

## Status mikrobiologiczny oraz strawność składników pokarmowych i energii dawek pokarmowych zawierających dodatek kiszonych śrut z pszenżyta i kukurydzy dla nerek hodowlanych

Andrzej Gugolek<sup>1</sup>, Cezary Purwin<sup>2</sup>, Łucja Łaniewska-Trokenheim<sup>3</sup>,  
Paweł Janiszewski<sup>1</sup>, Małgorzata Konstancy Nowicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,  
Katedra Hodowli Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa,  
ul. M. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn-Kortowo; gugolek@uwm.edu.pl

<sup>2</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,  
Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,  
ul. M. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn-Kortowo

<sup>3</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,  
Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności,  
pl. Cieszyński 1, 10-726 Olsztyn

Celem badań było określenie wpływu dodatku kiszzonego ziarna kukurydzy i pszenżyta na strawność składników pokarmowych i energii oraz stan mikrobiologiczny dawek pokarmowych i kału nerek. Wykonano dwa eksperymenty strawnościowe. W pierwszym czynnikiem doświadczalnym było zastosowanie w dawkach pokarmowych zwierząt grupy doświadczalnej (DK) dodatku kiszzonej śruty z ziarna kukurydzy, w drugim – z pszenżyta (DP). W odpowiadających im grupach kontrolnych KK i KP komponenty węglowodanowe dawek stanowiły parowane śruty z pszenżyta i kukurydzy, pochodzące z tych samych upraw. Eksperymenty przeprowadzono na 10 klinicznie zdrowych samicach nerek amerykańskich, podzielonych na dwie liczebnie równe, analogiczne grupy. Samice umieszczono pojedynczo w specjalnie przygotowanych klatkach strawnościowych, przystosowanych do ilościowego zbierania kału. Pięciodniowy okres badań ścisłych poprzedzono pięciodniowym okresem adaptacyjnym. Badania mikrobiologiczne pasz i kału wykonano w próbkach pobranych w ostatnim dniu okresu właściwego doświadczeń strawnościowych. Oznaczono poziom bakterii: *E. coli*, *Enterococcus sp.* i *Lactobacillus sp.* Wykazano, że dodatek kiszzonego ziarna kukurydzy do dawek pokarmowych wpłynął na zwiększenie liczebności bakterii kwasu mlekowego w paszach i w kale nerek. Zmiany te mogą świadczyć o korzystniejszych, mających charakter probiotyczny, proporcjach poszczególnych grup bakterii w przewodzie pokarmowym nerek żywionych dawkami zawierającymi kiszzone ziarna zbóż, w porównaniu z grupami kontrolnymi. Dodatek kiszzonego ziarna kukurydzy do dawek wpłynął statystycznie istotnie na po-

prawę strawności składników pokarmowych, z wyjątkiem włókna surowego. W przypadku kiszzonego ziarna pszenżyta wykazano podobny trend, jednak zanotowane różnice nie wykazywały statystycznych różnic, z wyjątkiem wyraźnej poprawy strawności związków bezazotowych wyciągowych. Podsumowując, należy uznać kiszzone ziarna zbóż za cenną paszę węglowodanową w żywieniu nerek. Szczególną przydatność w krajowych warunkach produkcyjnych, ze względu na aspekt probiotyczny, jak i ekonomiczny, wykazało kiszzone ziarno kukurydzy.

**SŁOWA KLUCZOWE:** *Neovison vison* / żywienie / strawność / kiszona śruta / stan mikrobiologiczny

Norki są typowymi mięsożercami, jednak w ich dawkach pokarmowych stosuje się zawsze dodatek węglowodanów. Muszą być one poddane obróbce termicznej, co powoduje wzrost ich przyswajalności. Tradycyjnie podaje się śruty zbożowe parowane lub ekstrudowane [4, 9, 12]. Pojawiły się jednak alternatywne, mniej energochłonne możliwości uzdatniania pasz węglowodanowych, a jedną z nich jest kiszenie ziarna. Najczęściej w krajowych warunkach kisi się ziarno kukurydzy, można jednak kisić także inne zboża. W dotychczasowych badaniach wykazano, że konserwowane poprzez kiszenie wilgotne ziarno zbóż może być stosowane w żywieniu większości zwierząt gospodarskich, w tym także nerek. Skrede i wsp. [16] uzyskali pozytywne wyniki wykorzystując w żywieniu nerek fermentowane, kiszzone ziarno jęczmienia i pszenicy. Czynnikiem wywołującym fermentację były kultury bakterii kwasu mlekowego *Lactobacillus sp.*

