

Marianna Flis

Instytut Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej ART w Olsztynie

Celowość i efektywność stosowania preparatów enzymatycznych w żywieniu drobiu i świń

1075

Składniki pokarmowe paszy mogą być wykorzystane przez zwierzę po uprzednim strawieniu ich przez enzymy przewodu pokarmowego. Ilość enzymów trawiennych wydzielanych do przewodu pokarmowego jest na ogół wystarczająca do strawienia pasz naturalnych, normalnie stosowanych w żywieniu zwierząt. Badania nad fizjologią trawienia u młodych zwierząt nasuwają jednak wniosek, że w ciągu pierwszych tygodni życia brak jest im pewnych enzymów potrzebnych do prawidłowego trawienia niektórych składników pokarmowych pasz lub też, że są one wytwarzane w niedostatecznej ilości. Dodanie enzymów do pasz dla zwierząt młodych, a także do niektórych pasz stosowanych w żywieniu zwierząt dorosłych może poprawić ich wykorzystanie. Zagadnienie celowości i skuteczności dodatku preparatów enzymatycznych w żywieniu zwierząt monogastycznych przedstawiono w licznych publikacjach [4,16,17,20,46]. Prace nad enzymami prowadzone są głównie z dwóch powodów:

- 1) enzymy umożliwiają bezpieczne stosowanie w żywieniu drobiu i świń tańszych, lokalnie produkowanych surowców paszowych (jęczmień, żyto, owies), które bez ich dodatku stwarzają zbyt duże ryzyko pogorszenia wyników produkcyjnych oraz wystąpienia zbyt wilgotnych i lepkich odchodów lub biegunek u zwierząt, co z kolei sprzyja rozwojowi kokcydiozy i zwiększa masę odchodów;
- 2) dzięki enzymom można zmniejszyć zawartość azotu i fosforu w odchodach, a ilość tych pierwiastków jest, jako uciążliwa dla środowiska, ściśle limitowana w niektórych krajach.

Enzymy w żywieniu drobiu

Wartość pokarmową dla drobiu ziarna jęczmienia, owsa, żyta, pszenżyta, a nawet pszenicy warunkują znajdujące się w endospermie ziarniaków polisacharydy, takie jak β -glukany, arabinoksylany (pentozany) i pektyny. Najwięcej β -glukanów znajduje się w jęczmieniu i owsie, a arabinoksylianów (zwłaszcza rozpuszczalnych w

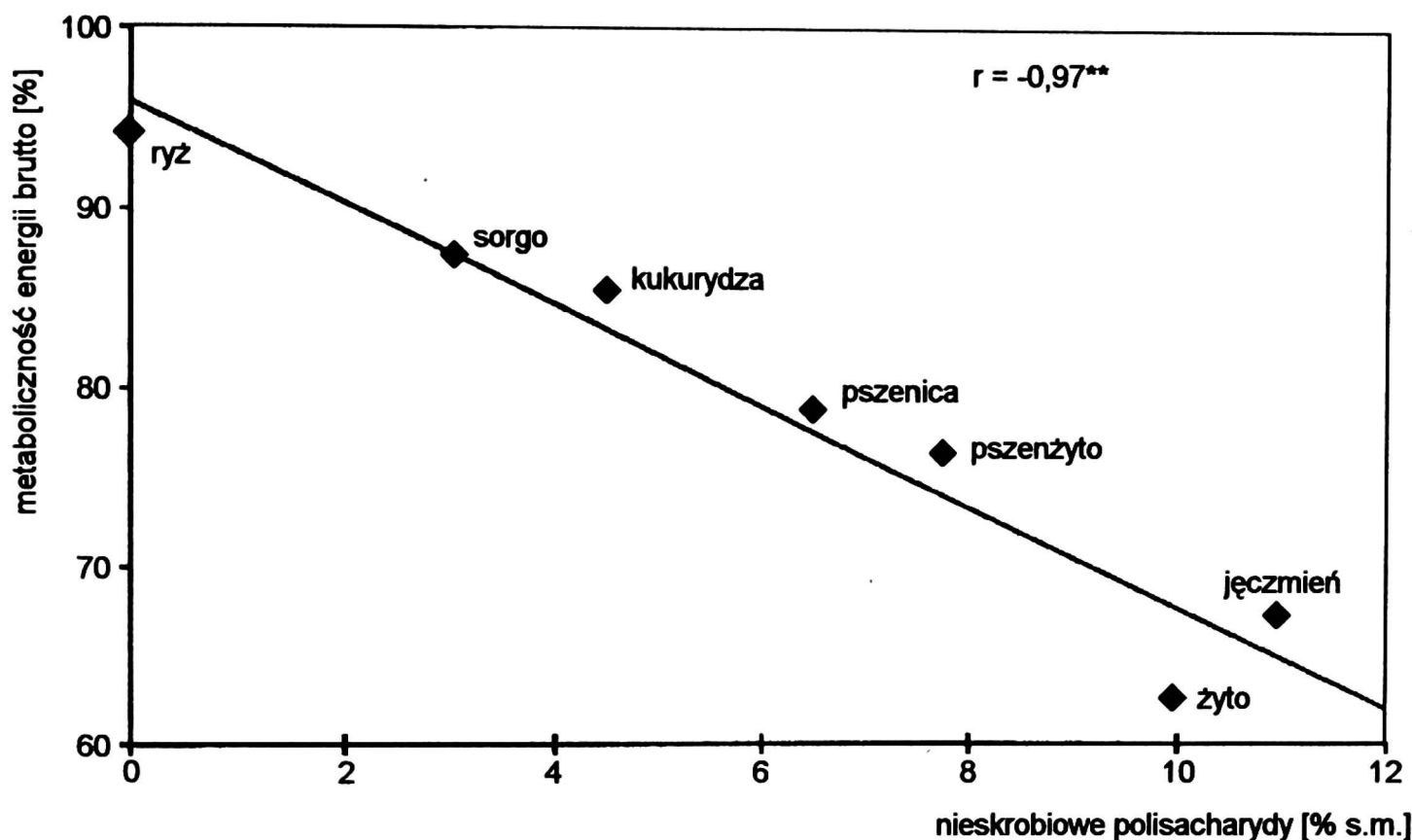
Tabela 1. Zawartość β -D-glukanów i pentozanów w ziarnie zbóż (% s.m.) [2, 12, 27, 42]

