

Wpływ substancji pro-, pre- i synbiotycznych na zdrowie, pomiary morfometryczne przewodu pokarmowego oraz wyniki badań mikrobiologicznych treści jelita nerek

Małgorzata Piórkowska[#]

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Hodowli Drobego Inwentarza,
ul. Sarego 2, 31-047 Kraków

Celem przeprowadzonych badań była analiza wpływu wybranych dodatków paszowych: substancji pro-, pre- i synbiotycznych na zdrowie, pomiary morfometryczne przewodu pokarmowego oraz identyfikację mikrobiologiczną treści przewodu pokarmowego nerek. Obserwacje prowadzono na norkach odmiany pastel, które żywione były w grupie I – karmą powszechnie stosowaną na fermie bez żadnych dodatków, w grupie II karmą z dodatkiem probiotyku, w III – prebiotyku, a IV – synbiotyku. Stwierdzono wpływ zastosowanych dodatków paszowych na wzrost i przyrosty masy ciała nerek. Po osiągnięciu zimowej dojrzałości okrywy włosowej masa ciała samic wahała się od 1,45 do 2,54 kg, a samców od 2,70 do 4,20 kg. Za okres odchowu (odsadzenie-ubój) zwierzęta w grupie III przyrosły najwięcej – samice średnio 760 g, a samce 1970 g. Analiza parametrów morfometrycznych przewodu pokarmowego wykazała wysoko istotne różnice pomiędzy średnimi dla grup, z wyjątkiem masy płuc i śledziony oraz długości żołądka. Średnia koncentracja ogólnej liczby bakterii w treści jelit w grupie II i III była podobna ($8,5-9,4 \times 10^4$ jtk/g), wyższa w grupie IV i najwyższa w grupie kontrolnej – na poziomie $5,9 \times 10^6$ jtk/g. Wśród zidentyfikowanych bakterii we wszystkich grupach dominowały *Corynebacterium*. U nerek otrzymujących paszę z dodatkiem prebiotyku w treści jelit odnotowano najniższy poziom ogólnej liczby grzybów. Przeważały grzyby z rodzaju *Candida*, z dominującym – *Candida glabrata*. Udział grzybów tego rodzaju w poszczególnych grupach był zróżnicowany i wahał się od 84,5 do 89,5%. Pozostałe zidentyfikowane grzyby w treści pokarmowej to: *Rhizopus* sp. i *Aspergillus* sp.

SŁOWA KLUCZOWE: żywienie, dodatki paszowe, badania morfometryczne i mikrobiologiczne

WSTĘP

Żywienie zwierząt, właściwe dla danego gatunku, odgrywa ogromną rolę w utrzymaniu zdrowia, a także w procesie leczenia schorzeń układu pokarmowego. Ma to szczególne znaczenie w krajach członkowskich Unii Europejskiej, gdzie w roku 2000 wprowadzono zakaz stosowania antybiotyków

[#]Autor korespondencyjny e-mail: m.piorowska@izoo.krakow.pl

Wpłynęło do Redakcji: 04.10.2019

Przyjęto do druku: 24.06.2020

paszowych (Casewell i in., 2003). Spowodowało to wzrost zainteresowania naturalnymi dodatkami paszowymi, których działanie korzystnie wpływa na zdrowie i produktywność zwierząt. Zdrowie zwierzęcia zależy przede wszystkim od sprawnego układu odpornościowego, który jest w stanie przeciwstawić się negatywnym czynnikom pochodzącym ze środowiska zewnętrznego. Stosując odpowiednie dodatki paszowe – substancje pro-, pre- i synbiotyczne – możemy wpływać na wzrost potencjału obronnego organizmu, co przekłada się na zwiększenie zdrowotności. Według Kolanowskiego (1999) zadaniem nowoczesnej karmy jest, oprócz zapewnienia prawidłowego rozwoju, zwiększenie wydajności organizmu, spowolnienie procesów degeneracyjnych oraz powstrzymanie wystąpienia niektórych chorób przewlekłych i infekcyjnych. Ma to szczególne znaczenie u mięsożernych zwierząt futerkowych, w żywieniu których Unia Europejska dopuszcza stosowanie ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego (UPPZ). Zgodnie z zaleceniami żywieniowymi dla zwierząt futerkowych, jak podaje Gugołek i in. (2011), w podawanej karmie niedopuszczalna jest obecność bakterii chorobotwórczych i toksyn, a ogólna liczba bakterii nie może przekraczać 6 mln/g paszy. Według Glińskiego i Kostro (2002) konsekwencją nieodpowiedniego żywienia są zatrucia i schorzenia związane z przemianą materii, które u nerek stanowią jedną z głównych przyczyn strat w hodowli (około 70%).