Rosnąca popularność technologii zakiszania wilgotnego ziarna, przede wszystkim kukurydzy, zaraz po zbiorach ma również wymiar ekonomiczny. Wyprodukowana w ten sposób pasza należy do najtańszych źródeł węglowodanów w warunkach rolnictwa klimatu umiarkowanego [8]. Ponadto obecność w tak przygotowanych paszach znacznej liczebności bakterii kwasu mlekowego oraz ich niskie pH powoduje, że mają one właściwości probiotyczne.

Strawność składników pokarmowych u zwierząt mięsożernych zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest stan jakości mikrobiologicznej dawek pokarmowych. Jest on szczególnie ważny w przypadku zwierząt futerkowych mięsożernych, ze względu na znaczne zagrożenie wynikające z rodzaju stosowanych pasz [6, 7, 19]. Występowanie mikroorganizmów chorobotwórczych w komponentach paszowych może być przyczyną powstawania stanów zapalnych przewodu pokarmowego i upośledzenia przyswajania składników pokarmowych. Dlatego też ważne jest, aby stan mikrobiologiczny mieszanki pozostawał w równowadze. Szczególną rolę przypisuje się bakteriom probiotycznym, które modyfikują mikroflorę, ograniczając wzrost bakterii patogennych [3, 5].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku kiszzonego, rozdrobionego ziarna kukurydzy i pszenżyta na strawność składników pokarmowych i energii oraz na stan mikrobiologiczny dawek pokarmowych i kału u nerek hodowlanych.

## Materiał i metody

Wykonano dwa eksperymenty strawnościowe. W pierwszym eksperymencie (I) czynnikiem doświadczalnym było podawanie zwierzętom grupy doświadczalnej (DK) dodatku kiszzonej śruty z ziarna kukurydzy, a w drugim (II) – z pszenżyta (DP). W odpowiadających im grupach kontrolnych KK i KP komponent węglowodanowy dawek stanowiły parowane tradycyjnie śruty z pszenżyta i kukurydzy, pochodzące z tych samych upraw. Udział śrut wynosił 14,6% w przeliczeniu na paszę o zawartości suchej masy 87%. Procentowy udział pozostałych komponentów podawanych mieszanek był następujący: odpady dorszowe pofiletowe – 2,9, głowy kurcząt – 19,0, konfiskaty drobiowe – 5,8, wnętrzości drobiu – 14,6, odpady drobiowe różne – 8,0, konfiskaty wołowe – 2,1, wątroba wołowa – 1,9, płuca wołowe – 2,0, kości wołowe mielone – 1,4, tłuszcz zwierzęcy – 1,4, woda – 27,3. W bilansowaniu dawek uwzględniono wodę wykorzystywaną do parowania lub kiszenia oraz rozcieńczania mieszanek. Skład chemiczny mieszanek z dodatkiem kukurydzy (KK i DK) i pszenżyta (KP i DP) był następujący: sucha masa – 32,6 i 32,8%, popiół surowy – 4,8 i 4,9%, substancja organiczna – 27,8 i 27,9%, białko ogólne – 10,5 i 10,7%, tłuszcz surowy – 5,5 i 5,1%, włókno surowe – 3,0 i 4,0%, związki bezazotowe wyciągowe – 8,8 i 8,1%.

Badania wykonano w warunkach fermowych, w obiekcie hodowlanym na terenie północno-wschodniej Polski. Analizy chemiczne przeprowadzono w laboratorium Katedry Żywności i Paszoznawstwa UWM w Olsztynie, natomiast mikrobiologiczne w laboratorium Katedry Mikrobiologii Przemysłowej i Żywności. Eksperymenty przeprowadzono we wrześniu, na 10 klinicznie zdrowych samicach norek amerykańskich (*Neovison vison*) odmiany blackcross w wieku około 4 miesięcy. Zwierzęta wybrano losowo z pięciu miotów i podzielono na dwie liczebnie równe grupy, przydzielając do każdej po 1 osobniku pochodzącym z każdego miotu. Zwierzęta obu grup charakteryzowały się zbliżoną średnią masą ciała. Samice umieszczono pojedynczo w specjalnie przygotowanych klatkach strawnościowych, przystosowanych do ilościowego zbierania kału. Pięciodniowy okres badań ścisłych poprzedzono pięciodniowym okresem wstępnym, adaptacyjnym, podczas którego norki przyzwyczajano do odmiennych warunków. Zwierzęta karmiono raz dziennie o tej samej porze, podając każdorazowo po 250 g mieszanki paszowej. Miały zapewniony stały dostęp do wody pitnej. Niewyjady zbierano codziennie i ważono z dokładnością do 1 g. Próbkę paszy i kału przechowywano w temperaturze  $-24^{\circ}\text{C}$ , a następnie poduszono i zmielono. Podczas badań stosowano standardowe metody analityczne [1]. Na podstawie składu chemicznego mieszanek paszowych i kału obliczono współczynniki strawności składników pokarmowych oraz energii.

