrowotną zwierząt, ale także zwiększa tempo ich wzrostu, działając jak stymulator wzrostu (17). Całkowite stężenie kwasów w paszy nie powinno jednak przekraczać zalecanej dawki, ponieważ wyższe stężenia mogą powodować zaburzenia trawienne i rozregulowanie gospodarki kwasowo-zasadowej organizmu (12, 17). Wśród najczęściej stosowanych kwasów znajdują się: kwas mlekowy, mrówkowy, propionowy, fumarowy, cytrynowy, jak również kwas fosforowy i solny.

### **Mechanizm działania kwasów organicznych w paszy**

Pasze, a zwłaszcza ich pełnoporcjowe mieszanki przemysłowe, stanowią bardzo dobrą pożywkę dla rozwoju mikroorganizmów (bakterii, grzybów, pleśni), rozwijają się one szczególnie szybko, gdy pasza przechowywana jest w niewłaściwych warunkach (podwyższona wilgotność i temperatura). Mikroorganizmy te zmniejszają wartość odżywczą paszy poprzez rozkład zawartych w niej związków. Ponadto, niektóre z nich w wyniku przemiany materii produkują związki o charakterze toksycznym, np. wytwarzane przez grzyby i pleśnie mikotoksyny. Są to substancje niebezpieczne nie tylko dla zwierząt, ale także dla ludzi, gdyż mogą one, po wchłonięciu z przewodu pokarmowego, przechodzić do produktów zwierzęcych, stanowiąc w ten sposób dodatkowe zagrożenie (17).

Zadaniem kwasów jest ograniczenie lub zahamowanie rozwoju grzybów lub/i bakterii w paszach. Powodują one obniżanie pH paszy, hamując w ten sposób

rozwój mikroorganizmów, a w niektórych przypadkach redukują ich liczbę, co obniża poziom ekspozycji zwierząt na patogenne drobnoustroje (17, 26).

Każdy z kwasów posiada specyficzne działanie hamujące w stosunku do bakterii, drożdży czy pleśni, dlatego działanie to musi być brane pod uwagę w przypadku określania suplementacji paszy. Dawki preparatów zakwaszających mogą się różnić także ze względu na wilgotność i temperaturę paszy (17).

Jak wykazały badania, kwasy organiczne dodane w odpowiednim stężeniu i ilości mogą w znaczący sposób zmieniać odczyn pH paszy, natomiast ich sole nie wykazują praktycznie żadnego wpływu na jej kwasowość. Wpływ na pH paszy ma nie tylko stężenie stosowanych kwasów, ale również ich moc (wartość pK) i pojemność buforowa jej składników (17).

Wysoka zawartość białka surowego i składników mineralnych w podawanej paszy zapewnia szybszy wzrost zwierząt, jednakże generuje wysoką pojemność buforową. Białko zwierzęce stosowane w paszy dla świń ma ponad 15 razy większą pojemność buforową w stosunku do ziaren takich, jak np. pszenica, co wpływa na zmniejszenie poziomu wolnego kwasu solnego w żołądku (17). Dokładniej, efekt buforowy polega na wiązaniu kwasów trawiennych przez składniki pasz (np. wapń lub białko) i podniesieniu wartości pH w żołądku. Powoduje to wytworzenie korzystnych warunków dla namnażania patogenów głównie *E. coli*, *Salmonella* i beztlenowców. Bakterie te powodują powstawanie stanów zapalnych żołądka i jelit, obniżają wykorzystanie składników pokarmowych oraz odpowiadają za pojawienie się biegunek (2). Aktywacja pepsyny i wydzielanie enzymów trzustkowych są także ograniczone, pogarszając tym samym trawienie. Dlatego, poza efektem higienicznym, kwasy wpływają na ograniczenie właściwości buforujących podawanej paszy, co ma z kolei korzystny wpływ na jej trawienie (17).

