

# Endoksyłanaza bakteryjna enzym na każdą paszę

Ronny Mombaerts i Barbara Gaethofs, Nutrex NV  
Krzysztof Jankowiak, Nutrimix Polska

Trzoda chlewna oraz drób mają trudności z trawieniem NSP (polisacharydów nieskrobiowych) znajdujących się w zbożach. Enzymy mają zdolność rozcinania tych długołańcuchowych struktur na krótsze kawalki. Idealnym enzymem nadającym się do tego zadania wydaje się być ksyłanaza.

## Arabinoksyłany złożony problem

Dodawanie enzymów do mieszanek paszowych jest szeroko rozpowszechnionym działaniem w przemyśle paszowym. Ich zastosowanie w paszy przeważnie związane jest z potrzebą hydrolizy frakcji polisacharydów nieskrobiowych zbóż. NSP u zwierząt monogastrycznych nie mogą być trawione przy użyciu enzymów pochodzenia endogenego i mogą mieć efekt antyżywniowy. Efekt ten związany jest z polimerowym charakterem NSP i może być skutecznie wyeliminowany przez rozcięcie ich na mniejsze fragmenty. Arabinoksyłany (AX) stanowią większą część NSP surowców paszowych. Ich struktura może być bardzo zróżnicowana od prostego pojedynczego łańcucha ksyłanowego aż do skomplikowanej struktury zbudowanej z wielu łańcuchów bocznych (arabinoza, kwas glukuronowy, grupy acetylowe, kwas fenolowy). Różnorodna budowa arabinoksyłanów ma bardzo duży wpływ na ich właściwości funkcjonalne takie jak rozpuszczalność, zdolność do wchodzenia w reakcje z innymi związkami chemicznymi, oraz podatność na działanie enzymów. Arabinoksyłany (AX) możemy podzielić na rozpuszczalne w wodzie (WE-AX) oraz nierozpuszczalne w wodzie (WU-AX) (Tabela 1). Obydwie frakcje przyczyniają się do wystąpienia efektu antyżywniowego, AX rozpuszczalne w wodzie odpowiedzialne są za wzrost lepkości treści jelit, podczas gdy AX nierozpuszczalne w wodzie szczelnie otaczają wysokostrawne składniki pokarmowe czyniąc je niedostępnymi

Tab. 1.  
Zawartość arabinoksyłanów oraz całkowita ilość NSP w powszechnie stosowanych surowcach paszowych (za Choct, 1997)

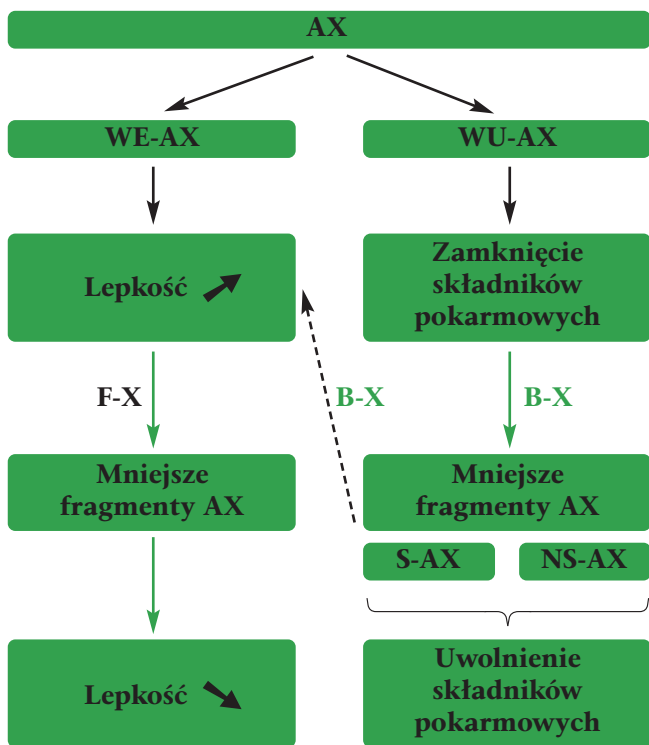
	WE-AX	WU-AX	NSP <sub>całk.</sub>
Pszenica	1,8	6,3	11,4
Otręby pszenne	1,1	20,8	35,3
Jęczmień	0,8	7,1	16,7
Kukurydza	0,1	5,1	8,1
Otręby ryżowe	0,2	8,3	21,8

mi dla procesów trawienia (Wykres 1). Sumaryczny efekt antyżywniowy wywołany przez arabinoksyłany zależy, zatem nie tylko od ich poziomu w paszy, ale w dużej mierze również od wzajemnych proporcji rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych AX (WE-AX/WU-AX).

