

ALEKSANDRA ZIOŁECKA

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłonnie k/ Warszawy

ZASTOSOWANIE PYŁÓW POCHODZĄCYCH Z CEMENTOWNI W ŻYWIENIU ZWIERZĄT

W 1978 roku w styczniowym numerze amerykańskiego czasopisma *Science* *) ukazała się notatka, w której jej autor — Thomas H. Maugh II — informuje m. in. o rewelacyjnych wynikach jakie uzyskano przy stosowaniu pyłu cementowego w opasaniu bydła w Stanie Georgia (USA). A oto fragmenty z tego doniesienia: „Pierwsze obserwacje poczynione były przez trzech farmerów zajmujących się produkcją bydła opasowego w Stanie Georgia. Pastwiska, na których utrzymywane było bydło zanieczyszczone były pyłami z cementowni, które dostawały się także do paszy. Zwierzęta chętniej zjadały pasze z tych pastwisk, a ich przyrosty były większe od spodziewanych. Wyniki swych obserwacji przekazali do Państwowego Rolniczego Centrum Badawczego w Beltsville. Mimo sceptycznego podejścia W.E. Wheeler i R.R. Oltjen przeprowadzili pierwsze doświadczenia na 14 walcach, z których połowa otrzymywała 3,5% dodatek pyłu cementowego do paszy, reszta stanowiła kontrolę. Po 112 dniach przyrosty zwierząt doświadczalnych były o 28% większe, a zużycie paszy na przyrost o 21% mniejsze niż kontrolnych. Cały ten dodatkowy przyrost stanowiło tylko mięso, przy czym jego jakość była lepsza niż u walców kontrolnych”. — I dalej: „Okolo 30 milionów kilogramów pyłów jest „produkowanych” dziennie przez cementownie na terenie Stanów Zjednoczonych. Nie ma formalnego zakazu stosowania ich w żywieniu bydła, należy jednak sprawdzić, czy składniki pyłów nie przechodzą do mięsa”.

A teraz wyniki badań. — Od 1977 roku zaczęły pojawiać się w prasie fachowej prace [39] wskazujące, że dodatek pyłów cementowych (PC) do dawek pokarmowych wpływa na zwiększenie przyrostów zwierząt, poprawia wykorzystanie paszy, wpływa korzystnie na przebieg procesów fermentacyjnych zachodzących w żwaczu, a także na jakość tusz bydlęcych. Bodźcem do podjęcia tych badań były, wspomniane w powyższej notatce prasowej, obserwacje poczynione przez farmerów amerykańskich o korzystnym działaniu pyłu cementowego na przyrosty i wykorzystanie paszy przez rosnące walcie żywione dawką złożoną ze słomy sojowej

*) vol. 199, nr 4327, 27 January 1978, s. 413

i ziarna kukurydzy [40]; dawka ta zawierała więc duży udział suchej masy z pasz objętościowych i małą ilość białka. Nie we wszystkich jednak doświadczeniach reakcja zwierząt na dodatek pyłów cementowych do dawek pokarmowych była jednakowa; mogło to być spowodowane tak rodzajem stosowanych dawek, jak i składem chemicznym użytego pyłu, a także jego strukturą fizyko-chemiczną [1, 8, 20, 36]. Uważano, że dodatnia reakcja zwierząt na dodatek niektórych pyłów związana jest z ich właściwościami buforującymi, podobnymi do właściwości buforowych kredy pastewnej. Sugerowano także [np. 8, 31, 39], że ten korzystny efekt należy przypisać obecności niektórych mikroelementów mających istotne znaczenie w żywieniu przeżuwaczy, działających z jednej strony korzystanie poprzez uzupełnianie ich niedoboru w dawkach pokarmowych, z drugiej — mających istotne znaczenie dla optymalnego rozwoju drobnoustrojów żwacza [34].

Z uwagi na to, że niejednokrotnie przypisuje się zbyt duże znaczenie zastosowaniu pyłów cementowych w żywieniu przeżuwaczy, próby takie przeprowadzono także w kraju [27, 43], opracowano przegląd dostępnej literatury wskazującej tak na dodatni wpływ jak i na brak reakcji zwierząt, a czasem nawet na negatywną ich reakcję na dodatek pyłów cementowych do paszy. Starano się przede wszystkim wskazać na te czynniki, którym należy przypisać korzystne bądź szkodliwe działanie niektórych pyłów cementowych.

Pyły cementowe mogą znaleźć praktyczne zastosowanie właściwie tylko w żywieniu przeżuwaczy i na tej grupie zwierząt przeprowadzono większość doświadczeń. Niemniej w przedstawionym przeglądzie uwzględniono na końcu także wyniki badań wykonanych na szczurach, drobiu, świniach i królikach.

Skład pyłów cementowych

Pyły cementowe stanowią mieszaninę związków chemicznych o przeważającym udziale wapnia (ok. 30%). Poza makroelementami takimi jak wapń, potas, magnez, sód i siarka zawierają one także śladowe ilości mikroelementów, m. in. ołowiu, manganu, miedzi, kobaltu, rtęci i arsenu, selenu i fluoru. Zawartość Ca w różnych pyłach jest podobna i waha się od 24 do 33,5 procent. Dość znaczne wahania stwierdzono natomiast w zawartości potasu, siarki, cynku, ołowiu, manganu i selenu. Na przykład zawartość ołowiu waha się od 124 do 4000 ppm [34], selenu od 0,45 do 20, arsenu od 1,6 do 14,8 mg/kg. Dla ilustracji przytoczono dane dotyczące składu mineralnego pyłów pochodzących z różnych źródeł zagranicznych (tab. 1) i krajowych (tab. 2). Te ostatnie dane otrzymano z Instytu-

tu Przemysłu Wiążącego Materiałów Budowlanych w Opolu *). Spośród ośmiu cementowni wybrano dla przykładu dwie z Opoli, jedną spod Częstochowy oraz cementownię w Nowinach koło Kielc, uwzględniając wszystkie podane składniki pyłów wytraconych w elektrofiltrach oraz emitowanych do atmosfery.

Przeprowadzono m. in. także badania nad zawartością Se w różnych frakcjach pyłu, nie zatrzymywanego przez filtry cementowni w fabryce cementu portlandzkiego, jako źródła Se dla owiec [13]. Pierwsza frakcja stanowiła ok. 76% tego pyłu i zawartość w niej Se wynosiła 5,2 ppm przy pH 13,1. Druga frakcja, przechodząca przez drobniejszy filtr, zawierała 12,7 ppm Se. Przy przechodzeniu przez filtr elektrostatyczny następowały straty części selenu, tak że ta frakcja zawierała tylko 10,8 ppm Se.

Głównym związkiem wapnia, występującym w pyłach cementowych jest węglan wapnia, stanowiący od 49,5 do 85,7%; natomiast tlenek i wodorotlenek Ca raczej nie są spotykane w pyłach lub występują tylko w znikomych ilościach [22].

Przeprowadzono serię testów [22, 38] mających na celu określenie zdolności neutralizowania kwasów przez różne rodzaje pyłu cementowego, których dodatnie działanie było uprzednio sprawdzone na zwierzętach. Aktywność sześciu rodzajów pyłu oznaczono w środowisku pH 3, odpowiadającemu warunkom panującym w trawieńcu i w początkowej części jelita cienkiego oraz przy pH 6 — odpowiadającemu treści żwacza zwierząt żywionych dawkami pokarmowymi o dużej ilości pasz treściwych. Aktywność pyłów była mniejsza niż tlenku wapnia, a podobna do aktywności pastewnych węglanów wapnia. Była ona przy tym znacznie większa przy pH 3 niż przy pH 6. Stwierdzono także, że te pyły cementowe, które nie wpłynęły dodatnio na wyniki produkcyjne zwierząt, miały mniejszą aktywność przy pH 6 niż powodujące reakcję dodatnią. Znaczna część (48,4—86,8%) zdolności pyłów cementowych do zobojętniania kwasów jest wynikiem obecności w nich węglanu wapnia. Węglan stanowił mniejszy procent całkowitej zdolności do zobojętniania w „nieaktywnych” niż w „aktywnych” pyłach cementowych.