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych na innych gatunkach zwierząt: drobiu – Award i in. (2009), zwierzętach hodowlanych – Augustyniak i Nawrotek (2014), mięsożernych zwierzętach futerkowych – Gugołek (2002; 2014) oraz Winiarska i Gąsiorek (2016), zwierzętach mono- i poligastrycznych – Mizak i in. (2012), zwierzętach towarzyszących: kot i pies – Wincewicz (2011) można zaobserwować, że zastosowanie w dawkach pokarmowych dodatków paszowych nowej generacji pozytywnie wpłynęło na funkcjonowanie wybranych odcinków układu pokarmowego. Według O'Hara i Shanahan (2006) w układzie immunologicznym całego organizmu decydujące znaczenie mają jelita, bowiem w ich błonie śluzowej znajduje się aż 80% wszystkich komórek immunokompetentnych. Z badań Brzozowskiego (2016) wiadomo, że nowonarodzony osobnik charakteryzuje się jałowym przewodem pokarmowym, a do jego zasiedlenia różnorodnymi szczepami bakterii dochodzi w momencie pobrania mleka matki. Wśród bakterii zasiedlających przewód pokarmowy zwierząt hodowlanych wyróżnia się drobnoustroje prozdrowotne (*Bifidobacterium spp.*, *Lactobacillus spp.*), drobnoustroje potencjalnie szkodliwe (*Escherichia coli*) i drobnoustroje bezwzględnie chorobotwórcze (bakterie z rodzaju *Clostridium* i *Staphylococcus*). Niekorzystnie na mikroflorę jelitową zwierzęcia wpływa zanieczyszczenie środowiska i pasz mikotoksynami, czynniki stresogenne, nieodpowiednia dieta czy stosowane leki. Zaburzenie homeostazy jelit może doprowadzić do nieprawidłowych reakcji immunologicznych osłabiających wydajność organizmu, czego efektem są problemy z trawieniem i przyswajaniem substancji pokarmowych. Gwarancją dobrego stanu zdrowia, według Gugołka i in. (2011), jest właściwie dobrana dieta, zbilansowana dawka pokarmowa będąca w stanie skorygować niedobory żywieniowe oraz zaspokoić wysokie wymagania paszowe zwierząt w różnych stanach fizjologicznych i okresach hodowlanych.

Korzystny wpływ dodatków paszowych nowej generacji na funkcjonowanie układu odpornościowego objawia się m.in. zwiększeniem ilości bakterii zakwaszających środowisko jelit (głównie kwasu mlekowego). Praktyczne zastosowanie pro-, pre- i synbiotyków jako dodatków paszowych, oprócz zwiększenia stopnia przyswajania składników pokarmowych zawartych

w paszach, polega na regulacji mikroflory jelitowej, eliminacji patogennych szczepów bakterii i grzybów zasiedlających przewód pokarmowy.

Celem przeprowadzonych badań była analiza wpływu wybranych dodatków paszowych: substancji pro-, pre- i synbiotycznych na zdrowie, pomiary morfometryczne przewodu pokarmowego oraz identyfikację mikrobiologiczną treści przewodu pokarmowego nerek żywionych karmą z udziałem ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego.

MATERIAL I METODY

Badania przeprowadzono na fermie mięsożernych zwierząt futerkowych, zlokalizowanej w Polsce południowo-wschodniej. Obserwacje prowadzono na 423 norkach odmiany pastel uzyskanych od 96 samic.