Zboże	β -D-glukany		Pentozany		Główne ANF ¹
	rozpuszczalne w wodzie	ogółem	rozpuszczalne w wodzie	ogółem	
Jęczmień	2,7	4,4	0,2	5,7	β -glukany pentozany
Owies	2,3	3,3	0,4	7,7	β -glukany pentozany
Żyto	0,7	1,9	2,7	8,8	pentozany β -glukany pektyny alkilorezorcynole
Pszenżyto	0,7	1,0	1,1	6,4	pentozany
Pszenica	0,7	0,7	1,0	5,5	pentozany

¹ — substancja przeciwozdymca

wodzie) — w życie (tab.1). Cukrowce te wiążą znaczne ilości wody w przewodzie pokarmowym, zwiększają lepkość treści jelitowej i obniżają strawność oraz wchłanianie składników pokarmowych, witamin i związków mineralnych. Konsekwencją jest mniejsza ilość energii metabolicznej, jaką uzyskuje ptak z pobranej w dawce energii brutto. Występuje istotnie ujemna korelacja ($r = -0,97$) między zawartością nieskrobiowych polisacharydów (NSP) w suchej masie ziarna zbóż a współczynnikiem metaboliczności energii brutto (EM/EB) u młodych kurcząt (rys.1) [18].

Stwierdzono, że dodatek do mieszanki specyficznego dla danego substratu enzymu (np. β -glukanazy do jęczmienia lub pentozanazy do żyta) lub kompleksu enzymów przyczynia się do zwiększenia strawności składników pokarmowych i wartości pokarmowej niskoenergetycznych zbóż. Enzymy otrzymuje się z ukierunkowanej hodowli specyficznych grzybów lub bakterii. Paszowe preparaty enzymatyczne najczęściej wykazują aktywność kilku enzymów. Mechanizm ich działania w żywieniu zwierząt monogastrycznych wyjaśnia się następująco: po pierwsze — enzymy rozkładają NSP, w wyniku czego zmniejsza się lepkość treści pokarmowej i możliwe jest lepsze jej wymieszanie i trawienie przez endogenne enzymy (mechanizm ten ma duże znaczenie u drobiu), po drugie — w wyniku hydrolizy wielocukrowców endospermy i ścian komórkowych ziarna enzymy endogenne mogą łatwiej wnikać do wnętrza komórek i hydrolizować zawarte w nich składniki pokarmowe [4, 16, 17]. W większości badań, w wyniku dodatku preparatów enzymatycznych, stwierdza się u młodego drobiu wzrost strawności. Hesselman i Aman [28] po dodaniu β -glukanazy uzyskali wzrost strawności β -glukanów w jelicie cienkim kurcząt z 1,8% do 65,6% — dla diety z udziałem wysokoglukanowego jęczmienia — oraz z 54,1 do 68,5% —



Rysunek 1. Zależność między zawartością nieskrobiowych polisacharydów (pentozany + β -glukany, % s.m.) w ziarnie zbóż a metabolicznością energii brutto (ME/BE) u drobiu [18]

dla diety z niskoglukanowym jęczmieniem. W badaniach tych stwierdzono również istotny wzrost strawności skrobi (odpowiednio o 13,4 i 7,8 jednostek) oraz białka (odpowiednio o 14,7 i 10,2 jednostek). Większą strawność białka i tłuszczu w całym przewodzie pokarmowym kurcząt, z diet z udziałem żyta lub jęczmienia i z dodatkiem enzymów, stwierdzili Friesen i in. [22]. W cytowanych badaniach szczególnie wyraźnie zwiększyła się strawność tłuszczu surowego, z 43,2% do 79,9% — dla diety z 70-procentowym udziałem jęczmienia — i z 24,9 do 48,3% — dla diety z 70-procentową zawartością żyta. Według Bedforda i Morgana [4] działanie β -glukanazy lub pentozanazy, przyczyniające się do wzrostu strawności tłuszczu (w tym także dodawanego do mieszanek), a wynikające ze zmniejszenia lepkości treści jelita cienkiego u ptaków, jest pierwszoplanowe i umożliwia wzrost wartości energetycznej mieszanek. W wielu badaniach [22, 23, 37, 47], po dodaniu preparatu enzymatycznego, uzyskano istotny wzrost energii metabolicznej mieszanek.

W kolejnych tabelach przedstawiono wpływ dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek z udziałem różnych gatunków zbóż na wyniki odchovu kurcząt. Największą skuteczność dodatku enzymów do mieszanek zawierających dużo jęczmienia (tab.2) stwierdzono u młodych ptaków, do 2–3 tygodni życia. Poprawa przyrostów wynosiła 10–49%, a zużycie paszy na kilogram przyrostu było o 5 do 25% mniejsze. W doświadczeniach obejmujących cały okres tuczu brojlerów [11, 41]

Tabela 2. Wpływ dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek z udziałem jęczmienia lub owsa na wyniki odchowu kurcząt