Potencjalnie toksycznymi pierwiastkami znajdującymi się w pyłach są: arsen, fluor, kadm, rtęć, miedź, molibden, ołów, selen i wanad. Obecność ich i niezbilansowanie w dawkach pokarmowych może stwarzać niebezpieczeństwo zatrucia zwierząt lub wywierać niekorzystny wpływ na wyniki produkcyjne [np. 1, 20, 42, 44, 44]. Jak podają Mathison i Thompson [20] w pyłach przez nich badanych tylko zawartość oło-

*) Materiały te otrzymano dzięki uprzejmości prof. dr Bolesława Weryńskiego oraz mgr inż. Stefana Pampucha, z-cy Dyrektora Instytutu PWMB w Opolu.

Tabela 1

Skład mineralny pyłów cementowych pochodzących z różnych źródeł

Składniki	Stany USA [33]				Kanada [15]		Kanada [20]	
	Stan Georgia USA [34]	Neb-raska	Mon-tana	Okla-homa	Geor-gia	Rejon Jez. Ontario	La Farge CKD	
							próba 1	próba 2
% SM								
Ca	27,31	24,3	31,5	25,5	27,2	28,87	32,90	33,54
P	0,40	—	—	—	—	7,07	1,59	1,65
Al	4,16	—	—	—	—	1,33	1,03	1,05
Fe	1,11	—	—	—	—	0,93	2,12	1,96
Mg	0,52	—	—	—	—	0,18	0,41	0,30
Na	0,23	1,30	0,50	0,73	0,62	3,59	1,62	1,24
K	0,40	10,40	2,1	1,80	4,4	—	6,25	6,11
Si	—	—	—	—	—	—	1,21	0,98
S	2,33	3,82	0,88	5,12	1,92	—	—	—
S w postaci siarczków	—	—	—	—	—	0,28	—	—
SO ₃ rozpuszczalny w kwasie	—	—	—	—	—	8,78	—	—
Chlorki	1,10	—	—	—	—	—	—	—
F	—	0,26	0,12	0,06	0,07	—	0,40	0,19
ppm/SM								
Zn	145,00	—	—	—	—	71,70	100,0	124,0
Pb	124,00	340,0	100,0	560,0	250,0	164,00	231,0	240,0
Mn	152,00	650,0	350,0	520,0	60,0	—	61,0	75,0
Cr	110,00	50,0	40,0	70,0	30,0	—	150,0	230,0
Cu	42,00	30,0	20,0	30,0	20,0	9,01	8,0	9,0
Ni	—	80,0	70,0	60,0	50,0	21,00	8,0	11,0

Cd	4,00	20,0	30,0	10,0	30,0	30,0	6,57	4,87	2,0	1,0
V	—	—	—	—	—	—	—	—	110,0	100,0
Co	3,00	40,0	30,0	40,0	40,0	10,0	—	—	1,2	2,0
Be	—	—	—	—	—	—	—	—	0,60	0,65
Hg	0,50	0,26	NA	0,13	0,38	0,14	0,009	0,016	—	—
Sr	15,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
As	7,00	12,4	NA	12,0	11,2	14,8	—	—	1,60	3,60
Li	64,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Se	17,00	5,8	NA	2,8	7,0	20,0	3,0	0,45	1,44	1,30
Mo	5,00	—	—	—	—	—	—	—	<0,05	0,05
pH	—	11,4	12,4	12,6	12,4	11,9	—	—	—	—

Na — nie oznaczano

Tabela 2

Skład mineralny pyłów cementowych wg danych krajowych

Składnik %	P o c h o d z e n i e — C e m e n t o w n i a											
	Opole				Rudniki k. Częstochowy				Nowiny k. Kielc			
	Odra		Groszowice		a)		b)		a)		b)	
	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)	a)	b)
Ca	27,60	25,74	29,53	29,35	33,20	32,52	33,04	32,61	30,37	29,35	30,13	30,13
Si	7,49	7,36	6,80	6,02	5,51	6,86	4,26	7,13	6,95	7,48	7,23	7,23
K	3,09	2,36	3,14	0,91	2,32	1,36	1,49	3,65	4,66	1,17	0,86	0,86
Na	0,12	0,31	0,76	0,22	1,29	1,16	0,24	0,37	0,41	0,15	0,12	0,12
Fe	1,68	2,06	1,20	0,96	1,34	1,24	1,08	1,38	1,42	1,45	1,64	1,64
Al	3,11	3,30	4,81	4,05	1,96	2,31	2,04	2,11	2,20	2,46	2,21	2,21
Mg	0,63	0,78	0,61	0,73	1,01	1,09	1,20	0,78	0,78	0,76	0,67	0,67
S ^o	0,75	1,91	0,61	0,57	1,27	0,86	0,27	2,10	2,71	0,50	0,28	0,28
S ^{''}	0,38	0,29	0,30	—	3,07	2,67	1,70	0,37	0,42	0,23	0,09	0,09
Ti	—	—	0,27	—	0,20	0,21	—	0,27	—	—	—	—

a) pył pobrany z elektrofiltra

b) pył pobrany za elektrofiltrem (emitowany do atmosfery)

c) jako SO₃

wiu występowała w takich ilościach (231 i 240 ppm), że mogła być toksyczna dla zwierząt lub nagromadzać się w częściach jadalnych ciała, a więc zagrażać zdrowiu człowieka. W doświadczeniach przeprowadzonych na bydło stwierdzili oni istotnie większą ($P < 0,01$) zawartość ołowiu w nerkach walców otrzymujących przez 125 dni dawki z 3,5% dodatkiem pyłu cementowego niż u zwierząt kontrolnych (0,80 vs 0,36 ppm w świeżej tkance). Wartości te są podobne do wyników uzyskanych przez Wheelera i Oltjena [42]; 0,76 i 0,80 vs 0,38 i 0,33 ppm. Także w wątrobie zwierząt doświadczalnych większa była zawartość ołowiu (0,51 vs 0,40 ppm), lecz różnice okazały się nieistotne; podobnie nie było różnic w zawartości tego pierwiastka w mięśniach i krwi. Wyniki te potwierdzają dane uzyskane przez Busha i Nicholsona [1], którzy stwierdzili wzrost zawartości ołowiu w wątrobie, nerkach i mięśniach walców żywionych przez 336 dni dawkami pokarmowymi składającymi się w 75% z ciętego siana z tymotki i 25% mieszanki pasz treściwych z dodatkiem 2—3,5% pyłu cementowego w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi, choć różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie; zawartość ołowiu w zastosowanym pyłe wynosiła 100 ppm. Przyjmuje się, że w nerkach zdrowych zwierząt znajduje się od 0,2 do 1,0 ppm ołowiu [wg 42]. Tak więc mimo istotnego zwiększenia się zawartości ołowiu w tkankach walców otrzymujących pył cementowy jego ilość nie przekraczała granic biologicznych. Jest prawdopodobne, że stosunkowo duża zawartość wapnia w dawce pokarmowej przy dodatku PC działa hamująco na wchłanianie i gromadzenie się ołowiu w tkankach, w tym przypadku w mięśniach.

Również w doświadczeniach Ponda i in. [24] na świnich nie wykazano różnic w zawartości ołowiu w popiele kości, wątrobie i nerkach, a także we krwi zwierząt otrzymujących 3% dodatek PC do paszy a zwierzętami kontrolnymi.