Badania mikrobiologiczne pasz i kału wykonano na próbkach pobranych w ostatnim dniu okresu właściwego doświadczeń strawnościowych. W celu oznaczenia liczby bakterii wykonano posiew po 0,1 g metodą powierzchniową na podłoża wybiórczo-różnicujące Chromocult<sup>®</sup> Coliform Agar (firmy Merck) w przypadku *E. coli* i pałeczek grupy *coli*, Slanetz'a i Bartley'a (firmy Merck) w przypadku *Enterococcus sp.* i MRS/Rogosa zakwaszonego do pH 5,4 (firmy Merck) w przypadku *Lactobacillus sp.* Inkubację prowadzono w warunkach tlenowych w temperaturze  $37^{\circ}\text{C}$  przez 24-48 go-

dzin w przypadku *E. coli* i *Enterococcus sp.*, a w warunkach beztlenowych w temperaturze 30°C przez 48-72 godziny w przypadku *Lactobacillus sp.*

Wartość pokarmową dawek określono jako sumę wartości energetycznej strawnego białka, strawnego tłuszczu i strawnych węglowodanów, wykorzystując równoważniki energetyczne podane przez Sławonia [17] i składniki strawne obliczone przy pomocy współczynników strawności uzyskanych w eksperymencie.

Zebrany materiał liczbowy opracowano statystycznie metodą analizy wariancji dla układów jednoczynnikowych ortogonalnych z użyciem programu Statistica PL [18], wartości współczynników strawności scharakteryzowano za pomocą średniej arytmetycznej oraz odchylenia standardowego ( $x \pm SD$ ). Wyniki badań mikrobiologicznych przedstawiono w postaci logarytmów.

## Wyniki i dyskusja

Na podstawie obserwacji przeprowadzonych podczas eksperymentu stwierdzono, że dodatek kiszonej śruty z ziaren kukurydzy i pszenżyta nie spowodował zaburzeń gastrycznych, a zwierzęta chętnie pobierały paszę doświadczalną.

W tabeli 1 przedstawiono analizę składu chemicznego kiszonego ziarna i parametrów fermentacji. Wyniki analizy chemicznej wskazują na prawidłowy przebieg fermentacji. Zawartość suchej masy w ziarnie na poziomie wynoszącym 60-65%, zagwaran-

**Tabela 1 – Table 1**  
Skład chemiczny kiszonego ziarna (%)  
Chemical composition of the grain silage (%)

Wyszczególnienie Specification	Kukurydza Maize	Pszenżyto Triticale
Sucha masa Dry matter	60,98	62,77
W suchej masie: In dry matter:		
substancja organiczna organic matter	98,48	98,23
białko ogólne crude protein	10,68	13,41
tłuszcz surowy crude fat	4,05	1,38
włókno surowe crude fibre	5,94	2,63
związki bezazotowe wyciągowe N-free extractives	77,81	80,81
kwas mlekowy lactic acid	4,73	3,82
kwas octowy acetic acid	1,38	0,94
kwas masłowy butyric acid	0,27	0,18
N-NH <sub>3</sub> /N ogólny N-NH <sub>3</sub> /N total	3,94	6,21
pH	3,38	4,02

towała odpowiedni przebieg fermentacji i zakwaszenie przechowywanego ziarna bez konieczności dodawania szczepów fermentacji mlekowej. Udział kwasu mlekowego w sumie kwasów w kukurydzy i pszenżycie wskazuje na optymalny kierunek fermentacji i intensywny rozwój bakterii homofermentacyjnych. Niska zawartość kwasu masłowego oraz udział azotu amonowego w azocie ogólnym świadczą o bardzo ograniczonych procesach proteolizy i dezaminacji prowadzonych przez *Clostridium sp.*, zarówno z grupy sacharolitycznej, jak i proteolitycznej [11].