## Działanie hydrolityczne enzymu

Rozłożenie AX przez ksyłanazę poprzedzone jest etapem przyłączenia arabinoksyłanu do ściśle określonego miejsca w strukturze enzymu. Istnieje duża różnorodność budowy zarówno miejsc wiązania substratu, jak i arabinoksyłanów. Fakt ten tłumaczy różnice w efektywności działania różnych preparatów ksyłanazowych oraz konieczność ponownego przygotowania dawki enzymu w przypadku zmiany składu surowcowego paszy.

Wyk. 1. Działanie hydrolityczne na frakcje arabinoksylianów rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych w wodzi (B-X Ksylianaza bakteryjna; F-X Ksylianaza grzybowa)



Duża różnorodność AX mogłaby sugerować, konieczność zastosowania wielu enzymów np. endo1,4- $\beta$ -ksylanazy,  $\beta$ -ksylozydazy oraz  $\alpha$ -arabinofuranozydazy w celu rozbicia AX na cukry proste. W rzeczywistości do zoptymalizowania wykorzystania paszy przez zwierzęta nie jest wymagane zastosowanie tak bogatego koktajlu enzymatycznego. Aby osiągnąć cel wystarczy zastosowanie endoksylianazy, która zmniejszy rozmiary cząsteczek AX oraz zniweluje ich efekt antyżywniowy. Ponadto hydroliza arabinoksylianów do pentoz (cukrów pięciowęglowych) jest działaniem niepożądanym, gdyż zwiększa poziom wilgotności odchodów. Działanie ksylianazy na obie frakcje arabinoksylianów (WE-AX i WU-AX) w zbożach przedstawione zostało na wykresie 1. Arabinoksyliany nierozpuszczalne w wodzie rozkładane są na mniejsze fragmenty, które mogą być rozpuszczalne w wodzie (rozpuszczalne AX: S-AX), lub nie (nie rozpuszczalne AX: NS-AX).

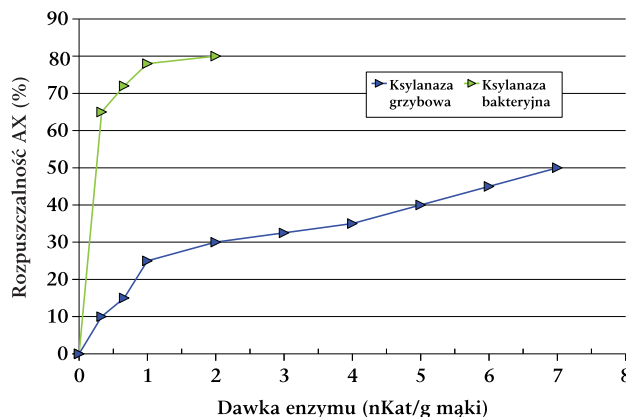
Arabinoksyliany rozpuszczalne w wodzie oraz S-AX cięte są na fragmenty o mniejszej masie cząsteczkowej. W zależności od źródła pochodzenia ksylianaza charakteryzuje się różnym działaniem na określone substraty. Enzymy NSP stosowane w przemyśle paszowym selekcjonowane były przez wiele lat pod względem efektywności działania na WE-AX gdyż sądzono, że każde działanie na frakcję WU-AX ma negatywny wpływ na wydajność produkcyjną.