W doświadczeniach Wheelera i Oltjena [42] zwiększała się istotnie ($P < 0,05$) zawartość Se w wątrobie (0,33 i 0,37 ppm) opasanych walców otrzymujących dodatek PC do dawek w porównaniu z kontrolnymi (0,10 i 0,16 ppm), a także w nerkach (1,21 i 1,17 vs 0,70 i 0,68 ppm, odpowiednio). Podobnie jak w przypadku ołowiu poziom ten nie jest jednak toksyczny dla zwierząt, przyjmuje się bowiem za normalną zawartość Se w korze nerek nieco powyżej 1,0 ppm oraz 0,1 ppm w wątrobie.

Niektórzy autorzy sugerują jednak [np. 42], że selen znajdujący się w pyłach może być czynnikiem powodującym zwiększenie przyrostów masy ciała zwierząt. Dawki pokarmowe stosowane przez nich dla walców zawierały bowiem marginalną ilość tego pierwiastka. Sugestie Wheelera i Oltjena potwierdzają doświadczenia Hogue i in. [13]. Badacze ci stosowali różne frakcje portlandzkiego pyłu cementowego w 165-dniowym tuczcu jagniąt i uzyskali największe przyrosty (135 g/dzień) w grupie otrzy-

mującej frakcję pyłu o największej zawartości Se (12,7 ppm vs 10,8 i 5,2 ppm). W narządach wewnętrznych tych jagniąt gromadziło się najwięcej Se: w nerkach 6,41; w wątrobie 1,15; w mięśniach 0,33 ppm w suchej masie tkanki; w narządach zwierząt kontrolnych zawartość Se wynosiła odpowiednio: 4,88; 0,45 i 0,12 ppm.

Wyniki doświadczeń Warda i in. [33] nie potwierdziły natomiast dodatniego wpływu Se zawartego w pyłach na przyrosty jagniąt. Podstawowa dawka pokarmowa zastosowana w ich doświadczeniu zawierała 0,4 ppm Se, co prawdopodobnie przewyższa zapotrzebowanie jagniąt na ten pierwiastek, wg norm NRC z 1975 roku. Podobnie niektórzy autorzy kanadyjscy [np. 14, 15] nie przypisują znaczenia selenowi zawartemu w pyłach jako „stymulatorowi” przyrostów. Być może przyczyną różnic w wynikach tych doświadczeń są różnice w składzie pyłów pochodzących z różnych źródeł [15, 20]; np. pyły z Alberty (Kanada) są uboższe w selen i miedź niż pyły z Georgii (USA) (tab. 1). W badaniach Jordana i in. [15] tak ilość Se jak i Cu w dawkach — kontrolnej i doświadczalnych z dodatkiem pyłów — odpowiadały zapotrzebowaniu jagniąt na te pierwiastki (NRC, 1975).

Zastosowanie pyłów cementowych w żywieniu przeżuwaczy.

Przyrosty i wykorzystanie paszy

Korzystny wpływ dodatku pyłów cementowych do dawek pokarmowych na wyniki produkcyjne zwierząt, jaki stwierdzono w wielu doświadczeniach [np. 1, 2, 3, 7, 8, 16, 36, 37] przypisuje się częściowo właściwościom buforującym pyłów cementowych. Według Wheelera i Oltjena [42] obserwowane przez nich zwiększenie przyrostów masy ciała wołców i jagniąt należy przypisać aż w 80% właśnie buforującym właściwościom pyłu pochodzącego z Georgii. Duża zawartość węgla wapnia w pyłach działa neutralizująco na kwasy powstające w żwaczu, co może stwarzać korzystne warunki dla rozwoju i działalności drobnoustrojów bytujących w żwaczu. W następstwie tego poprawia się strawność składników pokarmowych dawek, co uzasadnia lepsze wykorzystanie paszy przez zwierzęta.

Są jednak prace, w których nie wykazano różnic w wykorzystaniu paszy przez zwierzęta otrzymujące dodatek PC do dawek w porównaniu z kontrolnymi. Należą do nich m. in. doświadczenia Jordana i in. [14]; uzupełnienie dawek 3,5% dodatkiem pyłu pochodzącego z dwóch kanadyjskich cementowni nie poprawiło w ciągu 104 dni żywienia ani przyrostów masy ciała ani wykorzystania paszy przez jagnięta w porównaniu z kontrolnymi. Wyniki te podobne są do danych uzyskanych przez Ha-

leya i in. [12], Lovella i in. [19], Prokopa [25], Rózycki [27], Trevisa [31], Wheelera [36], Zinna i in. [45] — dla młodego opasanego bydła; Buscha i in. [2], Farquhara i Trenkle [6], Galvano i in. [9], Kerchera i Molina [17] — dla jagniąt; Couvarasa i in. [5], Rumseya i Wheelera [29], Thorntona i Johnsona [30] — dla cieląt oraz Frederictona [8] — dla krów i rosnących jałówek typu mięsnego.

Są także doświadczenia, w których stwierdzono ujemny wpływ dodatku PC na wyniki produkcyjne. Mathison i Thompsen [20] podają, że wolce na dawce kontrolnej przyrastały w ciągu 125 dni opasania średnio dziennie o 120 g więcej niż na dawce z dodatkiem kanadyjskich PC z Alberty (Canada Cement Lafarge), a istotną różnicę w przyrostach stwierdzono w trzecim okresie tuczu, od 82 do 125 dnia (1,16 vs 0,90 kg; $P < 0,05$). Podobnie w doświadczeniach Paxtona i in. [23] przyrosty masy ciała wolców kontrolnych były większe ($P < 0,01$) niż otrzymujących dawkę z dodatkiem PC : 1,19 vs 0,83 kg/dzień. Mathison i Thompson [20] sugerują, że różnice między wynikami doświadczeń badaczy z Alberty i Georgii (USA) mogą być spowodowane różną zawartością mikroelementów w różnych paszach i pyłach cementowych podawanych zwierzętom. Potwierdzają to także wyniki doświadczeń Wheelera i Hruski [37] oraz Wheelera [36] wskazujące na różnice w zawartości składników mineralnych w pyłach pochodzących nawet z tego samego źródła (tab. 2).

W doświadczeniach Prokopa i in. [25] dodatek 3% PC do dawki pokarmowej złożonej w 90% z paszy treściwej i 10% siana obniżył dzienne przyrosty ($P < 0,05$) oraz wykorzystanie paszy w porównaniu z dawką kontrolną oraz z dawką zawierającą 1% PC. Pył ten pochodził z południowej Kalifornii i zawierał około 35% Ca. Potwierdzenie tych wyników można znaleźć w pracy Farquhara i Trenkle [6]. Przy 3,5-procentowym dodatku pyłu cementowego, pochodzącego z północnego rejonu stanu Iowa, do dawki złożonej w większości z pasz treściwych (77%) obniżało się pobieranie paszy i średnie dzienne przyrosty wolców w porównaniu ze zwierzętami otrzymującymi dawki z dodatkiem 0,46 lub 2% tego pyłu oraz z dawką kontrolną (bez lub z dodatkiem kredy pastewnej). Podobne wyniki uzyskali Kercher i Moline [17]; dodatek pyłu (140 g/dzień) spowodował zmniejszenie ilości pobranej paszy o 6%, w następstwie czego zmniejszyły się też przyrosty dzienne o 9,3% i pogorszyło się wykorzystanie paszy o 2,1% w porównaniu z grupą kontrolną; różnice te nie zostały jednak potwierdzone statystycznie. Podobne wyniki otrzymali też Yen i in. [44] na świniami przy zastosowaniu 3% dodatku PC w porównaniu z dawką zawierającą 1,5% PC lub 3% kredy pastewnej.