W tabeli 2 zawarto obliczoną rzeczywistą wartość pokarmową i energetyczną badanych dawek pokarmowych. Do wyliczeń wykorzystano obliczone w badaniach (tab. 4) współczynniki strawności. Wyliczona wartość odżywcza wszystkich dawek była zgodna z zapotrzebowaniem zwierząt [2, 13].

**Tabela 2 – Table 2**  
Wartość pokarmowa dawek  
Nutritive value of diets

Wyszczególnienie Specification	Dawka pokarmowa/Grupa Diet/Group			
	KK	DK	KP	DP
Procent energii metabolicznej z: Percent energy from:				
białka – protein	34,98	34,96	34,01	33,19
tłuszczu – fat	41,74	41,66	40,60	40,08
węglowodanów – carbohydrates	23,30	23,38	25,39	26,73
Energia metaboliczna (KJ/kg) Metabolizable energy (KJ/kg)	4818,8	4958,2	4742,6	4814,0

W tabeli 3 przedstawiono liczebność komórek wybranych rodzajów drobnoustrojów najczęściej występujących w dawkach pokarmowych i kale zwierząt. Oznaczenie liczby *E. coli* i z grupy *coli*, *Enterococcus sp.* oraz bakterii kwasu mlekowego *Lactobacillus sp.* pozwoliło bezpośrednio na oszacowanie mikroflory przewodu pokarmowego, a pośrednio stanu zdrowotnego zwierząt. Dodatek kiszzonego ziarna kukurydzy do dawek pokarmowych wprowadził do nich pałeczki fermentacji mlekowej, przez co wpłynął na zwiększenie liczebności tych bakterii w kale (350-krotnie) w porównaniu z grupą kontrolną. Jednocześnie stwierdzono 5-krotne obniżenie liczebności bakterii z grupy *coli* w kale. Zmiany te mogą świadczyć o korzystniejszych proporcjach poszczególnych grup bakterii w przewodzie pokarmowym nerek żywionych dawką zawierającą kukurydzę kiszoną, w porównaniu z grupą kontrolną. Trudny do wyjaśnienia jest 10-krotny wzrost populacji *Enterococcus sp.* Należy zwrócić uwagę na fakt, że do *Enterococcus sp.* należą również paciorkowce fermentacji mlekowej, np. *Enterococcus lactis* i *Enterococcus faecium* [15]. Kiszzone ziarno pszenżyta miało także korzystny wpływ na stan mikrobiologiczny kału nerek. Liczebność *Lactobacillus sp.* zwiększyła

**Tabela 3 – Table 3**

Wybrane grupy drobnoustrojów w dawkach pokarmowych i kale  
The selected groups of microorganisms in diets and in faeces

Wyszczególnienie Specification	<i>Enterococcus sp.</i>	<i>E. coli</i> , grupa <i>coli</i> group <i>coli</i>	<i>Lactobacillus sp.</i>
Eksperyment I – Experiment I			
Dawka/Grupa Diet/Group			
KK	$1,7 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$	nb*
DK	$1,0 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$1,8 \times 10^7$
Kał/Grupa Faeces/Group			
KK	$3,0 \times 10^3$	$3,6 \times 10^4$	$1,7 \times 10^3$
DK	$3,2 \times 10^4$	$6,7 \times 10^3$	$6,1 \times 10^5$
Eksperyment II – Experiment II			
Dawka/Grupa Diet/Group			
KP	$2,6 \times 10^4$	$7,9 \times 10^3$	nb
DP	$2,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^2$	$1,6 \times 10^6$
Kał/Grupa Faeces/Group			
KP	$7,8 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$	$9,9 \times 10^2$
DP	$4,4 \times 10^3$	$2,5 \times 10^1$	$2,7 \times 10^4$

\*nb – brak w 1 g próbki – absent in 1 g of sample

się 27-krotnie, natomiast populacje *Enterococcus sp.* były stabilne. Zawartość bakterii z grupy *coli* zmniejszyła się ponad 10 razy.