Courtin i Delcur 2001 zbadali selektywną aktywność endoksylianazy bakteryjnej (B-X pochodzenie: Bacillus subtilis) oraz grzybowej (F-X pochodzenie: Aspergillus aculeatus) w stosunku do arabinoksylianów rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych w wodzie. Naukowcy stwierdzili, że oba ty-

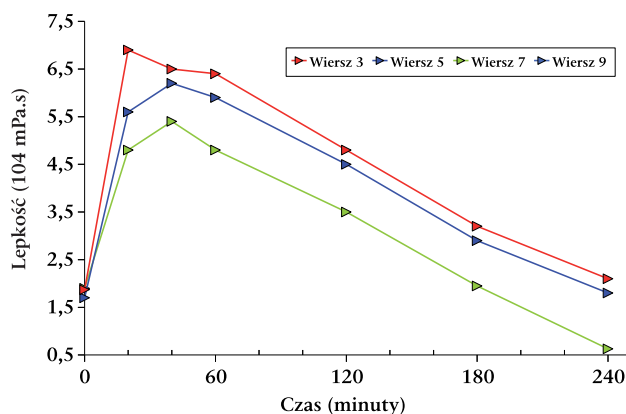
Tab. 2. Zawartość WE-AX oraz WU-AX w paszach zastosowanych w doświadczeniach

	WE-AX	WU-AX	Wykres
Pszenica	0,98	3,66	4
Pszenica - kukurydza	0,57	3,42	5
Kukurydza - otręby pszenne	0,16	3,42	6
Kukurydza	0,06	4,51	7

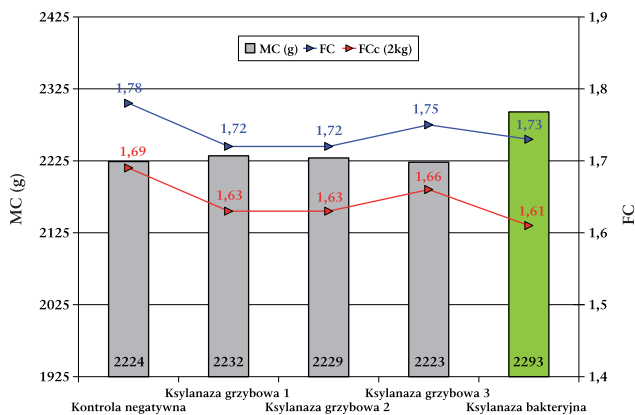
Wyk. 2. Rozpuszczalność WU-AX zawartych w produkcie ubocznym pozyskiwania skrobi (surowiec zawiera duże ilości arabinoksylianów nierozpuszczalnych) (Courtin i Delcour, 2001)



Wyk. 3. Lepkość zawiesiny pszenicznej po zastosowaniu dostępnych na rynku preparatów ksylianazowych (Rosier, 2001)

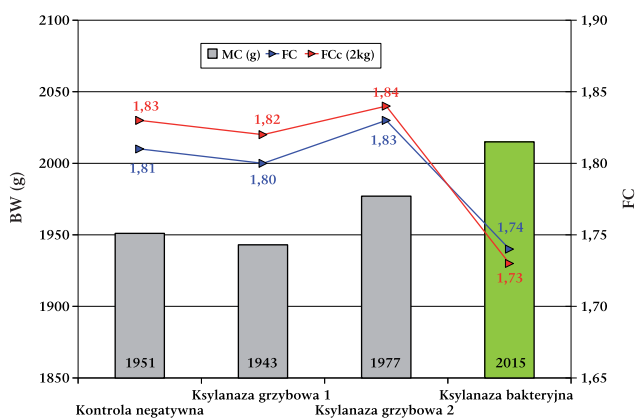


Wyk. 4.  
Doświadczenie na brojlerach z zastosowaniem diety pszenicznej\*



\* Instytut Zootechniczny Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia, Październik 2000  
Pasza: 54 % pszenica, 18 % soja pełnotłusta, 7,4 % śruta sojowa, 5 % kukurydza, BO 21%,  
Liz 1,27 % EM 3200 kcal/kg

Wyk. 5.  
Doświadczenie na brojlerach z zastosowaniem diety pszeniczno kukurydzianej\*