Zdaniem Mathisona i Thompsona [20] należałoby wyjaśnić, dlaczego w niektórych przypadkach uzyskuje się nieco lepsze wyniki produkcyjne w początkowym okresie tuczu zwierząt otrzymujących dodatek pyłów,

a następnie obniżenie w końcowym, co autorzy ci stwierdzili w swoich doświadczeniach. Drugim zagadnieniem wymagającym wyjaśnienia jest — ich zdaniem — działanie PC w zależności od składu skarmianych dawek pokarmowych a także od udziału pasz treściwych i objętościowych w dawce. Częściowo odpowiedź na to drugie pytanie mogą stanowić wyniki doświadczeń Busha i in. [2] przeprowadzone na jagniętach. W jednym z nich porównywano dwa rodzaje pełnodawkowych granulowanych mieszanek, o dużym lub małym udziale paszy objętościowej (45 vs 15% siana z tymotki), z dodatkiem (3%) lub bez pyłu cementowego. Średnie przyrostyienne jagniąt nie różniły się istotnie między grupami, natomiast w grupie żywieniowej o większym udziale siana jagnięta otrzymujące dodatek pyłu zjadały więcej suchej masy paszy niż kontrolne (1,96 vs 1,74; $P < 0,05$); nie było natomiast różnic w wykorzystaniu paszy na jednostkę przyrostu. W drugim doświadczeniu tych autorów skarmiano trzy dawki o różnej fizycznej postaci: 1) pasze treściwe sypkie + długie siano, 2) pasze treściwe granulowane + długie siano, 3) mieszanka pełnodawkowa z 9,5% udziałem siana z tymotki. Do wszystkich dawek, z wyjątkiem kontrolnej (pierwsza) dodawano po 2% pyłu cementowego. Jagnięta żywione dawką z granulowaną paszą treściwą i sianem i otrzymujące PC rosły lepiej niż z grupy kontrolnej (230 vs 181 g/dzień; $P < 0,05$); pozostałe nie różniły się między sobą. Dienne pobranie suchej masy paszy i wykorzystanie paszy na przyrost były podobne u jagniąt wszystkich grup.

Przy skarmianiu dawek pokarmowych z udziałem lucerny nie należy oczekiwać pozytywnej reakcji zwierząt na dodatek pyłów cementowych. Lucerna jest bowiem paszą o właściwościach buforujących [22, 33], prawdopodobnie większych niż pyły cementowe [33].

Przebieg procesów trawienia

Porównując wpływ różnych rodzajów pyłów cementowych na przebieg trawienia Wheeler i in. [38] stwierdzili u walców z przetokami żwacza mniejszy ciężar i objętość, mniejszą zawartość suchej masy i wody w treści żwacza i czepca u zwierząt otrzymujących dodatek PC lub kredy pastewnej o dużej aktywności niż u kontrolnych. Tempo ubytku suchej masy w żwaczu było też najszybsze przy tych dodatkach. W badaniach Galyeana i Chabota [10] objętość płynu żwacza i jego lepkość były natomiast podobne u walców kontrolnych i żywionych dawką z dodatkiem 3,5% PC. Autorzy ci nie stwierdzili także istotnych różnic w tempie przepływu treści ze żwacza (l/godz.), w tempie obrotu treści w żwaczu (turnover; godz.) między grupami, a także w zawartości białka i po-

piołu w wyizolowanych ze zwacza bakteriach. Natomiast w przypadku tempa rozcieńczania (dilution rate; %/godz.) otrzymali mniejsze, choć nieistotnie, wartości przy dodatku pyłu do paszy: 8,84 vs 9,71%/godz., co zgodne jest z wynikami podanymi przez Owensa i in. (1979; cyt. wg. 10).

Stwierdzono również korzystny wpływ dodatku pyłów cementowych na strawność składników pokarmowych pasz [np. 36, 38], a w tym na strawność włókna i/lub jego frakcji oraz skrobi [np. 31, 36, 38, 45].

Porównując dawki pokarmowe o jednakowej strukturze fizycznej stosowane w żywieniu walców Bush i Nicholson [1] stwierdzili mniejszą zawartość rozpuszczalnych węglowodanów w treści poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego, poczynając od zwacza, zwierząt otrzymujących dodatek PC niż kontrolnych. Różnica ta została potwierdzona statystycznie ($P < 0,01$) tylko w przypadku okężnicy; wartości wynosiły odpowiednio 3,38 vs 6,51% suchej masy treści. Podobnie u jagniąt (2) zawartość rozpuszczalnych węglowodanów była mniejsza w jelicie ślepym i okężnicy zwierząt otrzymujących dodatek PC do mieszanki pełnodawkowej z dużym udziałem paszy treściwej (85%); podobnie jak u walców, tak i u jagniąt istotność różnic udowodniono tylko dla okężnicy (0,73 vs 0,99 g/100 g substancji organicznej treści; $P < 0,05$). W przypadku podawania jagniętom mieszanki pełnodawkowej z dużym udziałem paszy objętościowej (45%) dodatek PC nie wpłynął na istotne zróżnicowanie zawartości rozpuszczalnych węglowodanów w treści zwacza, jelita grubego i okężnicy.

Są doświadczenia [np. 2, 28, 31, 45], w których wykazano dodatni wpływ PC na retencję azotu i wapnia u bydła i owiec. Poprawa wykorzystania białka może być następstwem zwiększonego tempa obrotu treści (turnover) w zwaczo-czepcu zwierząt otrzymujących dodatek pyłu [35], w związku z czym zwiększa się synteza białka drobnoustrojowego na jednostkę pobranej suchej masy paszy. Wyniki badań innych autorów nie wskazują jednak na dodatni wpływ PC na wykorzystanie białka paszy [np. 33, 36]. Być może o tych różnicach decyduje m. in. zawartość i jakość białka skarmianych pasz, a także wielkość dodatku i rodzaj pyłów cementowych.

Żywienie bydła dawkami pokarmowymi z dodatkiem pyłów cementowych nie wpływało istotnie na zmianę pH [9, 17], ilość lotnych kwasów tłuszczowych oraz procentu molarnego kwasów octowego, propionowego i masłowego [10, 17] w treści zwacza w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi. Nie stwierdzono również różnic w koncentracji amoniaku w zwaczu między walcami doświadczalnymi i kontrolnymi [10]. W przeciwieństwie do powyższych danych Wheeler [35, 36] oraz Wheeler i Oltjen [41, 42] stwierdzili podniesienie wartości pH treści zwacza i czepca walców otrzymujących pełnodawkową mieszankę złożoną w 53% z pasz zie-

lonych i 47% mieszanki treściwej z 3,5% dodatkiem PC; wartość pH wynosiła około 6,9 i była większa o około 0,5 jednostki ($P < 0,01$) niż u walców kontrolnych. U jagniąt natomiast, w doświadczeniach Busha i in. [3], pH treści żwacza było podobne w grupie doświadczalnej (z dodatkiem PC) i kontrolnej i wynosiło 5,7—5,8; dawki składały się w około 90% z paszy treściwej i w około 10% siana z tymotki.

Komentując wyniki swoich doświadczeń Wheeler i Oltjen [42] podkreślają, że nie można stwierdzić jednoznacznej reakcji bydła i owiec na dodatek pyłów cementowych bez uwzględnienia źródła pochodzenia pyłów, a więc tym samym ich składu.

Przy dodatku pyłów cementowych do dawek pokarmowych następowały zmiany pH treści jelit i kału bydła i owiec [np. 2, 6, 42]). W doświadczeniu Wheelera [36] pH treści jelit cienkich i okrężnicy było większe ($P < 0,05$) u zwierząt doświadczalnych niż kontrolnych.