### **Mechanizm działania kwasów organicznych w układzie pokarmowym**

W układzie pokarmowym kwasy organiczne wpływają głównie na obniżenie pH oraz działają bakterio-bójczo (17). Zmiana pH w układzie pokarmowym następuje poprzez obniżenie pH podawanej paszy, dlatego dużą rolę odgrywa tu obniżenie jej pojemności buforowej, na którą wpływają także składniki mineralne, np. MgO lub CaCO<sub>3</sub>, mogące znacznie zwiększyć pojemność buforową paszy. Świadomość występowania tego typu zjawiska jest bardzo istotna, zwłaszcza gdy dotyczy to zwierząt, u których wydzielana jest niewielka ilość kwasu solnego, jak ma to miejsce w przypadku młodych prosiąt (30). Niewystarczające obniżenie pH w żołądku uniemożliwia konwersję pepsynogenu w pepsynę, hamuje aktywność samej pepsyny, co z kolei uniemożliwia trawienie białka. Skuteczne działanie proteolityczne także wymaga środowiska kwaśnego, czyli pH poniżej 4, a wzrasta przy jeszcze niższym pH (17). Ponadto wydzielanie enzymów trzustkowych jest ograniczone przy wyższej wartości pH, co

także prowadzi do pogorszenia trawienia (22), dlatego też suplementacja paszy kwasami organicznymi obniżającymi pH przewodu pokarmowego jest bardzo istotna.

Kwasy poprzez obniżenie pH panującego w żołądku i jelicie wpływają również na stymulację wydzielania trzustkowego, jak i morfologię śluzówki (4). Jak wykazano, suplementacja 2,5% kwasem mlekowym diety prosiąt w okresie odsadzeniowym zwiększyła objętość i zawartość białka soków trzustkowych oraz trypsyny i chymotrypsyny (13). Dodatkową korzyścią stosowania kwasów jest pobudzenie wzrostu komórek układu pokarmowego. Zwiększenie wzrostu śluzówki jelita może być stymulowane przez krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Najlepsze efekty zaobserwowano w przypadku kwasu n-masłowego, zwłaszcza w okrężnicy i w jelicie czczym, gdzie zwiększyła się długość kosmków, powierzchnia wchłaniania, a także stężenie gastryny. Dobrze rozwinięte kosmki zwiększają wchłanianie i wykorzystanie substancji odżywczych obecnych w paszy (7).

Niektóre z kwasów mogą tworzyć związki kompleksowe z różnymi kationami, dzięki czemu poprawia się wchłanianie minerałów, takich jak wapń czy cynk. Dowiedziono, że dodanie kwasu fumarowego zwiększa adsorpcję wapnia, fosforu i cynku (14). Stwierdzono również, że niższe pH w jelitach zwiększa rozpuszczalność fosforu i fitynianu, co z kolei poprawia wchłanianie fosforu w jelicie krótkim (15).

Kwasy i sole organiczne poprzez obniżenie pH i efekt aniono-protonowy w komórce bakterii wywierają działanie hamujące na wzrost zarówno bakterii żołądkowych, jak i jelitowych. Już poniżej pH 5 wzrost takich mikroorganizmów, jak *Cl. perfringens*, *E. coli* czy *Salmonella* jest ograniczony, natomiast mikroflora o większej tolerancji dla środowiska kwaśnego pozostaje w stanie niezmiennym. Niskie pH zapewnia skuteczną ochronę przed patogennymi mikroorganizmami jelita grubego i krętego (17).

Działanie antybakteryjne kwasów organicznych polega na tym, że kwas, wnikając przez błony komórkowe do wnętrza mikroorganizmu w stanie niezdisocjowanym dostaje się do cytoplazmy. W komórce, gdzie panuje pH ok. 7 kwas ulega dysocjacji, wydzielając jon  $H^+$ ; blokuje to funkcje enzymów oraz system transportu składników pokarmowych w komórce mikroorganizmu. Dysocjujący kwas dodatkowo obniżając pH cytoplazmy drobnoustroju, zmusza ją do neutralizacji przez wewnątrzkomórkowy system buforowy przy aktywnym współdziałaniu protonów z wnętrza komórki; proces ten zachodzi z dodatkowym zużyciem energii. Jeśli komórka drobnoustroju nie jest w stanie utrzymać swojego optymalnego pH, to organy i substancje, takie jak enzymy, DNA czy błony cytoplazmatyczne, niezbędne dla zachowania procesów życiowych organizmu ulegają zniszczeniu, a komórka drobnoustroju ginie (13, 17).

Także aniony  $RCOO^-$  pochodzące z kwasu mogą działać hamująco w stosunku do ważnych procesów zachodzących w cytoplazmie lub w jądrze komórkowym patogenów, na przykład anion kwasu mrówkowego hamuje aktywność enzymów, a anion kwasu propiono-

wego wpływa na transport membranowy, hamuje również syntezę niektórych aminokwasów (3). Działanie anionów może powodować zachwianie w syntezie DNA, a tym samym zapobiegać namnażaniu mikroorganizmów, dlatego też sole kwasów organicznych działają bakterioobójczo, nie wykazują natomiast wpływu na pH środowiska układu pokarmowego (1, 13).