\* Instytut Zootechniczny Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia, Październik 2000  
Pasza: 54 % pszenica, 18 % soja pełnotłusta, 7,4 % śruta sojowa, 5 % kukurydza, BO 21%,  
Liz 1,27 % EM 3200 kcal/kg

py ksylnazy działają w równym stopniu na WE-AX, jednocześnie zaobserwowali znaczną różnicę w działaniu na frakcję WU-AX. Ksylnaza pochodzenia bakteryjnego już przy niskiej koncentracji była w stanie rozpuścić 30 razy więcej WU-AX niż ksylnaza pochodzenia grzybowego (Wykres 2). W ośrodku CTL w Gent (Belgia) przeprowadzono badania mające na celu oszacowanie wzrostu lepkości wywołanej powstawaniem S-AX w zawieszynie pszenicznej. Na podstawie wykonanych doświadczeń Rosier (2001) stwierdził, że zastosowanie endoksylnazy bakteryjnej nigdy nie wywołuje wzrostu lepkości a ponadto w większości przypadków prowadzi do jej obniżenia w porównaniu do innych preparatów endoksylnazowych pochodzenia grzybowego dostępnych na rynku (Wykres 3). Zjawisko to możemy wytłumaczyć faktem, że powstające pod wpływem działania endoksylnazy bakteryjnej S-AX są zbyt małe, aby

Tab. 3.  
Znaczenie skrótów

NSP	Polisacharydy nieskrobiowe
AX	Arabinoksylny
WE-AX	Arabinoksylny rozpuszczalne w wodzie
WU-AX	Arabinoksylny nierozpuszczalne w wodzie
S-AX	Arabinoksylny rozpuszczalne
NS-AX	Arabinoksylny nierozpuszczalne
B-X	Endoksylnaza bakteryjna
F-X	Endoksylnaza grzybowa

mogły mieć wpływ na lepkość zawieszyny pszenicznej. Ponadto same S-AX są szybko degradowane do jeszcze mniejszych fragmentów (Wykres 1).

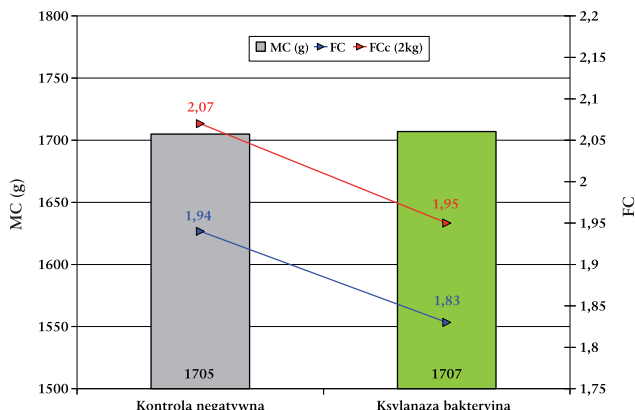
### Niedocenione znaczenie frakcji arabinoksylnów nierozpuszczalnych w wodzie

Aby oszacować różnice działania enzymów paszowych dokonano porównania wpływu różnych preparatów ksylnazowych na organizm zwierzęcy. W doświadczeniu wykorzystano pasze z różnymi udziałami WE-AX oraz WU-AX które uzyskano przez zastosowanie różnych ilości pszenicy oraz kukurydzy (Wykresy 4-7). Ksylnaza bakteryjna poprawiała znacząco efekty produkcyjne niezależnie od składu diety. Korzyści z zastosowania ksylnazy bakteryjnej na kukurydżę są wyjątkowe gdyż dotychczas wpływ enzymów NSP na dawki pokarmowe z dużym udziałem tego surowca był znikomy (Summers 2001). Porównanie różnych preparatów ksylnazowych dostępnych na rynku dodatków wskazuje, że najlepsze efekty daje zastosowanie ksylnazy bakteryjnej. Okazuje się więc, że znaczenie frakcji nierozpuszczalnej arabinoksylnów jest dużo większe niż dotychczas sądzono. W tym aspekcie różnice działania endoksylnazy bakteryjnej oraz grzybowej są oczywiste. Ponadto, arabinoksylny nierozpuszczalne (5,1 % w kukurydzy, 6,3 % w pszenicy) postrzegane były dotąd, jako niemające prawdziwego działania antyżywnieniowego, tworzą one fizyczną barierę dla enzymów trawiennych takich jak amylaza, proteaza (Choct, 2001). Dlatego też hydroliza frakcji WU-AX poprawia dostęp enzymów trawiennych do substratów i w efekcie końcowym zwiększa ilość dostępnej energii metabolicznej diety.