W doświadczeniu Busha i in. [2] przeprowadzonym na jagniętach oraz Busha i Nicholsona [1] na walcach oznaczano pH treści poszczególnych części przewodu pokarmowego; u walców nie stwierdzono różnic w pH treści różnych odcinków przewodu pokarmowego przy dodatku pyłu cementowego. U jagniąt wartość pH była większa w treści jelita ślepego i okrężnicy u zwierząt otrzymujących dodatek PC do dawki z dużym udziałem pasz treściwych, natomiast nie różniła się w przypadku skarmiania dawek z dużym udziałem siana. W cytowanym doświadczeniu Busha i in. [2] oraz we wcześniejszej ich pracy przeprowadzonych na jagniętach [3] dodatek PC do dawek wpłynął istotnie ($P < 0,01$) na zwiększenie pH kału; wartości te wynosiły odpowiednio 7,45 vs 6,51 i 7,73 vs 6,72 [2] oraz 6,63 vs 5,94 [3]. Podobne dane u bydła otrzymali Wheeler i Oltjen [42], Trevis [31], Farquhar i Trenkle [6], Wheeler [36] oraz Galyean i Chabot [10]. W doświadczeniu tych ostatnich autorów pH kału wynosiło 6,52 vs 6,02 ($P < 0,05$). Obniżenie pH wiąże się ze zmniejszeniem ilości skrobi w kale, co wskazuje na lepsze wykorzystanie tego składnika przez zwierzęta otrzymujące dodatek PC.

W przeciwieństwie do wyników cytowanych wyżej badaczy Paxton i in. [23] nie stwierdzili istotnych różnic w wartości pH kału u walców kontrolnych (6,76) lub otrzymujących 3,5% pyłów pochodzących z Georgii bądź z Alabamy (6,31—6,36), a Galvano i in. [9] — u jagniąt żywionych dawkami pokarmowymi z udziałem 1,1% PC i o różnym stosunku pasz objętościowych do treściwych (30:70 i 20:80).

W nielicznych doświadczeniach oznaczano wybrane wskaźniki fizjologiczne we krwi. Według Farquhara i Trenkle [6] koncentracja Ca w osoczu krwi walców zwiększała się w miarę wzrostu ilości dodawanego PC do dawek pokarmowych (0,46; 2,0 i 3,5%), a tym samym w miarę wzrostu ilości pobieranego wapnia; nie zmieniał się natomiast poziom Mg

i hydroksyproliny we krwi. Stężenie Ca, Mg, K i Na w plazmie krwi, a także wartość hematokrytu krwi wolców kontrolnych i doświadczalnych, otrzymujących 3,5% pyłu cementowego w dawce, nie różniły się; koncentracja składników mineralnych we krwi mieściła się w granicach norm fizjologicznych [20].

Rumsey [28] stwierdził mniejszą ($P < 0,01$) zawartość suchej masy we krwi wolców opasanych przez 18 tygodni paszą z 3,5% dodatkiem PC niż u kontrolnych.

Tabela 3

Skład (w SM) portlandzkiego pyłu cementowego pochodzącego z tego samego źródła, lecz zbieranego w różnych dniach (wg 36)

Składniki	Pył W	Pył X
	%	
Ca	27,94	29,59
P	,38	,56
Na	,11	,18
K	,22	,43
Mg	,22	,48
Fe	1,04	1,14
S	2,30	2,53
Cl	,96	1,01
Al	3,12	2,87
	ppm	
Cu	38	52
Co	2	1
Zn	130	148
Mn	155	132
Se	5	3
Mo	5	8
Cr	104	83
Li	52	41
Sr	18	11
Cd	3	4
Hg	,8	,5
As	4	7
Pb	84	23

Wyniki poubojowe

Badano wpływ dodatku pyłów cementowych do dawek pokarmowych na wyniki poubojowe opasanego bydła i tuczonych jagniąt. Uzyskane przez różnych autorów wyniki były na ogół zgodne; w większości z nich nie stwierdzono różnic w ciężarze półtuszy [7, 9, 20, 31], wydajności rzeźnej [3, 6, 9, 20, 23, 25, 28], jakości i składzie chemicznym tuszy [20, 25, 28, 29], a także w procentowej ilości tłuszczu okołonerkowego [7, 25, 28] między zwierzętami otrzymującymi dawki pokarmowe z dodatkiem lub bez dodatku PC. Tendencję do obniżenia zawartości tłuszczu wewnętrznego: okołonerkowego, okołoserca i miednicowego wykazał Trevis [31] u walców otrzymujących pyły cementowe.

W jednym z doświadczeń Bush i in. [3] stwierdzili większą powierzchnię „oka” poledwicy u jagniąt żywionych dawkami z dodatkiem pyłu cementowego niż u kontrolnych (1,87 vs 1,68 cm²); w innych doświadczeniach [np. 20, 28] niewystąpiły różnice w tym wskaźniku między grupami zwierząt.

Wheeler i Oltjen [41; 42] podają, że u walców otrzymujących dodatek pyłu cementowego grubość tłuszczu na 12 żebrze była większa ($P < 0,05$) czego nie potwierdziły badania Mathisona i Thompsona [20] oraz Rumseya [28], większy był także wskaźnik marmurkowatości mięsa ($P < 0,05$) oraz lepsza była jakość tuszy ($P < 0,05$) niż u kontrolnych, co potwierdziły wyniki badań Wheelera [36]; Prokop [25] stwierdził natomiast zmniejszenie wskaźnika marmurkowatości ($P < 0,05$) mięsa walców żywionych dawkami zawierającymi 1,5 lub 3% pyłów pochodzących z południowej Kalifornii w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi. W doświadczeniach Paxtona i in. [23] jakość tuszy walców otrzymujących 3,5% dodatek pyłu cementowego z Alabamy była gorsza niż kontrolnych lub otrzymujących pył pochodzący z Georgii.

Wyniki te potwierdzają doświadczenia Wheelera [36] przeprowadzone na walcach żywionych dawkami o dużym udziale paszy treściwej; wskazywały one, że masa tuszy, grubość tłuszczu nad „okiem” poledwicy, jakość oraz wskaźnik marmurkowatości mięsa różniły się istotnie w zależności od pochodzenia pyłów cementowych dodawanych do dawek pokarmowych.

Rozwój narządów wewnętrznych

Nie stwierdzono różnic w rozwoju zwacza, czepca, serca, wątroby, nerek i śledziony, wyrażonych w procentach „żywej wagi netto”, walców żywionych dawkami z dodatkiem lub bez dodatku pyłu cementowego

[36, 41]. Podobnie u jagniąt [15, 33] trawieniec, jelita, wątroba, śledziona i nerki były normalnie rozwinięte, tak u kontrolnych zwierząt, jak i u otrzymujących PC pochodzący z różnych Stanów Ameryki Północnej i Kanady. W przeciwieństwie do tych wyników w doświadczeniu Wheeler i in. [38] ciężar żwacza i czepca wolców żywionych paszą z dodatkiem PC był mniejszy niż kontrolnych, bez dodatku PC.

W doświadczeniu przeprowadzonym na wolcach, Wheeler i Oltjen [41] stwierdzili ciemniejszy kolor ścian żwacza wolców otrzymujących dodatek PC do dawek pokarmowych niż u kontrolnych, czego nie obserwowano u jagniąt [15].

W większości badań nie wykazano różnic w częstotliwości oraz w nasileniu występowania wrzodów wątroby u bydła pod wpływem stosowania PC w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi [6, 20]. Podobne wyniki uzyskali Ward i in. [33] u jagniąt. Ponadto oznaczyli oni częstotliwość występowania nadżerek ścian i zbijania się kosmków żwacza (tab. 4). W przeciwieństwie do tych danych Trevis [31] stwierdził znacznie częstsze występowanie wrzodów wątroby u wolców otrzymujących PC niż żywionych dawkami pasz bez tego dodatku.

Tabela 4

Częstotliwość występowania wrzodów wątroby oraz zmiany w żwaczu [33]

Grupa	Pochodzenie PC (USA)	Wrzody wątroby	Nadżerki i zbijanie się kosmków żwacza	Liczba zwierząt	
1	Colorado	4		5	
2	Nebraska	1		3	
3	Montana	2		3	
4	Oklahoma	3		7	
5	Georgia	0		6	
6	kontrola; dodatek kredy pastewnej	6		3	

Liczebność w grupach $n = 10$

Zastosowanie pyłów cementowych w żywieniu nieprzeżuwaczy

W celu sprawdzenia i wyjaśnienia reakcji zwierząt nieprzeżuwających na dodatek pyłów cementowych do dawek pokarmowych przeprowadzono również badania na szczurach, drobiu, świnia i królikach.