Badania Śmielewskiej-Łoś i Klimentowskiego [19] oraz Kopczeńskiego i wsp. [6] wykazały, że istnieje duża współzależność między wysokim mianem bakterii w karmie a ryzykiem zachorowania zwierząt futerkowych mięsożernych. Za szczególnie groźne uważają oni bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, gdyż należy do niej wielu przedstawicieli bakterii chorobotwórczych, np. *E. coli* czy *Salmonella sp.* [7]. W badaniach Śmielewskiej-Łoś i Klimentowskiego [19] dowiedziono istnienia korelacji pomiędzy kulturami mikroorganizmów wyizolowanymi z karmy i narządów lisów, co wskazuje na związek pomiędzy stanem mikrobiologicznym karmy a stanem zdrowotnym zwierząt. W surowych komponentach pochodzenia zwierzęcego najczęściej występują: *Salmonella sp.*, *E. coli*, prątki gruźlicy i beztlenowce.

Wcześniejsze badania własne [3] wykazały, że dodatek mieszaniny bakterii probiotycznych *Lactobacillus acidophilus* i *Enterococcus faecium* do mieszanek paszowych dla lisów polarnych, powodował spadek ogólnej liczby bakterii w paszy i kale, a także liczby enterokoków, przy jednoczesnym obniżeniu poziomu bakterii *E. coli* w przewodzie pokarmowym zwierząt.

W tabeli 4 przedstawiono rezultaty badań strawnościowych. Uzyskane w eksperymencie I wyniki wskazują na wyższy statystycznie poziom strawności suchej masy, substancji organicznej, białka ogólnego, tłuszczu surowego, związków bezazotowych wyciągowych oraz energii u nerek, które żywione były dawkami z dodatkiem kiszzonej

kukurydzy. Odwrotną sytuację odnotowano jedynie w przypadku strawności włókna surowego. Jednak włókno, jako składnik odżywczy u zwierząt futerkowych, ma niewielkie znaczenie, a jego udział w dawkach pokarmowych wynosi zaledwie kilka procent. W eksperymencie II wykazano, że strawność składników pokarmowych nie różniła się statystycznie w grupach z wyjątkiem związków bezazotowych wyciągowych, które charakteryzował statystycznie wyższy współczynnik strawności w grupie DP. Wyliczone współczynniki strawności w obu dawkach wahały się w granicach uznanych za typowe dla nerek i były podobne jak w publikacjach własnych oraz innych autorów krajowych i zagranicznych. Strawność węglowodanów z kiszzonej kukurydzy i pszenżyta, w granicach 70-83%, była porównywalna z wynikami uzyskiwanymi podczas skarmiania zbóż uzdatnianych tradycyjnie [4, 9, 12, 16].

**Tabela 4 – Table 4**

Współczynniki strawności (%) składników pokarmowych i energii ( $x \pm SD$ )  
Digestibility coefficient (%) of nutrients and energy ( $x \pm SD$ )

Wyszczególnienie Specification	Eksperyment/Grupa – Experiment/Group			
	I		II	
	KK	DK	KP	DP
Sucha masa Dry matter	77,35** ± 1,56	81,62** ± 0,44	78,23 ± 3,28	79,97 ± 2,13
Substancja organiczna Organic matter	80,87** ± 1,34	84,90** ± 0,31	83,70 ± 2,78	84,77 ± 2,00
Białko ogólne Crude protein	85,33** ± 0,77	87,85** ± 0,82	80,23 ± 4,55	79,52 ± 3,21
Tłuszcz surowy Crude fat	94,02** ± 0,53	96,70** ± 0,55	97,14 ± 0,88	97,22 ± 0,68
Włókno surowe Crude fibre	31,50** ± 3,32	17,28** ± 6,86	21,28 ± 6,15	18,54 ± 7,14
Związki bezazotowe wyciągowe N-free extractives	63,53** ± 3,76	70,59** ± 1,28	75,90* ± 3,50	83,32* ± 1,92
Energia brutto Gross energy	84,76** ± 1,36	88,11** ± 0,38	87,13 ± 2,06	88,04 ± 1,49