Skuteczność działania kwasów organicznych uzależniona jest od stopnia dysocjacji, a ta z kolei zależy od długości łańcucha kwasu oraz poziomu ich nasycenia (ilość wiązań wielokrotnych). Skala działania kwasów zależy także od czasu ekspozycji, temperatury i właściwości danego kwasu, jak również od podatności bakterii. Bakterie Gram-ujemne są wrażliwe tylko na kwasy posiadające mniej niż osiem atomów węgla w cząsteczce, podczas gdy bakterie Gram-dodatnie wykazują wrażliwość na kwasy o dłuższych łańcuchach. Bakterie takie jak *Lactobacillus spp.*, które konkurują w przewodzie pokarmowym z bakteriami chorobotwórczymi nie pozwalając na ich dalszy rozwój, pozostają nienaruszone, a ich wzrost może być nawet dodatkowo pobudzony (11).

Dodatek kwasu organicznego jako zakwaszacza do paszy dla zwierząt wpływa na wytworzenie skutecznej bariery dla drobnoustrojów chorobotwórczych oraz pociąga za sobą powstanie sprzyjających warunków dla trawienia paszy i przyswajania substancji odżywczych w niej zawartych (17, 20).

### Wpływ kwasów organicznych na metabolizm zwierząt

Kwasy organiczne oddziałują również na metabolizm w organizmie zwierząt. Większość kwasów organicznych jest źródłem energii (tab. 1). Pojawiały się twierdzenia, że efekt stymulowania wzrostu wywołany przez kwasy organiczne może wynikać właśnie z wartości energetycznej kwasów, zwłaszcza, jeśli były one dodane w większej ilości (2). Twierdzenia te zostały poparte badaniami dowodzącymi, że świnię potrafią wykorzystywać kwas mrówkowy z wydajnością energetyczną zbliżoną do tej uzyskanej podczas metaboli-

Tab. 1. Wartość energetyczna wybranych kwasów organicznych i ich soli (17)

Kwas organiczny/sól	Rozpuszczalność w wodzie	Wartość energetyczna brutto (kJ/g)
Kwas mrówkowy	bardzo dobra	5,8
Kwas octowy	bardzo dobra	14,8
Kwas propionowy	bardzo dobra	20,8
Kwas mlekowy	dobra	15,1
Kwas fumarowy	niska	11,5
Kwas cytrynowy	dobra	10,3
Mrówczan wapnia	niska	3,9
Mrówczan sodu	bardzo dobra	3,9
Propionian wapnia	dobra	16,6
Mleczan wapnia	niska	10,2

zowania glukozy. Określono, że wartość energetyczna kwasu mrówkowego to 5,8 kJ/g, która jest całkowicie metabolizowana (13), a 1 M kwasu mrówkowego generuje 18 M ATP (adenozynotrifosforanu) (17). Co więcej, kwas propionowy może zawierać do pięciu razy więcej energii niż pszenica (18). Zaproponowano również, że niektóre reakcje metaboliczne mogą być stymulowane poprzez dodanie kwasów, dzięki czemu wzrasta wykorzystanie białek oraz aminokwasów (2). Udowodniono, że dodanie kwasu mrówkowego do diety prosiąt podnosi aktywność dehydrogenazy alfa-ketoglutatanowej oraz transaminazy glutaminowo-pirogronowej (9). Podsumowując można stwierdzić, że kwasy organiczne dodawane do paszy jako zamienniki antybiotykowych stymulatorów wzrostu wpływają korzystnie na jej właściwości oraz układ pokarmowy i metabolizm zwierząt (tab. 2).

### Efekty produkcyjne stosowania kwasów organicznych

Dostępnych jest szereg prac prezentujących wyniki badań na temat skuteczności suplementacji diety kwasami organicznymi (24, 25). Najwyraźniej zauważalne skutki stosowania kwasów odnotowano w przypadku prosiąt, zwłaszcza w okresie odsadzania. Przejście z karmy płynnej na stałą, jak i diametralna zmiana w sposobie podawania karmy mogą powodować stres u prosiąt. Dodatkowo prosięta poddane są fizjologicznemu i środowiskowemu stresowi, który skutkuje ograniczonym poborem paszy i niskim przyrostem masy. W niektórych przypadkach pojawiają się: biegunka, zwiększona zachorowalność lub padnięcia (17). We wczesnym okresie życia (pierwsze trzy-cztery tygodnie) tworzenie kwasu solnego w żołądku i wydzielanie enzymów trzustkowych jest ograniczone, co pogarsza trawienie pobieranej paszy. Dodanie kwasów organicznych do paszy powoduje szybsze obniżenie wartości pH żołądka, w rezultacie poprawia się trawienie białka i tłuszczów, co sprzyja większemu przyrostowi masy. Ponadto, obniżenie pH układu pokarmowego ogranicza rozprzestrzenianie i/lub kolonizację niepożądanych mikroorganizmów w obszarze żołądkowo-jelitowym (13, 17).