Doświadczenia na szczurach

Rogiński i Wheeler [26] stwierdzili istotne zwiększenie tempa wzrostu szczurów otrzymujących 1⁰/₀ dodatek PC, pochodzącego z Georgii, do typowej syntetycznej dawki zawierającej wszystkie niezbędne mikroelementy. Dodać należy, że w wyniku wcześniejszych obserwacji tych autorów dotyczących ujemnego działania wapnia przy skarmianiu dużych dawek pyłu cementowego, zmniejszono ilość Ca a zwiększono ilość fosforu w mieszance mineralnej w celu zbilansowania tych składników w dawce. W ciągu pięciodniowego doświadczenia tempo wzrostu szczurów zwiększyło się istotnie ($P < 0,01$) przy skarmianiu dawki zawierającej 1⁰/₀ PC w porównaniu z grupą kontrolną; 166,1 wobec 134,5 g. W miarę zwiększania udziału pyłu w dawkach obniżały się przyrosty szczurów i przy 20⁰/₀ dodatku wyniosły 150,9 g; przy 3⁰/₀ — 132,7, a przy 5⁰/₀ — 122,5 g. Zdaniem Rogińskiego i Wheelera aktywny czynnik w zastosowanym przez nich pyłe nie jest znany, a uzyskane przez nich wyniki na szczurach potwierdzają dane otrzymane w doświadczeniach z przeżuwaczami [39], świadczące o dodatnim wpływie PC pochodzącego z Georgii na produktywność zwierząt.

W innych doświadczeniach, m. in. przeprowadzonych na Uniwersytecie w Oklahoma [31], przyrost i wykorzystanie paszy przez szczury żywione przez 21 dni dietą o małej zawartości białka z 1⁰/₀ dodatkiem PC były nieco większe niż u kontrolnych: 4,16 vs 4,02 g/dzień, jednak w ciągu całego, 34-dniowego doświadczenia były podobne i wynosiły, odpowiednio 4,86 i 4,81 g. Podobnie Gold i in. [11] nie wykazali dodatniego działania PC dodanego do typowych diet stosowanych w praktyce dla dorosłych szczurzy. W doświadczeniu Zinna i in. [45] pył cementowy wpłynął natomiast ujemnie na rozwój szczurów otrzymujących diety z małym (4⁰/₀) lub dużym (40⁰/₀) udziałem celulozy.

Doświadczenia na kurczętach

Kienholz [18], żywiąc kurczęta od 8 do 29 dnia życia do woli mieszanką z dodatkiem 1,5⁰/₀ portlandzkiego pyłu cementowego, stwierdził zwiększone o 40⁰/₀ pobranie paszy w pierwszym tygodniu doświadczenia, a w trzecim, tj. od 22 do 29 dnia życia kurcząt większe o 11⁰/₀ przyrosty i lepsze, o 6⁰/₀, wykorzystanie paszy na przyrost ($P < 0,01$) w porównaniu z ptakami kontrolnymi. Veltman i Jensen [32] uważają natomiast, że w ich doświadczeniach dawki pokarmowe zawierały już dostateczną ilość różnych składników odżywczych i dlatego dodatek pyłów (pochodzących ze stanu Georgia i Alabama) nie stymulował wzrostu i nie poprawiał wykorzystania paszy przez kurczęta. Ich zdaniem, przy żywieniu broj-

lerów typowymi dawkami składającymi się głównie z kukurydzy i mączki sojowej oraz odpowiednich dodatków mineralno-witaminowych, pył cementowy może być traktowany jedynie jako dodatkowe źródło wapnia. Pyły stosowane przez tych badaczy zawierały od 28 do 32,5% tego składnika. Podobnie jak w badaniach Rogińskiego i Wheelera [26], przeprowadzonych na szczurach, tak i w doświadczeniach Veltmana i Jensena [32] stwierdzono ujemne działanie większych ilości pyłu na wyniki produkcyjne kurcząt. Już udział 1,5 i 3% PC w dawkach zbilansowanych pod względem zawartości Ca i P powodował obniżenie ciężaru 4-ro tygodniowych kogutków (668 i 664 g) oraz pogorszenie wykorzystania paszy (1,7 i 1,7 kg/kg przyrostu) w porównaniu z ptakami kontrolnymi (669 g i 1,64 kg, odpowiednio). Przy skarmianiu natomiast dawek niezbilansowanych pod względem zawartości Ca i P 3 procentowy i większy udział pyłów cementowych w dawkach pokarmowych powodował obniżenie przyrostów dziennych, a 7- i 9-cio procentowy — zwiększał upadki kurcząt. Obserwowano przy tym klasyczne objawy krzywicy spowodowanej niezbilansowaniem Ca i P, najprawdopodobniej jako następstwo niedoboru fosforu. W następnym doświadczeniu Veltman i Jensen [32] porównywali wpływ dodatku pyłów na wyniki produkcyjne kurcząt żywionych dawkami o różnej zawartości białka: 18, 21,5 i 23%. Ptaki otrzymujące dawki niskobiałkowe z 3% dodatkiem pyłu gorzej przyrastały ($P < 0,05$) i gorzej wykorzystywały paszę ($P < 0,05$) niż kurczęta kontrolne żywione tą samą paszą ale bez dodatku PC.

W podsumowaniu przeprowadzonych doświadczeń autorzy ci stwierdzają, że w przemysłowym systemie żywienia kurcząt pył cementowy można traktować jedynie jako źródło Ca, gdyż stosowane normalnie dawki pokarmowe zawierają odpowiednią ilość różnych składników odżywczych pozwalających na uzyskanie dobrych wyników produkcyjnych.

Doświadczenia na świniach

Potwierdzenie szkodliwego działania dużego dodatku pyłów cementowych w żywieniu szczurów i kurcząt można znaleźć w wynikach doświadczeń przeprowadzonych na prosiętach obsadzonych w 5 tygodniu życia, o początkowym ciężarze 9 kg [24]. W ciągu 42-dniowego doświadczenia prosięta grupy 1 żywiono mieszanką złożoną z kukurydzy, poekstrakcyjnej śruty sojowej, owsa i suszonej serwatki, uzupełnioną mieszanką mineralno-witaminową, lecz niedoborową pod względem zawartości wapnia (0,4%). Do dawek dla prosiąt grupy 2 i 3 dodano pył cementowy w ilości 1,5 i 3%, tak że zawartość Ca wzrosła do 0,85 i 1,3%, odpowiednio. Dawkę dla grupy 4, kontrolnej pozytywnej, uzupełniono kredą pastewną w takiej ilości, aby zawartość Ca była taka sama jak w

grupie 3. Poziom fosforu (0,6%) i białka (18%) był jednakowy we wszystkich dawkach. Pył cementowy zastosowany w doświadczeniu pochodził z tego samego regionu Georgii jak w doświadczeniach Wheelera i Oltjena [42], zawierał jednak mniej aluminium (2,3%) i ołowiu (15 ppm), a więcej kadmu (110 ppm). Przyrosty masy ciała prosiąt otrzymujących mieszankę z 3% udziałem pyłu cementowego były gorsze (368 g) niż w pozostałych grupach (1—430; 2—508 i 4—484 g), podobnie jak i wykorzystanie przez nie paszy na przyrost. Nadto u prosiąt z grupy 3 stwierdzono zmiany histopatologiczne w kości ramiennej (osteonecrosis) oraz słabszy jej rozwój. Nie było natomiast żadnych zmian w wątrobie, mięśniach szkieletowych, nerkach, trzustce oraz w przewodzie pokarmowym. Wartość pH treści jelita ślepego prosiąt z grupy 3 i 4 była większa (6,07 i 5,82) niż prosiąt z grup 1 i 2 (5,38 i 5,30, odpowiednio; $P < 0,05$). W innych odcinkach przewodu pokarmowego (żołądek, dwunastnica, jelito biodrowe oraz okrężnica) pH treści było podobne. Ciężar wątroby oraz zawartość w niej Ca i Mg były podobne u prosiąt wszystkich grup. Podobny był także ciężar nerek oraz zawartość w nich Mg, Cd i Al. Udział Ca (ppm w SM) w nerkach wzrastał w miarę wzrostu zawartości Ca w dawce pokarmowej, niezależnie od jego źródła. Wyniki doświadczenia wskazują, że pył cementowy może zawierać jeden lub więcej czynników zakłócających przemianę w kościach rosnących świń. Zmiany w kościach ujawniły się wówczas, gdy udział PC w dawce wynosił 3 i więcej procent. Żaden z pierwiastków, które mogą powodować zaburzenia w przemianie tkanki kostnej (Al, Cd i Pb) nie występował jednak w ilości szkodliwej w pyłe cementowym zastosowanym w doświadczeniu.