\*\* $P \leq 0,01$ ; \* $P \leq 0,05$

Wzrost strawności związków bezazotowych wyciągowych w wyniku zakiszania ziarna kukurydzy można wytłumaczyć zwiększeniem rozpuszczalności skrobi kukurydzianej w wodzie w wyniku fermentacji i tym samym podatności na działanie amylaz jelitowych. Podobne zależności odnotowano w badaniach przeprowadzonych na rosnących świniami [21], bydle mlecznym [14]. Skrobia kukurydziana stanowi ponad 90% frakcji związków bezazotowych wyciągowych i zawiera wyższy w porównaniu do innych zbóż udział amylozy, która nadaje jej właściwości hydrofobowe i oporność na

działanie enzymów amylolitycznych. Natomiast skrobia pszenżyta charakteryzuje się wysokim stopniem rozpuszczalności z powodu znacznego udziału hydrofilnej amylopektyny [20]. Trudne do wyjaśnienia są różnice w strawności białka dawek w obu eksperymentach, biorąc pod uwagę, że białko ziarna kukurydzy czy pszenżyta stanowiło jego niewielką część. Wcześniejsze badania wykazywały strawność białka dawek z udziałem pszenżyta na poziomie 81-82% [4].

W badaniach Skredego i wsp. [16] wykazano, że fermentowanie (kiszzenie) jęczmienia i pszenicy nie powoduje zmiany strawności białka i tłuszczu w dawkach pokarmowych, w porównaniu z zawierającymi śrutę parowane. Strawność węglowodanów pszenicy fermentowanej uległa niewielkiemu obniżeniu, a jęczmienia pozostała na zbliżonym poziomie w porównaniu ze zbożami poddanymi gotowaniu. Interesujące były także rezultaty łącznego stosowania kiszenia i parowania. W tym przypadku strawność węglowodanów wzrastała nawet o 10%.

Również Lorek i wsp. [10] w swoich badaniach wykazali, że dodatek bakterii probiotycznych *Lactobacillus acidophilus* i *Enterococcus faecium* do mieszanek paszowych wykorzystywanych w żywieniu lisów polarnych, powoduje statystycznie istotny wzrost strawności związków bezazotowych wyciągowych. Także w badaniach Gugółka i wsp. [3] dowiedziono, że dodatek kultur bakterii probiotycznych pozytywnie wpływa na stan zdrowotny i produktywność lisów. Korzystne zmiany w mikroflorze, obniżony poziom *E. coli*, wpływają na korzystniejszy obraz morfologiczny przewodu pokarmowego, a w konsekwencji lepsze wchłanianie składników pokarmowych.

Na podstawie uzyskanych wyników należy uznać kiszone ziarna zbóż za cenną paszę węglowodanową, mogącą mieć zastosowanie w żywieniu nerek. Szczególną przydatność w krajowych warunkach produkcyjnych, ze względu na aspekt probiotyczny, jak i ekonomiczny, wykazało ziarno kukurydzy.

## PIŚMIENNICTWO

1. AOAC, 1990 – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15th Edition, Arlington, Va. USA.
2. BARABASZ B., BIELAŃSKI P., NIEDŹWIADEK S., SŁAWOŃ J., 1994 – Normy żywienia mięsożernych i roślinożernych zwierząt futerkowych. Wartość pokarmowa pasz. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna.
3. GUGÓLEK A., LOREK M.O., ROTKIEWICZ T., ROTKIEWICZ Z., 2004 – Effect of probiotic bacteria on the performance of arctic foxes, pathomorphology and microflora of their alimentary tracts. *Czech Journal of Animal Science* 49 (6), 265-270.
4. GUGÓLEK A., LOREK M.O., JANISZEWSKI P., 2006 – Badania nad możliwością wykorzystania śruty z pszenicy w żywieniu nerek. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 2 (2), 73-79.
5. JORGENSEN M., 1991 – Probiotica til mink. *Dansk Veterinary* 76 (6), 218-221.
6. KOPCZEWSKI A., SABA L., BIS-WENCEL H., SŁAWOŃ J., ZOŃ A., STRZAŁKOWSKI L., ZDUNKIEWICZ T., 2000 – Wyniki badań mikrobiologicznych i parazytologicznych karmy lisów. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, Sec. DD, LV/B, 315.
7. KOSTRO K., KRAKOWSKI L., NOZDRYN-PŁOTNICKI Z., LUFT-DEPTUŁA D., 2004 – Salmonelloza u dorosłych lisów polarnych w okresie przygotowawczym do rozrodu. *Medycyna Weterynaryjna* 60 (10), 1049-1052.