Doświadczenie zrealizowano w układzie grupowym. Czynnikiem doświadczalnym była karma z dodatkiem substancji pro-, pre- i synbiotycznych, oddziałujących na rozwój flory bakteryjnej. Zgodnie z zaleceniem producenta ilość dodatku paszowego wynosiła 0,2 g/szt./dziennie. Eksperyment miał następujący układ:

Grupa I – kontrolna, karma powszechnie stosowana na fermie, bez żadnych dodatków,

Grupa II – doświadczalna, karma powszechnie stosowana z dodatkiem probiotyku,

Grupa III – doświadczalna, karma powszechnie stosowana z dodatkiem prebiotyku,

Grupa IV – doświadczalna, karma powszechnie stosowana z dodatkiem synbiotyków.

Wszystkie zwierzęta żywiono zgodnie z normami dla tego gatunku, a udział poszczególnych pasz wynosił:

- pasze pochodzenia zwierzęcego – 80% (w tym: 10% odpady rybne, 20% korpusy z indyka, 50% poubojowe odpady drobiowe),
- pasze pochodzenia roślinnego – 10% (w tym: 2% olej sojowy, 8% ekstrudowanej pszenicy),
- dodatki witaminowe – 1,5%
- hemoglobina – 1,5%
- woda 7%

W okresie sezonu rozrodczego samice kryto systemem 1-8-9. Młode norki po odsadzeniu od matek w wieku ok. 7 tygodni utrzymywano parami w jednakowych klatkach (o wymiarach 0,9 x 0,35 x 0,4 m), w systemie pawilonowym.

W trakcie realizowanych badań comiesięcznie kontrolowano masę ciała zwierząt i wyliczano ich przyrosty wagowe. Na początku grudnia przeprowadzono kontrolne uboje samców (20 szt.) zgodnie z obowiązującą procedurą dla tego gatunku. Uboje odbywały się zawsze o tej samej porze, w dwie godziny po porannym karmieniu.

Po oskórowaniu zmierzono długość tuszki od łuski kości potylicznej do nasady ogona. Po otwarciu jamy ciała wypreparowano narządy wewnętrzne. Wyjęte z jamy brzusznej jelita oddzielono od żołądka i usunięto krezkę. Wyodrębnione organy tj. wątroba, serce, płuca, śledziona, nerki, żołądek i przewód pokarmowy zważono. Morfometryczne pomiary długości poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego wykonano przy użyciu taśmy pomiarowej, po rozłożeniu ich na wilgotnym, nieprzepuszczalnym podłożu. Długość przełyku mierzono od krtani do żołądka, jelita cienkiego od dwunastnicy (od miejsca, w którym jest ona połączona z odźwiernikiem żołądka) do zastawki krętniczno-kątniczej. Długość jelita grubego – okrężnicę wraz z jelitem prostym – zmierzono od ujścia krętniczego do odbytu. Na podstawie uzyskanych pomiarów określono

całkowitą długość jelit i przewodu pokarmowego oraz dla celów porównawczych obliczono stosunek długości jelit i długości przewodu pokarmowego do długości tuszki. Przy pomocy pehametru (Matthaus ph-CPU) określono pH treści żołądka i jelit.

Do dalszych badań mikrobiologicznych pobrano materiał biologiczny (treść jelit), który schłodzony i w jałowych pojemnikach dostarczono do laboratorium. Następnie pobierano naważki treści (20 g) z poszczególnych grup żywieniowych i umieszczano w sterylnych butelkach zawierających 180 ml płynu do rozcieńczeń Ringera. Tak uzyskane próbki homogenizowano przez 5 min, później materiał pozostawiono w celu sedimentacji przez kolejne 15 minut. Z otrzymanej zawiesiny sporządzono szereg rozcieńczeń dziesiętnych w jałowym płynie Ringera. Każde z przygotowanych rozcieńczeń wysiewano powierzchniowo w ilości 0,1 ml na przygotowane uprzednio podłoża mikrobiologiczne. Każdą próbkę wykonano w powtórzeniu, tak aby uzyskać wiarygodność wyników i wykluczyć błędy losowe.