Celem prac Newtona i Hale [21] była ocena pyłu cementowego zastosowanego jako dodatek do dawek pokarmowych dla tuczników. W dwóch doświadczeniach użyto pyły z tego samego źródła jak w doświadczeniach Wheelera i Oltjena [39, 42] na bydle oraz Ponda i in. [24] na świnia. W pierwszym doświadczeniu przeprowadzonym na 84 tucznikach, umieszczonych po 6 w jednym kojcu, skarmiano dawki pokarmowe zawierające 13 lub 16% białka ogólnego, do których w grupach doświadczalnych dodano po 2% PC, a do dawki wyżej białkowej także 1% PC. Zawartość P i mikroelementów była zbilansowana. Świnie tuczono od ok. 24 do 95 kg ciężaru ciała. W drugim doświadczeniu 24 indywidualnie żywionym tucznikom, w tym samym przedziale wagowym jak w doświadczeniu pierwszym, podawano dawki o 16% białka ogólnego z dodatkiem 0,1 lub 2% PC. W doświadczeniu 1 nie stwierdzono wpływu PC na przyrosty i wykorzystanie paszy oraz na skład tuszy świń. W drugim natomiast — średnia grubość słoniny, mierzona nad pierwszym i ostatnim zębem oraz ostatnim kręgiem lędźwiowym była większa ($P < 0,05$) u tuczników żywionych dawką z 1 niż 2% dodatkiem PC ($P < 0,05$); w

żadnym przypadku nie różniły się istotnie od grupy kontrolnej. U świń otrzymujących PC stwierdzono tendencję do lepszego wykorzystania paszy na jednostkę przyrostu niż u zwierząt kontrolnych, lecz tylko w pierwszej połowie okresu tuczu; zjawisko to wystąpiło w obu doświadczeniach. W podsumowaniu autorzy stwierdzają, że zastosowany przez nich pył cementowy, w zbilansowanych pod względem zawartości składników mineralnych dawkach, nie wpłynął ujemnie na rozwój tuczników i wykorzystanie przez nie paszy i że pewien jego dodatni wpływ zaznaczył się u zwierząt młodszych.

Doświadczenia na królikach

W 4-ro tygodniowym doświadczeniu przeprowadzonym na rosnących królikach nowozelandzkich, odsadzonych w 28 dniu życia, badano wpływ dodatku pyłu cementowego do paszy na przyrosty, wykorzystanie paszy, wydajność rzeźną oraz stopień mineralizacji kości [4]. Dawkę podstawową uzupełniono następującymi dodatkami: 1) 1% kredy pastewnej, 2) 1,15% PC oraz 3) 0,5% kredy pastewnej + 0,57% PC; zawartość Ca w każdej diecie wynosiła 1,45%.

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 5. Być może przyczyną gor-

Tabela 5

Pobranie i wykorzystanie paszy, przyrosty oraz wyniki poubojowe królików [wg 4]

Wskaźniki	Grupa doświadczalna		
	Kreda pastewna	PC	Kreda pastewna + PC
Pobranie paszy, g	273,30±81,15 ^{ab}	256,40±69,30 ^b	302,40±34,00 ^a
Średni tygodniowy przyrost m. ciała, g	67,73±20,25 ^a	57,21±28,00 ^b	63,20±17,79 ^{ab}
Wykorzystanie paszy na przyrost	4,03 ^b	4,48 ^{ab}	4,79 ^a
Wydajność rzeźna	54,26±6,76 ^a	49,41±3,72 ^b	52,81±3,70 ^a
Śmiertelność, %	16,67	8,30	8,30

a, b — $P < 0,05$

szych wyników produkcyjnych królików otrzymujących pył cementowy (pochodzący prawdopodobnie z Alabamy — uwaga AZ) była jego jakość. Potwierdzałoby to wyniki doświadczeń Wheelera [36] przeprowadzonych na wolcach, w których pył cementowy pochodzący z jednego źródła powodował obniżenie dziennych przyrostów zwierząt w porównaniu z kontrolnymi.

Zmniejszenie procentu upadków królicząt żywionych dietami z dodatkiem PC Chawan i in. [4] wiążą z obniżeniem występowania i nasilenia biegunek w tych grupach. Oznaczono również zawartość popiołu w odtłuszczonej kości piszczelowej: u królików otrzymujących PC ilość popiołu była mniejsza (57,3 i 56,5% przy dodatku PC oraz PC + kreda) niż u kontrolnych (63,3%; $P < 0,05$). Być może zastosowany w tym doświadczeniu pył cementowy wpłynął także niekorzystnie na przemianę mineralną królików, podobnie jak we wcześniej omawianych badaniach Ponda i in. [24], przeprowadzonych na świniach.

* * *

Doświadczenia przeprowadzone na zwierzętach nieprzeżuwających są nieliczne, stąd trudno wyciągnąć na ich podstawie daleko idące wnioski.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych doświadczeń nad stosowaniem pyłów cementowych w żywieniu zwierząt nie są jednoznaczne, zwłaszcza dotyczące ich wpływu na przyrosty masy ciała i wykorzystanie paszy. Ta zmienna reakcja zwierząt może być częściowo następstwem różnic w składzie chemicznym pyłów, a więc zawartości makro i mikroelementów, i/lub wielkością stosowanych dodatków PC oraz składem samych dawek pokarmowych.

Ze względu na znaczną zawartość węgla wapnia pyły cementowe mogą mieć znaczenie jako związki buforowe w żywieniu przeżuwaczy, przyczyniając się do utrzymania korzystnych warunków środowiskowych w przewodzie pokarmowym zwierząt dla trawienia i poprawienia wykorzystania składników pokarmowych paszy. Efekt ten może być szczególnie wyraźny przy skarmianiu dawek o dużym udziale pasz treściwych powodujących obniżenie wartości pH nie tylko w żwaczu, ale i treści dalszych odcinków przewodu pokarmowego, co może przyczynić się do lepszego trawienia skrobi. Dodatek pyłów cementowych poprawia strawność włókna dawek o dużej zawartości tego składnika. Nie należy natomiast spodziewać się dodatniego działania pyłów przy stosowaniu dawek pokarmowych, w których skład wchodzi pasze o dużych właściwościach buforujących, jak np. lucerna.