Rodzaj i udział zboża w mie- szance [%]	Nazwa preparatu lub rodzaj enzymu	Wielkość dodatku [mg/kg]	Wiek kurcząt [dni]	Przyrost lub masa ciała		FC ¹ [kg/kg]	Piśmien- nictwo
				[g]	[%]		
Jęczmień (70)	—	—	7-14	100	100,0	1,77	100,0 [22]
Jęczmień (70)	celulaza	40		149	149,0	1,32	74,6
Jęczmień (64)	—	—	7-21	78	100,0	2,39	100,0 [7]
Jęczmień (64)	Roxazyme G ²	400		114	146,1	1,98	82,8
Owies (66,5)	—	—	8-25	350	100,0	2,25	100,0 [13]
Owies (66,5)	Avizyme ³	1000		396	113,1	2,01	89,3
Owies (66,5)	Avizyme ³	2000		435	124,3	2,03	90,3
Jęczmień (60)	—	—	1-28	873	100,0	1,90	100,0 [53]
Jęczmień (60)	Luktazyme ⁴	300		1080	124,7	1,58	83,2
Jęczmień (40/60) ⁵	Roxazyme G ²	200	1-42	2130	105,5	1,83	95,3 [11]
Jęczmień (40/60)	Avizyme SX ³	1000		2075	102,8	1,85	96,3
Jęczmień (45/60)	—	—	1-49	1783	100,0	2,32	100,0 [41]
Jęczmień (45/60)	Allzyme ⁶	1000		1924	107,9	2,49	107,3

¹ wykorzystanie paszy; ² ksylanaza, β -glukanaza, celulaza; ³ głównie β -glukanaza, ⁴ β -glukanaza, pentozanaza, hemicelulaza, celulaza, ksylanaza, proteaza; ⁵ w pierwszym/drugim okresie tuczu; ⁶ głównie β -glukanaza

Tabela 3. Wpływ dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek z udziałem żyta na wyniki odchowu kurcząt

Rodzaj i udział zboża w mie- szance [%]	Nazwa preparatu lub rodzaj enzymu	Wielkość dodatku [mg/kg]	Wiek kurcząt [dni]	Przyrost lub masa ciała		FC ¹ [kg/kg]	Pismien- nictwo
				[g]	[%]		
Żyto (60)	—	—	3-14	57	100,0	3,11	100,0 [23]
Żyto (60)	celulaza Tv ²	1600		151	264,9	1,91	61,4
Żyto (60)	celulaza Tv	3200		170	298,2	1,78	57,2
Żyto (70)	—	—	7-14	80	100,0	2,14	100,0 [22]
Żyto (70)	celulaza Tv ²	40		105	131,2	1,70	79,4
Kukurydza (63)	—	—	7-21	135		2,04	[37]
Pszenica (68)	—	—		125		1,99	
Jęczmień (66)	—	—		113		1,95	
Żyto (64)	—	—		97	100,0	2,28	100,0
Żyto (64)	preparat Tr ³	500		121	124,7	2,03	89,0
Żyto (58)	—	—	1-24	401	100,0	2,04	100,0 [40]
Żyto (58)	GVP ⁴	1000		552	137,6	1,86	91,2
Kukurydza + Żyto (31)	—	—	1-49	1600	100,0	2,60	100,0 [31]
Kukurydza + Żyto (31)	Zymine XPB ⁵	100		1680	105,0	2,45	94,2
Kukurydza + Żyto (31)	Zymine XPB	200		1805	112,8	2,44	93,8
Żyto (45/60) ⁶	—	—	1-49	1671	100,0	2,30	100,0 [41]
Żyto (45/60)	Allzyme ⁷	1000		1722	103,1	2,46	106,9

¹ wykorzystanie paszy; ² preparat wieloenzymatyczny uzyskany z *Trichoderma viride*; ³ głównie celulaza i ksylanaza; ⁴ ksylanaza, β -glukanaza; ⁵ celulaza, arabinoksylanaza, β -glukanaza, α -amylaza; ⁶ w pierwszym/drugim okresie tuczu; ⁷ głównie β -glukanaza

dodatek enzymów był mniej efektywny, jednakże przyczyniał się do uzyskania kurcząt o większej (o 2–8%), masie ciała przy niższym (o 3–5%) zużyciu paszy.

Wpływ dodatku enzymów do mieszanek zawierających żyto zależy od ilości żyta w dawce, wieku kurcząt i rodzaju preparatu enzymatycznego (tab.3). Kurczęta bardzo młode, do 14 lub 21 dnia życia, reagowały na dodatek enzymów istotnie większymi przyrostami (o 10–298%) i lepszym (o 8–43%) wykorzystaniem paszy. W badaniach Marquardta i in. [37] przyrosty kurcząt żywionych mieszanką z 64-procentowym udziałem żyta i z dodatkiem preparatu enzymatycznego były prawie takie same jak żywionych mieszanką pszenną i większe niż kurcząt żywionych mieszanką jęczmienną. W doświadczeniach długoterminowych (1–45 lub 49 dni życia brojlerów), w których stosowano mniejsze ilości ziarna żyta w mieszankach oraz kukurydzę, dodatek enzymów był mniej skuteczny. Umożliwiał jednak uzyskanie większej (o 3–13%) końcowej masy ciała kurcząt i lepsze (o 3–7%) wykorzystanie paszy. Wielu autorów podaje, że największa depresja wzrostu kurcząt żywionych żytem lub jęczmieniem występuje u najmłodszych ptaków, do 3 tygodni życia. Antyodżywczy wpływ żyta jest mniejszy u starszych kurcząt [12, 16, 17, 20, 31].

Przeciwnie niż w przypadku diet z udziałem jęczmienia, owsa czy żyta reakcja kurcząt na uzupełnienie enzymami mieszanek pszenżytnich jest mniejsza (tab. 4). Z zestawionych wyników doświadczeń można wnioskować, że dodając enzymy do diet z 50-procentowym udziałem pszenżyta, można w całym cyklu produkcyjnym uzyskać tylko o 1–6% większe przyrosty.

Stosowano również dodatek preparatów enzymatycznych, takich jak Novozyme, Avizyme lub Zymine do dawek złożonych z mieszaniny zbóż krajowych — pszenica + jęczmień + żyto [26, 33] lub z pszenicy [34, 35]. W większości doświadczeń nie stwierdzono istotnego wpływu dodatku enzymów na wyniki tuczu brojlerów od 1 do 56 dni życia.