W pobranej treści pokarmowej oznaczono: ogólną liczbę bakterii tlenowych mezofilnych – na podłożu agar odżywczy, przez 48 godzin w temp. 37°C, ogólną liczbę grzybów i pleśni – na podłożu Sabouard'a, przez 5-7 dni w temp. 25°C, liczbę bakterii grupy coli – na podłożu Endo less, przez 18-24 godziny w temperaturze 37°C, liczebność bakterii *E.coli* – na podłożu mFC, przez 24 godziny w temp. 37°C, ogólną liczbę bakterii beztlenowych (*Clostridium sp.*) na podłożu TSC BASE firmy Biomerieux, z wykorzystaniem pochłaniaczy tlenu (aerobagi) i pasków wskaźnikowych zużycia tlenu. Materiał inkubowano przez 24 godziny w warunkach beztlenowych (Anaerostat). Oznaczano obecność bakterii rodzaju salmonella lub ich brak wysiewając materiał na podłoże SS. W celu identyfikacji bakterii i grzybów drożdżopodobnych, wyrosłe kolonie oceniano makroskopowo, a następnie przesiano redukcynjnie na podłoże Sabourauda bądź Agar wzbogacony. Kolonie oceniano makro- i mikroskopowo oraz wykonano barwienie Grama. Końcowej identyfikacji dokonano w oparciu o dostępne testy API (bioMérieux Polska). Grzyby strzępkowe analizowano makro i mikroskopowo wykorzystując mikrohodowle oraz przy użyciu klucza do oznaczania grzybów Tsuneo Watanabe (2010). Wszystkie badania wykonano zgodnie z normami PN-EN ISO 7218 oraz PN ISO 4832.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie w układzie jednoczynnikowym przy użyciu analizy wariancji (ANOVA). Istotność różnic między średnimi oszacowano stosując wielokrotny test rozstępu Duncana. Obliczenia wykonano przy użyciu pakietu statystycznego Statistica 13.1. z wykorzystaniem modelu liniowego:

$$y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij},$$

gdzie:

y_{ij} – obserwowana wartość badanej cechy,

μ – średnia wartość cechy w populacji,

a_i – efekt grupy doświadczalnej,

e_{ij} – błąd losowy.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zaspokojenie potrzeb żywieniowych zwierząt jest najważniejszym czynnikiem środowiskowym, poprzez który można wpływać na kondycję, wyniki produkcyjne, parametry rozrodu, a w przypadku nerek na wielkość i jakość ich skór. Obecnie uważa się, że aby osiągnąć sukces hodowlany nie wystarczy dostarczać zwierzętom energię i składniki odżywcze (białko, węglowodany, tłuszcze,

witaminy, związki mineralne) w odpowiednio zbilansowanej dawce, spełniającej najwyższe normy jakościowe i gatunkowe. Nagminne stosowanie antybiotyków, ich niepożądane działanie i skutki uboczne wywołały wzrost zainteresowania wykorzystaniem w żywieniu zwierząt i ludzi dodatków paszowych nowej generacji. W świetle aktualnych badań substancjom tym (pro-, pre- i synbiotykom) przypisuje się właściwości zdrowotno-lecznicze, co przedstawili w swoich opracowaniach: Bengmark (2001), Collins i Gibson (1999), Gugolek (2014), Kapka-Skrzypczak i in. (2012), Kolanowski (1999), Nowak i in. (2010), Ochmański i Barabasz (1999). Według Wincewicza (2011) uzupełnienie dawek pokarmowych we właściwe gatunki bakterii o potwierdzonej specyfice pozwala na utrzymanie homeostazy przewodu pokarmowego zwierzęcia i zwiększenie tolerancji na niekorzystne bodźce, wpływa także na przebieg procesu trawienia i przyswajania składników paszowych.

Probiotyki w sposób naturalny uniemożliwiają i powstrzymują nadmierny rozwój patogennych mikroorganizmów, przyczyniając się do stabilizacji populacji mikroorganizmów jelitowych oraz aktywności enzymatycznej w przewodzie pokarmowym. Według Greli i Semeniuka (1999) zapewniają tym samym optymalne trawienie i lepsze wykorzystanie paszy przez zwierzęta.