8. KUNG L. JR., MYERS C.L., NEYLON J.M., TAYLOR C.C., LAZARTIC J., MILLS J.A., WHITER A.G., 2004 – The effects of buffered propionic acid-based additives alone or combined with microbial inoculation on the fermentation on high moisture corn and whole-crop barley. *Journal of Dairy Science* 87, 1310-1316.
9. LJOKJEL K., SORENSEN M., STOREBAKKEN T., SKREDE A., 2004 – Digestibility of protein, amino acids and starch in mink (*Mustela vison*) fed diets processed by different extrusion conditions. *Canadian Journal of Animal Science* 84 (4), 673-680.
10. LOREK M.O., GUGOLEK A., HARTMAN A., 2001 – Nutrient digestibility and nitrogen retention in arctic foxes fed a diet containing cultures of probiotic bacteria. *Czech Journal of Animal Science* 46 (11), 485-488.
11. MCDONALD P., HENDERSON A.R., HERON S.J.E., 1991 – The Biochemistry of Silage. Chalcombe Marlow Bucks. UK.
12. MERTIN D., SUVEGOVA K., FLAK P., CHRENKOVA M., 2003 – Stravicielnost zivin v krmnych davkach pre norky s roznym podielom kukuricneho srotu. *Acta Fytotechnika et Zootechnica* 6 (3), 81-84.
13. NRC, 1982 – Nutrient requirements of mink and foxes. National Research Council. Acaademy Press, Washington, DC.
14. REYNOLDS C.K., CAMMELL S.B., HUMPHRIES D.J., BEEVER D.E., SUTTON J.D., NEWBOLD J.R., 2001 – Effects of postrumen starch infusion on milk production and energy metabolism in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84, 2250-2259.
15. SHLEGEL H.G., 1996 – Mikrobiologia ogólna. PWN, Warszawa.
16. SKREDE G., SAHLSTROM A., SKREDE A., HOLCK A., SLINDE E., 2001 – Effect of lactic acid fermentation of wheat and barley whole meal flour on carbohydrate composition and digestibility in mink. *Animal Feed Science and Technology* 90 (3-4), 199-212.
17. SŁAWOŃ J., 1987 – Żywnienie lisów i norek. PWRiL, Warszawa.
18. STATISTICA (data analysis software system), 2007 – version 8.0., StatSoft, Inc., www.statsoft.com.
19. ŚMIELEWSKA-ŁOŚ E., KLIMENTOWSKI S., 1996 – Śmiertelność osesków lisów hodowlanych w świetle badań bakteriologicznych. *Medycyna Weterynaryjna* 52 (6), 397-399.
20. TESTER R., KARKALAS J., QI X., 2004 – Starch – composition, fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science* 39, 151-165.
21. WISEMAN J., 2006 – Variations in starch digestibility in non-ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 130, 66-77.

Andrzej Gugolek, Cezary Purwin, Łucja Łaniewska-Trokenheim,  
Paweł Janiszewski, Małgorzata Konstantynowicz

## The microbial status, nutrient and energy digestibility of diets for farmed minks, supplemented with triticale and maize grain silage

### S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of triticale and maize grain silage on nutrient and energy digestibility and the microbial status of diets and faeces in mink. Two digestibility trials were conducted. In the first trial the experimental factor included diet supplementation with maize grain silage and triticale grain silage in experimental groups DK and DP, respectively.

In corresponding control groups, KK and KP, the source of carbohydrates was steamed ground triticale and maize meal. The same batches of triticale and maize were used for both treatments. The trials were performed on 10 clinically healthy female American mink, divided into two equal groups. The animals were placed in individual metabolism cages equipped for quantitative collection of faeces. A five-day experimental period proper was preceded by a five-day adjustment period. A microbiological analysis of feed and faeces was performed on samples collected on the last day of the specific experimental period. The total counts of *E. coli*, *Enterococcus sp.* and *Lactobacillus sp.* were determined. The addition of maize grain silage to feed contributed to an increase in the counts of lactic acid bacteria in diets and mink faeces. These changes could be indicative of more beneficial proportions between bacterial groups in the gastrointestinal tract of mink fed diets supplemented with cereal grain silage, as compared with control groups. Diet supplementation with maize grain silage significantly affected nutrient digestibility, except for crude fiber. A similar trend was observed for triticale grain silage, but the noted differences were statistically insignificant, although there was a considerable improvement in the digestibility of N-free extractives. Cereal grain silage may be considered a valuable carbohydrate source in mink nutrition. Under local production conditions, maize grain silage appears to be particularly beneficial, due to both probiotic and economic aspects.