Campbell i Bedford [16] twierdzą, że z perspektywy produkującego preparaty enzymatyczne przemysłu biotechnologicznego, większe zainteresowanie budzi możliwość zwiększenia tą drogą wartości pokarmowej ziarna pszenicy dla drobiu niż ziarna żyta czy pszenżyta. Wynika to po pierwsze — z potencjalnej możliwości zredukowania zmienności w wartości pokarmowej stwierdzanej w obrębie gatunków i odmian pszenicy, po drugie — ze światowej skali produkcji i wykorzystania ziarna pszenicy w żywieniu drobiu.

Preparaty enzymatyczne są mało efektywne w żywieniu kur niosek. W doświadczeniach, w których dodawano enzymy do mieszanek jęczmiennych [5, 7, 14, 21] lub do mieszanek zawierających znaczne ilości żyta [7, 44], nie stwierdzono ich korzystnego wpływu na nieśność, spożycie i wykorzystanie paszy. Jednakże dodatek preparatów enzymatycznych wpłynął na zwiększenie masy jaj [14, 21], na większy przyrost masy ciała młodych niosek [7] lub mniejszy ubytek masy ciała starszych niosek [5], a także na zmniejszenie spożycia wody i mniejszą jej zawartość w odchodach [14,21].

Tabela 4. Wpływ dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek z udziałem pszenżyta na wyniki odchowu kurcząt

Rodzaj i udział zboża w mieszance [%]	Nazwa preparatu lub rodzaj enzymu	Wielkość dodatku [mg/kg]	Wiek kurcząt [dni]	Przyrost lub masa ciała		FC ¹ [kg/kg]	Písmienictwo
				[g]	[%]		
Pszonżyto (50)	—	—	1-35	1535	100,0	1,88	100,0 [12]
Pszonżyto (50)	preparat E ²	100		1556	101,4	1,87	99,5
Pszonżyto (50)	preparat E ²	200		1577	102,7	1,85	98,5
Pszonżyto (50)	—	—	1-28	604	100,0	2,09	100,0 [43]
Pszonżyto (50)	Endofeed ³	5000		657	108,7	2,06	98,6
Pszonżyto (50)	—	—	1-48	1450	100,0	2,54	100,0
Pszonżyto (50)	Endofeed	5000		1534	105,7	2,51	98,8
Pszonżyto (45/60) ⁴	—	—	1-49	1843	100,0	2,27	100,0 [41]
Pszonżyto (45/60)	Allzyme ⁵	1000		1863	101,1	2,36	104,0
Kukurydza + Pszenica + Jęczmień	—	—	1-77	3688		3,45	[45]
Pszonżyto (50/50)	—	—		3367	100,0	3,59	100,0
Pszonżyto (50/50)	Endofeed	300		3316	98,5	3,60	100,3

¹ wykorzystanie paszy; ² preparat enzymatyczny, którego nazwy nie podano; ³ β -glukanaza, pentozanaza; ⁴ w pierwszym/drugim okresie tuczu; ⁵ głównie β -glukanaza

Enzymy w żywieniu świń

U świń większe uzasadnienie ma zastosowanie dodatku enzymów dla zwierząt młodych. Do osiągnięcia 4–6 tygodni życia układ trawienny prosiąt nie jest jeszcze wystarczająco wyposażony w enzymy proteolityczne i amylolityczne umożliwiające trawienie pasz roślinnych. Ponadto stres wynikający z odsadzenia od matki, zmiana składu dawki, dynamiczny rozwój przewodu pokarmowego mogą uzasadniać dodatek określonych enzymów (β -glukanazy, α -amylazy, enzymów proteolitycznych) [16, 20, 46].

Określona do końca jelita cienkiego strawność składników pokarmowych diet prosięcych zawierających pszenicę lub jęczmień wzrasta po dodaniu preparatu zawierającego β -glukanazę [24,30]. W badaniach Grahama i in. [24] strawność β -glukanów do końca jelita cienkiego wzrosła z 40 do 59%, a w doświadczeniu Inborra i in. [30] z 32,1 do 71,9%. Stwierdza się również wzrost strawności składników w całym przewodzie pokarmowym [24, 36]. Dodatek wieloenzymatycznych preparatów do mieszanek prosięcych wpływa pozytywnie także na przyrosty i wykorzystanie paszy (tab.5). Zależnie od wieku prosiąt, składu dawek oraz rodzaju i dawki enzymów uzyskano większe o 5 do 24% przyrosty dobowe, mniejsze o 4–20% zużycie paszy, a w badaniach Inborra i Ogle [29] także mniejszą podatność na biegunki bakteryjne.

W wielu badaniach, wskutek dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek jęczmiennie-sojowych [24, 38, 48, 49] lub żytnio-sojowych [15], stwierdzano również u większych (powyżej 40 kg) świń poprawę strawności. Jednakże niektórzy autorzy [25, 50] nie odnotowali pozytywnego wpływu dodatku enzymów do tego rodzaju dawek na strawność składników pokarmowych u tuczników. Osiągane u tuczników, w wyniku dodatku enzymów do jęczmiennych lub żytnich dawek, większe o 1–4% przyrosty dobowe i lepsze o 1–2% wykorzystanie paszy są na ogół nieistotne statystycznie (tab. 6). Wynika to stąd, że u starszych świń zwykle nie obserwuje się większych perturbacji związanych z obecnością β -glukanów, a nawet pentozanów w dawce [3, 16, 50]. Jak wynika z przedstawionych danych, efektywność preparatów enzymatycznych, nawet w większych dawkach, jest zwykle mniejsza u świń niż u drobiu.