Gibson i Roberfroid (1995) wykazali, że prebiotyki mają korzystny wpływ na organizm gospodarza poprzez stymulację rozwoju prawidłowej flory bakteryjnej zasiedlającej przewód pokarmowy, a szczególnie jelito grube. Nie wykazują one działań leczniczych, lecz spełniają funkcję profilaktyczną, pozytywnie oddziałując na organizm norek. W swoich badaniach Gugolek (2014), Jorgensen (1988) oraz Winiarska i Gąsiorek (2016) odnotowali wpływ prebiotyków na modyfikację mikroflory jelitowej, obniżenie poziomu pH treści jelit, wzrost absorpcji związków mineralnych, metabolizm lipidów i węglowodanów, zwiększenie odporności na infekcje bakteryjne, a także zapobieganie infekcjom, biegunkom i zaparciom. Z kolei synbiotyki, które stanowią połączenie prebiotyku i probiotyku, wykazują działanie synergiczne, zwiększając ich pojedyncze korzystne efekty. Stosowanie prebiotyku wraz z probiotykiem jest alternatywną drogą profilaktyki, która z jednej strony utrudnia patogenom namnażanie się, a z drugiej stymuluje organizm gospodarza, zwiększając jego odporność na infekcje bakteryjne. Zwykle zastosowanie synbiotyku wpływa także na zwiększenie tempa wzrostu oraz lepsze wykorzystanie paszy.

Kojarzenia zwierząt przeprowadzono w okresie od 1 do 20 marca, a po trwającej średnio 45 dni ciąży, na przełomie kwietnia i maja, odbyły się wykoty. W analizowanym stadzie norek skuteczność pokryć wynosiła 89,4% (tab. 1). Odsetek samic rodzących kształtował się na poziomie 87,5%, a niepokrytych i padłych wynosił łącznie około 3%. Odnotowano stosunkowo wysoki procent samic jałowych – 9,4%. Spośród samic wykończonych 6 zniszczyło swoje mioty. Uzyskano łącznie 509 norcząt, w tym 476 sztuk żywo urodzonych, co daje średnio od jednej samicy wykończonej 5,7 szczeniąt żywo urodzonych w miocie. Średnia liczba odchowanych młodych na samice stada wynosiła 4,4 sztuki. Największe mioty liczyły po 10-12 norcząt. Śmiertelność szczeniąt w okresie odchowu przy matkach wynosiła około 10,4%, natomiast procent odchowu młodych kształtował się na poziomie 83,1%.

W żywieniu norek dopuszcza się stosowanie ubocznych produktów pochodzenia zwierzęcego (UPPZ), które potencjalnie mogą być także źródłem drobnoustrojów chorobotwórczych. Na zakażenia takie szczególnie wrażliwe są samice ciężarne oraz zwierzęta młode. Śmiełewska-Łoś i in. (2001) podali, że mieszanka pokarmowa i jej komponenty mogą być źródłem: bakterii (*Salmonella*, *E. coli*), wirusów (choroba Aujeszkiego), pasożytów (toksoplazmoza) i toksyn

(botulizm). Objawami różnego rodzaju bakterioz u samic może być: jałowość spowodowana stanami zapalnymi narządów rozrodczych, zamieranie zarodków, ronienia, rodzenie martwych szczeniąt oraz ich upadki w pierwszych dniach życia. Badając przyczyny niepowodzeń w rozrodzie lisów i nerek Kopczeński i in. (2005, 2006) stwierdzili, że większość wczesnych upadków spowodowana jest infekcjami bakteryjnymi bądź zaburzeniami behawioralnymi samic. W niniejszych badaniach, w okresie rozrodu procent samic jałowych był wysoki i dwukrotnie wyższy w stosunku do średniej krajowej nerek pastel (4,6% samic w latach 2016-18) w stadach objętych oceną wartości użytkowej i hodowlanej, natomiast upadki były niższe o 0,6%. W analizowanym okresie stwierdzono także niższy o 6,3% odchów nerek w stosunku do stad samic będących pod oceną KCHZ (2017, 2018, 2019).

Tabela 1

Wyniki użytkowości rozplodowej nerek

Samice do krycia	Samice					Liczba młodych				Upadki za okres odchowu przy matce	Procent odchowu / odchowane do urodzonych	
	niepokryte	jałowe	padle	wykocone	niszczące mioty	urodzonych ogółem	urodzonych żywo	urodzonych martwo	Odchowanych			
szk.	96	2	9	1	84	6	509	476	33	423	53	
%	100	2,1	9,4	1,0	87,5	7,1	5,3*	5,0*	0,3*	4,4*	10,4 [#]	83,1
							6,0**	5,7*	0,4**	5,0**		