Kwasy mrówkowy, fumarowy i cytrynowy są często przedmiotem badań mających na celu wykazanie ich skuteczności jako zakwaszaczy w żywieniu młodych prosiąt. Udowodniono, że w przypadku prosiąt kwas fumarowy dodawany do paszy daje lepsze efekty produkcyjne niż kwas mrówkowy czy cytrynowy, natomiast kwas mrówkowy wykazuje najlepsze efekty produkcyjne u tuczników (24). Ze względu na uzyskanie większych przyrostów masy u zwierząt szerszym zainteresowaniem objęto również sole wapniowe, sodowe i potasowe kwasu mrówkowego (24). Inne kwasy, takie jak octowy, mlekowy czy sorbowy także powodują polepszenie efektów produkcyjnych, jednakże badania dowodzące ich skuteczności nie są tak liczne jak w przypadku wyżej wymienionych kwasów (28). Udowodniono, że zakwaszenie paszy 0,6-1,2% kwasem mrówkowym skutkowało zwiększeniem dziennego przyrostu

Tab. 2. Działanie kwasów organicznych i ich soli (17)

Miejsce działania	Forma aktywna	Przykładowe działanie
Pasza	H <sup>+</sup>	obniżenie pH; zmniejszenie możliwości wiązania kwasu
	H <sup>+</sup> i anion	ograniczenie wzrostu drobnoustrojów; działanie antybakteryjne
Układ pokarmowy	H <sup>+</sup>	obniżenie pH żołądka i jelita cienkiego; zwiększenie aktywności pepsyny
	anion	czynnik kompleksujący kationy: Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup>
	H <sup>+</sup> i anion	działanie antybakteryjne; wpływ na stężenie drobnoustrojów
Metabolizm		źródło energii; stymulacja niektórych procesów; metabolicznych

masy nawet do 20%. Suplementacja paszy w przypadku prosiąt daje najlepsze efekty w czasie 2-4 tygodni po odsadzeniu (24).

Istnieją również doniesienia odnośnie do stosowania kwasów organicznych u królików. Dowiedziono, że suplementacja paszy 1,5% kwasem fumarowym wpływa na zwiększenie dziennych przyrostów masy oraz na lepsze wykorzystanie paszy, a dodatek 0,5% kwasu kaprylowego wpłynął na zmniejszenie śmiertelności wśród młodych osobników (6). Suplementacja paszy kwasami organicznymi wykazała również wpływ na poprawę morfologii śluzówki jelit u królików (23).

W przypadku drobiu działanie kwasów organicznych opiera się głównie na działaniu antybakteryjnym, a nie, jak w przypadku trzody, na obniżeniu pH panującego w żołądku (19). Stosowanie kwasów organicznych u drobiu przyczynia się do ograniczenia rozwoju mikroorganizmów takich jak *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* czy *E. coli* w wolu i jelicie ślepym (25). Wykazano, że dodanie kwasu propionowego powoduje znaczne zmniejszenie liczby *E. coli* i *Salmonella* w jelicie ślepym u brojlerów (12). Odnotowano również, że suplementacja paszy kwasem fumarowym lub propionowym poprawia wykorzystanie paszy od 3,5% do 4% u brojlerów. Zwiększone wykorzystanie paszy z dodatkiem tego kwasu udowodniono również w przypadku niosek (3). Badano także wpływ takich kwasów, jak: jabłkowy, sorbowy i winowy, w stężeniach od 0,5% do 2% na efekty produkcyjne brojlerów. Najlepsze przyrosty masy zaobserwowano przy stężeniu 1,12% dla kwasu sorbowego i 0,33% dla winowego. Zwiększenie masy ciała stwierdzono również u ptaków, które karmiono paszą z dodatkiem 2% kwasu mlekowego (4). Odnotowano także pozytywne skutki stosowania kwasów mrówkowego i octowego. Najlepsze efekty produkcyjne uzyskano dla 0,5% kwasu mrówkowego, a dla octowego 0,7% (17).