Przyczyny różnic w reakcji drobiu i świń na dodatek enzymów trawiennych

Mniejsza reakcja świń niż drobiu na dodatek enzymów, jak wyjaśniają Dierick [20] oraz Campbell i Bedford [16], wynika między innymi z:

- (a) większego wpływu flory jelitowej na trawienie u świń niż u drobiu,
- (b) obecności licznej populacji *Lactobacilli* w przewodzie pokarmowym zdrowych

Tabela 5. Wpływ dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek stosowanych w żywieniu prosiąt na wyniki odchowu

Główne zboża w mieszance [%]	Nazwa preparatu lub rodzaj enzymu	Wielkość dodatku [mg/kg]	Wiek lub masa prosiąt	Przyrosty dobowe		FC ¹ [kg/kg]	Pismienictwo [%]	Pismienictwo
				[g]	[%]			
Pszenvica + obłuskany owies (41)	— preparat E ³ preparat E	— 500 1000	6-11 kg	160 184 188	100,0 115,0 117,5	2,23 1,80 1,82	100,0 80,7 81,6	[46] ²
Pszenvica (35) + jęczmień (35)	— premix E ⁴	— 1000	21-42 dni	204 223	100,0 109,3	1,38 1,38	100,0 100,0	[30]
Owies obłuskany (32) + jęczmień (45)	— premix E ⁵	— 5000	14-63 dni	211 234	100,0 110,9	1,30 1,13	100,0 86,9	[29]
Kukurydza (20) + pszenica(10) + owies (17)	— Porzyme ⁷	— 1000	6-16 kg	276 344	100,0 124,6	1,71 1,48	100,0 86,5	[46] ⁶
Jęczmień (78)	—	—	8-17 kg	254	100,0	2,20	100,0	[52]
Jęczmień (78)	β-glukanaza	2500	kg	274	107,9	2,03	92,3	[36]
Pszenvica (50) + jęczmień (30)	— Kemzyme ⁸	— 500	15-84 dni	255 272	100,0 106,7	1,49 1,49	100,0 100,0	[6]
Pszenvica (33) + jęczmień (20)	— Porzyme	— 1000	11-25 kg	411 458	100,0 111,4	1,81 1,56	100,0 86,2	[6]
Pszenvica (12) + jęczmień (50)	— Porzyme	— 1000	kg	381 440	100,0 115,5	1,88 1,70	100,0 90,4	

¹ wykorzystanie paszy; ² Collier i Hardy (1986) — cyt.wg Rotter[46]; ³ proteinaza, α-amylaza, β-glukanaza; ⁴ α-amylaza, ksylanaza, β-glukanaza; ⁵ α-amylaza, β-glukanaza, glukoamylaza; ⁶ Inbott (1989) — cyt. wg Rotter [46]; ⁷ celulaza, α-amylaza, β-glukanaza, glukoamylaza; ⁸ głównie β-glukanaza i α-amylaza

Tabela 6. Przyrosty i wykorzystanie paszy u tuczników żywionych mieszankami z dodatkami preparatów enzymatycznych

Główne zboże w mieszance [%]	Nazwa preparatu lub rodzaj enzymu	Wielkość dodatku [mg/kg]	Masa ciała [kg]	Przyrosty dobowe		FC ¹ [kg/kg]	Piśmien- nictwo
				[g]	[%]		
Jęczmień (89/91) ²	—	—	20–100	740	100,0	3,13	100,0 [49]
Jęczmień (89/91)	glukanaza	2500		760	102,7	3,11	99,4
Zyto (80/85)	—	—	25–98	730	100,0	3,48	100,0 [50]
(mieszanka sypka)	preparat E ³	2500		760	104,1	3,12	89,7
Zyto (80/85)	—	—		760	100,0	2,64	100,0
(mieszanka granulowana)	preparat E ³	2500		780	102,6	2,64	100,0
Jęczmień (77/84)	—	—		840	100,0	2,53	100,0 [51]
Jęczmień (77/84)	preparat E ³	2500		860	102,4	2,59	102,4
Zyto (75/83)	—	—	25–86	740	100,0	2,40	100,0
Zyto (75/83)	preparat E ³	2500		710	95,9	2,48	103,3
Jęczmień (84)	—	—	25–89	830	100,0	3,09	100,0 [52]
Jęczmień (84)	preparat E ³	2500		840	101,2	3,04	98,4

¹ wykorzystanie paszy; ² w pierwszym/drugim okresie tuczu; ³ produkt *Aspergillus niger* zawierający głównie β -glukanazę, pentozanazę i inne enzymy

świń, która charakteryzuje się aktywną β -glukanazą,

c) dłuższego jelita cienkiego, dłuższego czasu trawienia i wchłaniania w jelicie cienkim świń i z większej zawartości wody w treści pokarmowej górnego odcinka przewodu pokarmowego, nie sprzyjającej wysokiej lepkości treści pokarmowej,

d) znacznie intensywniejszej fermentacji cukrowców ścian komórkowych w przewodzie pokarmowym świń.

Dlatego strawność związków azotowych, skrobi, β -glukanów, pentozanów i innych NSP — zarówno w jelicie cienkim, jak i w całym przewodzie pokarmowym — jest większa u świń niż u drobiu [3, 24, 42]. Ponadto większą skuteczność preparatów enzymatycznych u drobiu niż u świń tłumaczy się tym, że egzogenne enzymy napotykać bardziej przyjazne warunki w przewodzie pokarmowym ptaków. Mogą oddziaływać przez kilka godzin w niewydzielniczym wolu, gdzie pH wynosi około 6, a pasza jest nawilżana przed wejściem do kwaśnego środowiska w żołądku. Tymczasem żołądek świń, charakteryzujący się kwaśną treścią (pH około 2), jest mniej odpowiednim środowiskiem dla pochodzących z zewnątrz grzybowych lub bakteryjnych enzymów [16, 20].