*Liczone dla samic przeznaczonych do krycia, **Liczone dla samic wykoconych

[#]Liczone w stosunku do liczby młodych urodzonych ogółem

Młode norki po odsadzeniu od matek podzielono na cztery grupy w zależności od zastosowanego w karmy dodatku paszowego. Masa ciała norcząt przy odsadzeniu była wyrównana w grupach dla płci (tab. 2). W kolejnych miesiącach życia potwierdzone zostały różnice pomiarów masy ciała pomiędzy grupami dla samic i samców (VIII i IX $P \leq 0,01$; X i XI $P \leq 0,01$ oraz $P \leq 0,05$). Po osiągnięciu zimowej dojrzałości okrywy włosowej masa ciała samic wahała się od 1,45 do 2,54 kg, a samców od 2,70 do 4,24 kg.

Znając masę ciała zwierząt wyliczono średnie miesięczne przyrosty nerek. Stwierdzono ich wyższe wartości w grupach doświadczalnych w sierpniu i wrześniu, a w październiku w grupie kontrolnej (tab.2). Samice w grupie I charakteryzował równomierny przyrost masy ciała – średnio 0,20 kg na miesiąc, z wyjątkiem listopada. W pozostałych grupach (II-IV) u samic obserwowano większe wahania przyrostów – średnio od 0,05 do 0,41 kg. W grupie kontrolnej u samców przyrost masy ciała wzrastał wraz z wiekiem (do października), natomiast w grupach doświadczalnych przyrost ten był najniższy w październiku i listopadzie. Za cały okres odchowu norki w grupie III żywione karmą z dodatkiem prebiotyków przyrosły najwięcej – samice średnio 760 g, samce 1970 g.

Tabela 2
Masa ciała (mc) i przyrost masy ciała (pmc) nerek w poszczególnych miesiącach życia - odchowu (kg)

Miesiąc	Grupa I		Grupa II		Grupa III		Grupa IV		SEM*	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂		
Lipiec	mc	1,01	1,73	1,05	1,64	1,1	1,65	1,07	1,69	0,031
	mc	1,21 ^A	2,07 ^C	1,38 ^B	2,24 ^D	1,51 ^B	2,45	1,34 ^B	2,39 ^E	0,052
	pmc	0,2	0,34	0,33	0,6	0,41	0,8	0,27	0,7	
Wrzesień	mc	1,40 ^A	2,54 ^C	1,65 ^B	2,91 ^D	1,73 ^B	3,22 ^E	1,66 ^B	3,11 ^E	0,074
	pmc	0,39	0,81	0,6	1,27	0,63	1,57	0,59	1,42	
	Październik	mc	1,60 ^a	3,18 ^C	1,73	3,14 ^{Cc}	1,80 ^b	3,46 ^D	1,73	3,33 ^d
pmc		0,59	1,45	0,68	1,5	0,7	1,81	0,66	1,64	
Listopad		mc	1,55 ^A	3,19 ^C	1,78 ^B	3,34 ^{Ccc}	1,86 ^B	3,62 ^D	1,82 ^B	3,54 ^{DEd}
	min-max	1,45-1,76	2,88-3,64	1,58-2,00	2,70-4,12	1,62-2,20	3,20-4,24	1,60-2,54	3,00-4,10	0,098
	pmc	0,54	1,46	0,73	1,7	0,76	1,97	0,75	1,85	

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie, oddzielnie dla samic i samców: a – przy $P \leq 0,05$; A – przy $P \leq 0,01$.

*SEM – błąd standardowy średniej liczony wg wzoru $SEM = s : \sqrt{n}$

gdzie:

s – błąd standardowy

n – liczba obserwacji

Osiągnięta, w okresie zimowej dojrzałości okrywy włosowej, średnia masa ciała nerek była wysoka i odpowiadała wielkości bardzo dużej (Wzorzec oceny pokroju, 2009), z wyjątkiem około 9,1% samic grupy I (kontrolnej), które zaklasyfikowano do wielkości dużej. Według wyżej wymienionego wzorca norki odmiany pastel określa się za bardzo duże przy osiągnięciu przez samce masy ciała powyżej 2700 g, a w przypadku samic powyżej 1500 g.