### Wnioski

Na całość arabinoksylnów składają się dwie frakcje rozpuszczalna i nierozpuszczalna w wodzie. Frakcja rozpuszczalna jest celem działania większości preparatów ksylnazowych dostępnych na rynku jednak badania wska-

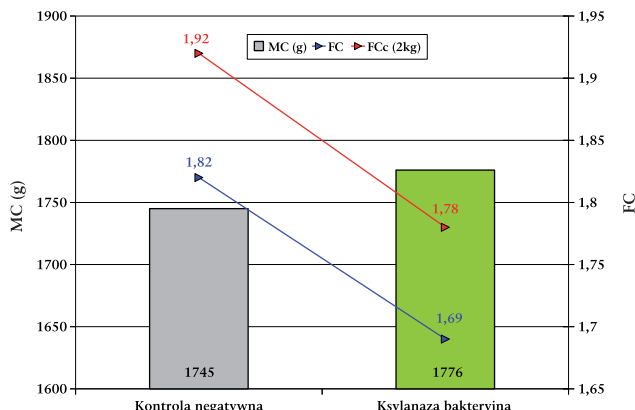
Wyk. 6.  
Doświadczenie na brojlerach z zastosowaniem diety z kukurydzy i otrębów pszennych \*



\* Instytut Zootechniczny Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia, Październik 2000  
Pasza: 54 % pszenica, 18 % soja pełnotłusta, 7,4 % śruta sojowa, 5 % kukurydza, BO 21%,  
Liz 1.27 % EM 3200 kcal/kg

zują, że równie ważna, (jeśli nie ważniejsza) dla strawności paszy jest frakcja nierozpuszczalna w wodzie. Ksylanaza działająca na obie frakcje arabinoksylianów stwarza możliwość zwiększenia poziomu EM większości surowców, dzięki czemu może być zastosowana w żywieniu zwierząt niewrażliwych na podwyższoną lepkość treści jelita takich jak trzoda i indyki.

Wyk. 7.  
Doświadczenie na brojlerach z zastosowaniem diety kukurydzianej \*



\* Instytut Zootechniczny Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia, Październik 2000  
Pasza: 54 % pszenica, 18 % soja pełnotłusta, 7,4 % śruta sojowa, 5 % kukurydza, BO 21%,  
Liz 1.27 % EM 3200 kcal/kg

Literatura:

Choct, M. (1997). Feed non starch polysaccharides: chemical structures and nutritional significance. Feed Milling International, June: 13-26.  
Choct, M. (2001). Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals. In: Enzymes in farm animal nutrition. Bedford, M. R., Partridge, G. G. (eds.). CAB International, Oxon, United Kingdom. 145-160.  
Courtin, C. M., Delcour, J. A. (2001). Relative activity of endoxylanases towards water-extractable and water-unextractable arabinoxylan. Journal of cereal science, 33: 301-312.  
Rosier, S. (1999-2000). Invloed van xylanasepreparaten op de viscositeit van tarwevariëteiten. Thesis, CTL, Gent, Belgium.  
Summers, J. D. (2001). Maize: factors affecting its digestibility and variability in its feeding value. In: Enzymes in farm animal nutrition. Bedford, M. R., Partridge, G. G. (eds.). CAB International, Oxon, United Kingdom. 109-124.

# BELFEED B1100M

## ENZYM NA KAŻDĄ PASZĘ

Jedyny na rynku preparat enzymatyczny zawierający czystą endo-1,4-β-ksylanazę pochodzenia bakteryjnego. Zapewnia znacznie efektywniejsze rozbijanie łańcuchów NSP dzięki zwiększonej aktywności w odcinkach przewodu pokarmowego o neutralnym pH.

### DZIAŁANIE BELFEEDU B1100M

- Efektywne rozbijanie arabinoksylianów nierozpuszczalnych
- Obniżanie lepkości treści jelita
- Poprawa przyswajalności składników pokarmowych
- Zwiększenie wartości energetycznej mieszanki
- Mniejsze problemy z trawieniem



ZYSKujesz WIĘCEJ



NUTRIMIX Polska Sp. z o.o.  
ul. Szelągowska 30  
61-626 Poznań

tel. 61 871 01 03, 61 871 01 05, fax 61 871 03 02  
e-mail: nutrimix@nutrimix.com.pl  
www.nutrimix.com.pl