Dodatek enzymów do dawek z udziałem nasion roślin strączkowych

Uzasadnieniem dodatku odpowiednich enzymów do dawek z udziałem nasion roślin strączkowych, jak podaje Broz [12], są znajdujące się w nasionach związki przeciwoświecące oraz znaczne ilości α -galaktozydów (rafinoza, stachioza, werbaszoza) i włókna surowego. Wymienione cukrowce nie są trawione w górnych odcinkach przewodu pokarmowego zwierząt monogastrycznych i dlatego są przyczyną między innymi mniejszej wartości energetycznej (netto) nasion roślin strączkowych dla tych zwierząt.

W nielicznych jak dotąd pracach badano efektywność wybranych preparatów enzymatycznych w dietach z udziałem tych nasion. Pozytywny wpływ dodatku zestawu enzymów odnotowano w przypadku kurcząt żywionych mieszankami z dużym udziałem nasion łubinu białego (tab.7). Stwierdzono istotny wzrost strawności α -galaktozydów [9], wartości energetycznej nasion [1] oraz znaczne (o 5–18%) zwiększenie przyrostów i zmniejszenie (o 2–11%) zużycia paszy na 1 kg przyrostu [8,9]. Także dodatek preparatu (Energex) do łubinu żółtego lub wąskolistnego korzystnie wpływa na strawność suchej masy, białka i na metaboliczność energii brutto nasion u kurcząt [1].

Odrębne zagadnienie stanowi dodatek fitazy mikrobiologicznej do dawek zwierząt monogastrycznych celem zwiększenia wykorzystania fosforu fitynowego z ziarna

Tabela 7. Wpływ dodatku preparatów enzymatycznych do mieszanek z udziałem nasion roślin strączkowych na przyrosty i wykorzystanie paszy

Rodzaj nasion w mieszance [%]	Nazwa preparatu lub rodzaj enzymu	Wielkość dodatku [mg/kg]	Rodzaj i wiek zwierząt [dni]	Przyrost lub masa ciała		FC ¹ [kg/kg]	Piśmien- nictwo
				[g]	[%]		
Kukurydza + groch (75)	—	—	leghorny 7-21	114	100,0	2,08	100,0 [10]
	3 preparaty E ²	3000		115	100,9	2,03	97,6
Kukurydza + łubin biały (70)	—	—	brojlery 7-21	367	100,0	1,72	100,0 [8]
	3 preparaty E ²	3000		433	118,0	1,55	90,1
Kukurydza + łubin biały (50)	—	—	leghorny 7-21	239	100,0	2,24	100,0 [8]
	Bio-Feed Pro Novozyme	3000 3000		261 251	109,2 105,0	1,99 2,06	88,8 92,0
Pszemica + łubin biały (35)	—	—	brojlery 0-35	1367	100,0	1,82	100,0 [9]
	3 preparaty E ²	3000		1473	107,8	1,80	98,9
Pszemica + łubin biały (45)	—	—		1330	100,0	1,80	100,0
	3 preparaty E ²	3000		1431	107,8	1,79	99,4

¹ wykorzystanie paszy; ² zastosowano po 1000 mg/kg: EnergeX (hemicelulaza, pektynaza, β-glukanaza, endoglukanaza), Bio-Feed Pro (endoproteinaza), Novozyme (α-galaktozydaza)

zbóż, nasion i produktów ich przetwarzania. Próby zwiększenia dostępności P-fitynowego przez dodatek fitazy mikrobiologicznej do diet drobiu i świń dają na ogół pozytywne rezultaty. Dla fitazy pozyskiwanej z grzybów optymalne pH jest niskie i zbliżone do pH treści żołądka. Dlatego jest ona efektywnym dodatkiem zarówno dla drobiu, jak i świń. Zagadnienie to przedstawiono w licznych opracowaniach [16, 17, 32].

Preparaty enzymatyczne stosowane w żywieniu zwierząt są dość stabilne. Enzymy otrzymywane z grzybów tracą aktywność w temperaturze około 60°C, podczas gdy bakteryjne są bardziej stabilne i niektóre mogą przetrwać przez krótki czas temperatury wynoszące nawet 85–90°C [19, 53]. Konieczność granulowania pasz stwarza jednak potrzebę rozwoju produkcji termostabilnych preparatów enzymatycznych (mikrogranulowanych i w ochronnych otoczkach umożliwiających także przetrwanie w kwaśnej treści żołądkowej), jak również rozwoju produkcji płynnych preparatów przeznaczonych do dozowanego rozpylania na granulacie [19, 39]. Generalnie jednak preparaty enzymatyczne nie mogą przetrwać wysokich temperatur procesu ekstruzji czy ekspandowania.