Ze względu na główny sposób działania skuteczne zakwaszacze dla drobiu powinny zawierać kwasy organiczne, które pozostają w formie niezdysocjowanej przy różnych wartościach pH, dzięki czemu działanie przeciwbakteryjne będzie przedłużone (15, 17). W przypadku

drobiu często stosuje się zakwaszacze jelitowe, do których należą: dipropionian amonu, dimrówczan potasu, mrówczan sodu, propionian wapnia, mrówczan amonu i mleczan wapnia (23).

Kolejną grupą zwierząt hodowlanych, u których badano efektywność kwasów organicznych wprowadzonych do żywienia, są ryby. Prace prowadzone pod koniec lat 80., mające na celu sprawdzenie kwasów winowego i cytrynowego w diecie pstrągów nie wykazały wyraźnej ich skuteczności. Dużo lepsze wyniki odnotowano w przypadku soli kwasów organicznych. Badano skuteczność soli kwasów fumarowego i sorbowego w mieszaninie z paszą 5-15 kg/t, którą podawano pstrągom tęczowym. Ryby otrzymujące 10 lub 15 kg zakwaszacza na tonę paszy miały znacznie wyższe przyrosty mas w stosunku do grupy kontrolnej. Stwierdzono również lepsze przyswajanie fosforu, magnezu i wapnia z paszy, do której dodano kwas mrówkowy w ilości 10 ml/kg paszy, podobne wyniki zaobserwowano, gdy zakwaszaczem był kwas cytrynowy (18). W przypadku tilapii stosowanie potasowej soli kwasu mrówkowego przyczyniło się do przyrostu masy większego prawie o 20% w stosunku do grupy, u której nie stosowano dodatku zakwaszacza (17).

Należy jednak pamiętać, że niektóre z kwasów, np. winowy czy mrówkowy, posiadają dość silny zapach i smak, które mogą zniechęcać zwierzęta do przyjmowania paszy z ich dodatkiem, tym samym pogarszać efekty produkcyjne, dlatego też, aby uniknąć takich sytuacji nie powinno się przekraczać zalecanej dawki podawanych kwasów (5).

### Podsumowanie

Ze względu na zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu w żywieniu zwierząt rozpoczęto poszukiwania alternatywnych rozwiązań dla wycofanych substancji. Kwasy organiczne ze względu na swoje właściwości i dość szerokie spektrum działania w profilaktyce schorzeń układu pokarmowego mogą stanowić skuteczny zamiennik dla ASW. Jedną z ważniejszych funkcji jest działanie antybakteryjne kwasów i regulacja pracy układu trawiennego, dzięki czemu kwasy organiczne korzystnie wpływają na poprawę produktywności zwierząt, zarówno poprzez zwiększenie wykorzystania paszy, jak i wyższe dzienne przyrosty masy.

### Piśmiennictwo

1. Bonos E. M., Christaki E. V., Florou-Paneri P. C.: Effect of Dietary Supplementation of Mannan Oligosaccharides and Acidifier Calcium Propionate on the Performance and Carcass Quality of Japanese Quail (*Coturnix japonica*). *Internat. J. Poultry Sci.* 2010, 9, 264-272.
2. Bosi P., Jung H. J., Han In K., Perini S., Cacciavillani J. A., Casini L., Creston D., Gremokolini C., Mattuzzi S.: Effects of dietary buffering characteristic and protected or unprotected acids on piglet growth, digestibility and characteristics of gut content. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 1999, 12, 1104-1110.
3. Dam H. Van: Organic acids and their salts. *Pig Progress.* 2006, 22, 26-28.
4. Dibner J. J., Buttin P.: Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. *J. Appl. Poultry Res.* 2002, 11, 453-463.