Dodatnią reakcją zwierząt na dodatek pyłów cementowych można uzasadnić również ich składem mineralnym. Pyły zawierają bowiem kompleks składników mineralnych, z których część uważana jest za nie-

zbędne w żywieniu przeżuwaczy. Część tej reakcji może być następstwem obecności mniej dobrze poznanych pierwiastków śladowych, stymulujących rozwój drobnoustrojów w żwacu. Wielkość cząsteczek PC, mniejsza niż 6μ , stwarza warunki dla intensywnych reakcji chemicznych z uwagi na ogromną powierzchnię. Może to wpływać na dostępność składników mineralnych dla zwierząt, co udowodniono w przypadku wapnia — dużą jego strawność i przyswajalność. Obecność w pyłach np. selenu, miedzi czy kobaltu — może mieć znaczenie jako dodatek do paszy na terenach niedoborowych w te pierwiastki. Należy jednak pamiętać, że pyły cementowe mogą zawierać pierwiastki szkodliwe dla zwierząt, jak np. ołów, rtęć, kadm, fluor, a także nadmiar selenu, co ogranicza możliwość ich stosowania w żywieniu. Wynika stąd istotne zalecenie konieczności oznaczania tych pierwiastków przed przeznaczeniem pyłów do skarmiania.

Należy też mieć na uwadze, że dodatek pyłów cementowych może działać ujemnie na przyrosty masy ciała i wykorzystanie paszy, a także zwiększać liczbę przypadków powstawania wrzodów wątroby u zwierząt. Wiąże się to najczęściej ze stosowaniem znacznych ilości pyłów w dawkach pokarmowych, powodujących zachwianie równowagi pomiędzy składnikami mineralnymi.

W praktyce żywienia zwierząt pyły mogą znaleźć zastosowanie jako związki buforujące lub jako źródło składników mineralnych dla przeżuwaczy. W żywieniu nieprzeżuwaczy natomiast mogą stanowić źródło wapnia przy jego niedoborze w dawkach.

Wysokość dodatku pyłu cementowego będzie zależała od rodzaju dawki pokarmowej i zawartości w niej składników mineralnych, i waha się w praktyce żywienia od 1 do 3,5% dla przeżuwaczy.

LITERATURA

1. Bush R. S., Nicholson J. W. G.: *Can. J. Anim. Sci.*, 65, 2, 429—435, 1985.
2. Bush R. S., Nicholson J. W. G., Calder F. W.: *Can. J. Anim. Sci.*, 65, 2, 419—427, 1985.
3. Bush R. S., i in.: *Can. J. Anim. Sci.*, 61, 2, 423—428, 1981.
4. Chawan C. B., Rao D. R., Ibeh E. N.: *Nutr. Rep. Intern.*, 26, 1, 131—134, 1982.
5. Couvaras S.: *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 9, 1, 41—46, 1979.
6. Farguhar A. S., Trenkle A.: *J. Anim. Sci.*, 51, suppl. 1, 357—358, abstr. 603, 1980.
7. Flachowsky G., i in.: *Arch. Tierernähr.*, 32, 2, 93—98, 1982.
8. Fredericton N. B.: *Feedstuffs* 52, 22, 38, 1980.
9. Galvano G., i in.: *World Rev. Anim. Prod.*, 18, 4, 63—71, 1982.
10. Galyean M. L., Chabot R. C.: *J. Anim. Sci.*, 52, 5, 1197—1204, 1981.
11. Gold R. M., i in.: *Pharm. Biochem. Behavior*, 10, 1, 1—13, 1979.
12. Haley A. L., Essig H. W., Mendoza O. A.: *J. Anim. Sci.*, 49, suppl. 1, 72 abstr. 188, 1979.
13. Hogue D. E., i in.: *Cornell Vet.*, 71, 1, 69—75, 1981.
14. Jordan W. A. i in.: *Feedstuffs* 51, 32, 33—34, 1979.
32, 33—34, 1979.
15. Jordan W. A., i in.: *Can. J. Anim. Sci.*, 60, 1, 87—91, 1980.
16. Karadžajan A. M., i in.: *Tr. Erevan. Zoovet. Instituta*, No 53, 10—14, 1982.
17. Kercher C. J., Moline G. H.: *J. Anim. Sci.*, 51, suppl. 7, 449, abstr. 76, 1980.
18. Kienholz E. W.: *Poultry Sci.*, 57, 4, 1148—1149, 1978.
19. Lovell R. A., i in.: *Proc. 71 st. Annual Meeting Amer. Soc. Anim. Sci.*, 28.07—1.08. 1979, s. 422, Univ. of Arizona, Tuscon, 1979.
20. Mathison G. W., Thompson J. R.: *Can. J. Anim. Sci.*, 59, 4, 699—705, 1979.
21. Newton G. L., Hale O. M.: *J. Anim. Sci.*, 49, 4, 908—914, 1979.
22. Noller C. H., White J. L., Wheeler W. E.: *J. Dairy Sci.*, 63, 11, 1947—1952, 1980.
23. Paxton L. C. i in.: *J. Anim. Sci.*, 49, suppl. 1, 72, abstr. 189, 1979.
Sci., 49, suppl. 1, 72, abstr. 189, 1979.
24. Pond W. G., i in.: *J. Anim. Sci.* 54, 1, 82—88, 1982.
25. Prokop M. J.: *J. Anim. Sci.*, 49, suppl. 1, 399, abstr. 635, 1979.
26. Rogiński E. E., Wheeler W. E.: *Fed. Proc.*, 37, 3, 404, abstr. 1013, 1978.
27. Różycka J.: *Żywienie bydła opasowego z dodatkiem pyłu dymnicowego. Sprawozdanie z doświadczenia, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Zakład Mięsoznawstwa, Bydgoszcz, 1980.*
28. Rumsey T. S.: *J. Anim. Sci.*, 54, 5, 1030—1039, 1982.
29. Rumsey T. S., Wheeler W. E.: *J. Anim. Sci.*, 51, suppl. 1, 393—394, abstr. 688, 1980.
30. Thornton R. F., Johnson J. W.: *Anim. Prod. Austr. Vol. 13. Proc. Austr. Soc. Anim. Prod. 13 th Bien. Conf., Perth. s. 485, Sydney, 1980.*
31. Trevis J.: *Feedstuffs*, 51, 30, 12 i 14, 1979.
32. Veltmann J. R. Jr., Jensen L.S.: *Poultry Sci.*, 59, 6, 1290—1293, 1980.
33. Ward G. M., i in.: *J. Anim. Sci.*, 49, 3, 637—640, 1970.

34. Wheeler W. E.: Proc. 33rd Annual Texas Nutr. Conf., 5—6.10. 1978, s. 40—61, Texas, 1978.
35. Wheeler W.E.: J. Anim. Sci., 49, 5, 1364—1370, 1979.
36. Wheeler W. E.: J. Anim. Sci., 52, 3, 618—627, 1981.
37. Wheeler W. E., Hruska R. L.: J. Anim. Sci., 49, suppl. 1, 418, abstr. 682, 1979.
38. Wheeler W. E., Noller G. H., White J. L.: J. Anim. Sci., 52, 4, 873—881, 1981.
39. Wheeler W. E., Oltjen R. R.: Cement kiln dust in diets for finishing steers. USDA, ARS-NE-88, 1977.
40. Wheeler W. E., Oltjen R. R.: J. Anim. Sci., 46, suppl. 1, 448, 1978.
41. Wheeler W. E., Oltjen R. R.: 3rd World Congr. Anim. Feeding, Madrid 23—27.10.1978. VIII — Free communications, s. 67, Madrid, 1978.
42. Wheeler W.E., Oltjen R. R.: J. Anim. Sci., 48, 3, 658—665, 1979.
43. Wieczorek Z., i in.: Wpływ dodatku do paszy pyłu z elektrowni lub cementowni na wyniki opasania buhajków. Inf. o wynikach badań nak. zakończonych w 1980 r. Ośr. Inf. Nauk PAN, Z. 6, Zoot. Cz. I, s. 285, Warszawa, 1981.
44. Yen J. T., i in.: J. Anim. Sci., 49, suppl. 1, 257, abstr. 286, 1979.
45. Zinn R. A., i in.: J. Anim. Sci., 49, suppl. 1, 422, abstr. 692, 1979.

Materiały nadesłano do redakcji w marcu 1988 r.