Literatura

- [1] Alloui O., Smulikowska S., Chibowska M., Pastuszewska B. 1994. The nutritive value of lupin seeds (*L. luteus*, *L. angustifolius* and *L. albus*) for broiler chickens as affected by variety and enzyme supplementation. *J. Anim. Feed Sci.*, **3**(3): 215–227.
- [2] Aman P., Graham H. 1987. Analysis of total and insoluble mixed-linked (1 → 3), (1 → 4)-β-D-glucans in barley and oats. *J. Agric. Food Chem.* **35**(5): 704–709.
- [3] Bach Knudsen K.E., Jensen B.B., Hansen J. 1993. Digestion of polysaccharides and other major components in the small and large intestine of pigs fed on diets consisting of oat fractions rich in β-D-glucan. *Brit. J. Nutr.* **70**(2): 537–556.
- [4] Bedford M.R., Morgan A.J. 1994. Biotechnology in feeding. Proc. 9 th Europ. Poultry Conf. Glasgow. U.K. 1994. vol. I: 99–102.
- [5] Benabdeljelil K., Arbaoui M.I. 1994. Effects of enzyme supplementation of barley - based diets on hen performance and egg quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* **48**(3–4): 325–334.
- [6] Böhme H. 1990. Untersuchungen zur wirksamkeit von Enzymzusätzen in der Ferkelaufzucht. *Landbauforschung Völkenrode.* **40**(3): 213–217.
- [7] Brenes A., Guenter W., Marquardt R.R., Rotter B.A. 1993. Effect of β-glucanase/pentosanase supplementation on the performance of chickens and laying hens fed wheat, barley, naked oats and rye diets. *Can. J. Anim. Sci.* **73**(4): 941–951.
- [8] Brenes A., Marquardt R.R., Guenter W., Rotter B.A. 1993. Effect of enzyme supplementation on the nutritional value of raw, autoclaved, and dehulled lupins (*Lupinus albus*) in chicken diets. *Poult. Sci.* **72**(12): 2281–2293.
- [9] Brenes A., Marquardt R.R., Guenter W., Slominski B. 1992. Broiler chick performance, gastrointestinal size, and digestibility of non-starch polysaccharides (NSP) and oligosaccharides as affected by enzyme addition to diets containing whole and dehulled lupin (*L. albus*). Proc. 1 st Eur. Conf. on Grain Legumes. Angers. France. 477–478.
- [10] Brenes A., Rotter B.A., Marquardt R.R., Guenter W. 1993. The nutritional value of raw, autoclaved and dehulled peas (*Pisum sativum* L.) in chicken diets as affected by enzyme supplementation. *Can. J. Anim. Sci.* **73**(3): 605–614.

- [11] Brenes A., Smith M., Guenter W., Marquardt R.R. 1993. Effect of enzyme supplementation on the performance and digestive tract size of broiler chickens fed wheat and barley — based diets. *Poult. Sci.* **72**(9): 1731–1739.
- [12] Broz J. 1993. Enzymes as feed additives in poultry nutrition — current applications and future trends. *Mh. Vet. - Med.* **48**: 213–217.
- [13] Broz J., Frigg M. 1986. Effects of beta-glucanase on the feeding value of broiler diets based on barley or oats. *Arch. Geflügelk.* **50**(1): 41–47.
- [14] Brufau J., Cos R., Perez-Vendrell A., Esteve-Garcia E. 1994. Performance of laying hens as affected by the supplementation of a barley — based diet with a crude enzyme preparation from *Trichoderma viride*. *Can. J. Anim. Sci.* **74**(1): 129–133.
- [15] Buraczewska L. 1988. Ileal digestibility of rye fed to pigs with "Enzyme PC1" from *B. substilis*. Proc. 4 th Intern. Seminar "Digestive physiology in the pig". Jabłonna, Poland. 378–380.
- [16] Campbell G.L., Bedford M.R. 1992. Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Can. J. Anim. Sci.* **72**(3): 449–466.
- [17] Chesson A. 1993. Feed enzymes. *Anim. Feed. Sci. Technol.* **45**(1): 65–79.
- [18] Choct M., Annison G. 1990. Antinutritive activity of wheat pentosans in broiler diets. *Brit. Poult. Sci.* **31**(4): 811–821.
- [19] Cowan W.D. 1993. Application systems for the application and control of enzyme products in animal feed. *J. Sci. Food Agric.* **63**(1): 110.
- [20] Dierick N.A. 1989. Biotechnology aids to improve feed and feed digestion: enzymes and fermentation. *Arch. Anim. Nutr.* **39**(3): 241–261.
- [21] Francesch M., Pérez-Vendrell A.M., Esteve-Garcia E., Brufau J. 1994. Effects of enzyme supplementation of a barley and sunflower based diet on laying hen performance. Proc. 9th Europ. Poultry Conf. Glasgow 1994. vol. I. 425–426.
- [22] Friesen O.D., Guenter W., Marquardt R.R., Rotter B.A. 1992. The effect of enzyme supplementation on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibilities of wheat, barley, oats and rye for the young broiler chick. *Poult. Sci.* **71**(10): 1710–1721.
- [23] Friesen O.D., Guenter W., Rotter B.A., Marquardt R.R. 1991. The effect of enzyme supplementation on the nutritive value of rye grain (*Secale cereale*) for the young broiler chick. *Poult. Sci.* **70**(12): 2501–2508.
- [24] Graham H., Aman P., Löwgren W. 1988. Enzyme supplementation of pig feeds. Proc. 4 th Intern. Seminar "Digestive physiology in the pig". Jabłonna, Poland. 371–376.
- [25] Graham H., Fadel J.G. 1989. Effect of pelleting and β -glucanase supplementation on the ileal and fecal digestibility of a barley — based diet in the pig. *J. Anim. Sci.* **67** (5): 1293–1298.
- [26] Gwara T., Korniewicz A., Mazanowska A., Paleczek B., Czarnik-Matusiewicz H. 1991. Novozymin w mieszankach paszowych dla kurcząt brojlerów. *Rocz. Nauk. Zoot. Monografie.* **29**: 203–216.
- [27] Henry R.J. 1985. A comparison of non-starch carbohydrates in cereal grains. *J. Sci. Food Agric.* **36**(12): 1243–1253.
- [28] Hesselman K., Aman P. 1986. The effect of β -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed barley of low or high — viscosity. *Anim. Feed Sci. Technol.* **15**(1): 83–93.
- [29] Inbarr J., Ogle R.B. 1988. Effect of enzyme treatment of piglet feeds on performance and post weaning diarrhoea. *Swedish J. Agric. Res.*, **18**(3): 129–133.
- [30] Inbarr J., Schmitz M., Ahrens F. 1993. Effect of adding fibre and starch degrading enzymes to a barley/wheat based diet on performance and nutrient digestibility in different segments of the small intestine of early weaned pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* **44**(1–2): 113–127.
- [31] Jackisch B., Jeroch H. 1990. Untersuchungen zur Verbesserung des Futterwertes von rogenreichem Broiler mastfutter durch Enzymzusatz. *Arch. Anim. Nutr.* **40** (11–12): 1109–1118.
- [32] Koreleski J., Żyła K. 1989. Możliwości wykorzystania fosforu fitynowego w żywieniu kurcząt brojlerów. *Biul. Inf. Inst. Zoot.* **XXVII**(1–2): 84–92.