5. Eckel B., Kirchgessner M., Roth F. X.: Influence of formic acid on daily weight gain, feed intake, feed conversion rate and digestibility. The nutritive value of organic acids in the rearing of piglets. *J. Anim. Phys. and Anim. Nutri.* 1992, 67, 93-100.
6. Falcão-e-Cunha L., Castro-Solla L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourão J. L.: Alternatives to antibiotic growth promoters in rabbit feeding: a review. *World Rabbit Sci.* 2007, 15, 127-140.
7. Frankel W. L., Zhang W., Singh A., Klurfeld D. M., Don S., Sakata T., Modlin I., Rombeau J. L.: Mediation of the trophic effects of short-chain fatty acids on the rat jejunum and colon. *Gastroenterology* 1994, 106, 375-380.
8. Ghazalah A. A., Aha A. M., Elkloub K., Mustafa A. El., Shata R. F. H.: Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, nutrients digestibility and health of broiler chicks. *Internat. J. Poultry Sci.* 2011, 10, 176-184.
9. Grassmann E., Roth F. X., Kirchgessner M.: Metabolic effects of formic acid in daily use: 6. Nutritive value of organic acids in piglet rearing. *J. Anim. Physiol. Nutr.* 1992, 67, 250-257.
10. Grell E. R.: Chemia i biotechnologia w produkcji zwierzęcej. Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 2011.
11. Hellweg P., Tats D., Manner K., Vahjen W., Zentek J.: Impact of potassium diformate on gut flora of weaned piglets. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 2006, 15, 63.
12. Izat A. L., Adams M. H., Cabel M. C., Colberg M., Reiber M. A., Skinner J. T., Waldroup P. W.: Effect of formic acid or calcium formate in feed on performance and microbiological characteristics of broilers. *Poultry Sci.* 1990, 69, 1876-1882.
13. Kim Y. Y., Kil D. Y., Oh H. K., Han In K.: Acidifiers as alternative material to antibiotics in animal feed. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2005, 18, 1048-1060.
14. Kirchgessner M., Roth F. X.: Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. *Pig News Info.* 1982, 3, 259.
15. Lević J., Siniša M., Djuragić O., Slavica S.: Herbs and organic acids as an alternative for antibiotic-growth-promoters. *Arch. Zootech.* 2008, 11, 5-11.
16. Lević J., Sredanović S., Duragić O., Jakić D., Lević Lj., Pavkov S.: New feed additives based on phytonutrients and acidifiers in animal nutrition. *Biotechnol. Anim. Husb.* 2007, 23, 527-534.
17. Lückstädt C.: Acidifiers in animal nutrition. A Guide for Feed Preservation and Acidification to Promote Animal Performance. Nottingham University Press 2009.
18. Lückstädt C.: The use of acidifiers in fish nutrition. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science. Nutriti. Nat. Res.* 2008, 3, 1-8.
19. Lückstädt C., Şenköylü N., Akyürek H., Agma A.: Acidifiers – a Modern Alternative for Antibiotic free feeding in livestock production, with special focus on broiler production. *Veterinarinarija Ir Zootehnika.* 2004, 27, 91-93.
20. Mroz Z.: Organic Acids as Potential Alternatives to Antibiotic Growth Promoters for Pigs. *Advances in Pork Production.* 2005, 16, 169-182.
21. Ogunwole O. A., Abu O. A., Adepoju I. A.: Performance and Carcass Characteristics of Broiler Finishers Fed Acidifier Based Diets. *Pakistan J. Nutri.* 2011, 10, 631-636.
22. Øverland M., Granli T., Kjos N. P., Fjetland O., Steien S. H., Stokstad M.: Effect of dietary formates on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 2000, 78, 1875-1884.
23. Papatsiros V. G., Christodouloupolos G., Filippopoulos L. C.: The use of organic acids in monogastric animals (swine and rabbits). *J. Cell Anim. Biol.* 2012, 6, 154-159.
24. Partanen K. H., Mroz Z.: Organic acid for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.* 1999, 12, 117-145.
25. Paul S. K., Samanta G., Halder G., Biswas P.: Effect of a combination of organic acid salts as antibiotic replacer on the performance and gut health of broiler chickens. *Livest. Res. Rural Develop.* 2007, 19, 171.
26. Perić L., Žikić D., Lukić M.: Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotechnol. Anim. Husb.* 2009, 25, 387-397.
27. Rajchert M., Gajewczyk P., Płazak E.: Wpływ zastosowania płynnego zakwaszacza z mieszaną typy Prestarter na wyniki odchowu prosiąt. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2011, 38, 73-85.
28. Roth F. X., Kirchgessner M., Eidelsburger U.: Nutritive value of lactic acid in piglet rearing. *Agribiol. Res.* 1993, 46, 229-239.
29. Saikat S., Sudipto H., Tapan K. G.: Comparative Efficacy of an Organic Acid Blend and Bacitracin Methylene Disalicylate as Growth Promoters in Broiler Chickens: Effects on Performance, Gut Histology, and Small Intestinal Milieu. *Vet. Med. Int.* 2010, 30, 1-8.
30. Valchev G.: Organic acids in combined forages for growing pigs. *Biotechnol. Anim. Husb.* 2008, 24, 121-128.