- [33] Korniewicz A., Gwara T., Paleczek B., Mazanowska A. 1989. Preparaty enzymatyczne ze zbożami krajowymi w mieszankach dla kurcząt brojlerów. *Rocz. Nauk. Zoot. Monografie*. 27: 349–366.
- [34] Korniewicz A., Gwara T., Paleczek B., Mazanowska A., Czarnik-Matusiewicz H. 1993. Skuteczność preparatu Avizyme w mieszankach dla kurcząt brojlerów. *Rocz. Nauk. Zoot. Monografie*. 32: 267–274.
- [35] Korniewicz A., Gwara T., Paleczek B., Mazanowska A., Harenza T. 1989. Efektywność preparatów enzymatycznych w mieszankach dla kurcząt brojlerów. *Rocz. Nauk. Zoot. Monografie*. 27: 367–379.
- [36] Korniewicz A., Paleczek B., Korniewicz D., Jodko Z. 1992. Wpływ wzbogaconego superkoncentratu i Kemzemu na wzrost prosiąt i wykorzystanie paszy. *Rocz. Nauk. Zoot. Monografie*. 31: 191–204.
- [37] Marquardt R.R., Boros D., Guenter W., Crow G. 1994. The nutritive value of barley, rye, wheat and corn for young chicks as affected by use of a *Trichoderma reesei* enzyme preparation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 45(3–4): 363–378.
- [38] Näsi M. 1988. Effects of physical and enzymatic treatments on digestibility and protein utilization of soybean meal in diets for growing pigs. Proc 4 th Intern. Seminar “Digestive physiology in the pig”. Jabłonna, Poland. 381–387.
- [39] Nissinen V. Von, Peisker M., Liebert F. 1993. Futtermittelbearbeitung und Enzymzusatz bei Broilern. *Kraftfutter*. (9): 364–367.
- [40] Pettersson D., Graham H., Aman P. 1990. Enzyme supplementation of broiler chicken diets based on cereals with endosperm cell walls rich in arabinoxylans or mixed -linked β -glucans. *Anim. Prod.* 51(1): 201–207.
- [41] Pisarski R., Wójcik S. 1994. Efektywność glukanazy w zależności od składu mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów. *Biul. Nauk. Przem. Pasz.* XXXIII(2): 17–27.
- [42] Rakowska M., Żebrowska T., Neumann M., Medyńska K., Raczyńska-Bojanowska K. 1990. The apparent ileal and faecal digestibilities of amino acids and carbohydrates of rye, barley and triticale grains in pigs. *Arch. Anim. Nutr.* 40(8): 695–701.
- [43] Richter G., Cyriaci G., Petzold A., Schwartze J. 1990. Die wirkung des Enzympräparates “Endofeed” bei verfütterung von Triticalerationen an Broiler. *Arch. Anim. Nutr.* 40(10): 959–967.
- [44] Richter G., Ochrimenko CH., Lemser A., Werner J. 1990. Einfluss von Enzympräparaten auf die leistungen von Legehennen bei einsatz von Roggen. *Arch. Anim. Nutr.* 40(9): 823–830.
- [45] Richter G., Ranft U., Putsche M. 1990. Untersuchungen zum von einheimischem Triticale bei Geflügel. *Arch. Anim. Nutr.* 40(9): 815–821.
- [46] Rotter B.A. 1990. The future of crude enzyme supplements in pig nutrition. *Pig News and Inf.* 11(11): 15–17.
- [47] Rotter B.A., Friesen O.D., Guenter W., Marquardt R.R. 1990. Influence of enzyme supplementation on the bioavailable energy of barley. *Poultry Sci.* 69(7): 1174–1181.
- [48] Taverner M.R., Campbell R.G. 1988. The effect of protected dietary enzymes on nutrient absorption in pigs. Proc. 4 th Intern. Seminar “Digestive physiology in the pig”. Jabłonna, Poland. 377.
- [49] Thacker P.A., Campbell G.L., GrootWassink J.W.D. 1988. The effect of beta-glukanase supplementation on the performance of pigs fed hullless barley. *Nutr. Rep. Intern.* 38 (1): 91–99.
- [50] Thacker P.A., Campbell G.L., GrootWassink J.W.D. 1991. The effect of enzyme supplementation on the nutritive value of rye-based diets for swine. *Can. J. Anim. Sci.* 71 (6): 489–496.
- [51] Thacker P.A., Campbell G.L., GrootWassink J.W.D. 1992. Effect of salinomycin and enzyme supplementation of on nutrient digestibility and the performance of pigs fed barley or rye-based diets. *Can. J. Anim. Sci.* 72(1): 117–125.
- [52] Thacker P.A., Campbell G.L., GrootWassink J.W.D. 1992. The effect of organic acids and enzyme supplementation on the performance of pigs fed barley-based diets. *Can. J. Anim. Sci.* 72(2): 395–402.
- [53] Viveros A., Brenes A., Pizarro M., Castano M., 1994. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, and autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48(3–4): 237–251.

Advisability and effectiveness of use of enzyme preparations as feed additives in poultry and pig nutrition

Summary

Principles of the use of enzymes as a new category of feed additives in poultry and pig nutrition are briefly explained. The effects of various enzyme preparations on the nutritive value of poultry diets based on low-energy cereals such as barley, oats, rye and triticale are reviewed. Effectiveness of enzymatic additives to diets used in feeding of piglets and growing-finishing pigs is also presented. On the basis of the cited data enzymes preparations seem to be more effective in poultry than pig nutrition. Main reasons for differences between the reactions of poultry and pigs to enzyme addition are indicated. The results of addition of enzymatic preparation to poultry diet rich in legume seeds are also discussed.