Masa ciała samców przy uboju wahała się od 2,0 do 3,4 kg, uzyskując wartość średnią na poziomie 2,70-2,90 kg (tab. 3). Średnia masa tuszki we wszystkich grupach kształtowała się na podobnym poziomie, natomiast masa skóry była wyrównana w grupach doświadczalnych i niższa w grupie kontrolnej o około 20,0-25,6%. Różnice w masie poszczególnych organów w grupach były stosunkowo niewielkie i dochodziły do 5,5 g w przypadku serca, płuc i śledziony oraz 10,0 g w przypadku nerek i żołądka. Większe rozbieżności pomiarów stwierdzono dla przewodu pokarmowego – ok. 16,0 g i wątroby – ok. 31,0 g. Różnice pomiarów masy poszczególnych organów pomiędzy grupami zostały potwierdzone statystycznie ($P \leq 0,01$ i $P \leq 0,05$) z wyjątkiem płuc i śledziony.

Pomiary morfometryczne poszczególnych narządów i odcinków przewodu pokarmowego przeprowadzone przez Kowalską i in. (2014, 2015) oraz Kulawika i in. (2013) wykazują znaczne różnice w przypadku zwierząt hodowlanych i dzikich. Ma to związek w znacznym stopniu z rodzajem spożywanego pokarmu, rytmem i ilością jego pobierania, sezonowymi zmianami ilości bakterii jelitowych czy pasożytów. Stwierdzone w niniejszych badaniach wysoko istotne i istotne różnice pomiędzy grupami dotyczyły wszystkich mierzalnych cech przewodu pokarmowego z wyjątkiem żołądka, a w przypadku organów – płuc i śledziony.

Jednym z ważniejszych narządów układu pokarmowego jest wątroba, licząca w zależności od gatunku, od 1 do 5% masy ciała zwierzęcia. U nerek fermowych stanowi zazwyczaj od 2,2 do 3,0%, co odpowiada u samców masie wątroby wynoszącej około 50 g, a w przypadku samic około 30 g – Gugolek i Gugolek (2019). W przeprowadzonych badaniach, w zależności od zastosowanego żywienia, stwierdzono wyższą masę wątroby w grupach, która stanowiła od 3,5 do 4,3% masy ciała norki. Największą wątrobą charakteryzowały się osobniki w grupie III – średnio ok. 126 g.

Długość poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego była zróżnicowana w zależności od zastosowanego żywienia. Największe różnice odnotowano w przypadku długości jelita grubego i cienkiego oraz długości całkowitej przewodu (tab. 4). Średnia rozpiętość pomiarów wynosiła odpowiednio w pierwszym przypadku 5,4 cm, co stanowiło 46,2%, w drugim 71,0 cm tj. 26,9%, a w ostatnim 65,8 cm tj. 21,5%. Różnice te zostały potwierdzone statystycznie ($P \leq 0,01$ i $P \leq 0,05$). W grudniu długość jelita cienkiego i całego przewodu była najdłuższa w grupie IV, krótsza w grupie III odpowiednio o 5,7% i 5,1%, a najkrótsza w grupie I o 26,9% i 21,5%. Odwrotną tendencję zaobserwowano w przypadku długości jelita grubego, które było najdłuższe w grupie kontrolnej I. Potwierdzono statystycznie wysoko istotne różnice poziomu pH żołądka i jelit nerek przy uboju. Różnice te wynosiły odpowiednio od 4,7 do 5,9 i od 4,8 do 6,5. Wartość pH żołądka w grupie II i pH jelit w grupie I była najwyższa, a najniższa w obu przypadkach w grupie III.

W żołądku ze względu na obecność kwasu solnego występuje środowisko kwaśne, którego działanie polega na odkażeniu pokarmu, ścinaniu białka oraz aktywacji odpowiednich enzymów. W niniejszych badaniach poziom pH treści pokarmowej żołądka przy uboju wynosił od 4,4 do 5,9, a określony laboratoryjnie ujawnił niedobór kwasu solnego na poziomie od 2,3 do 3,6. Oznacza to, że jeśli żołądek produkuje zbyt mało soków trawiennych zawierających enzym pepsynę, pokarm

nie może być w pełni strawiony. W okresie niedokwaśności najtrudniej dostarczyć norkom żelaza, ponieważ znajduje się ono głównie w mięsie, które jest trudne do strawienia. Pojawiają się także zaburzenia z wchłanianiem magnezu i cynku (problemy ze skórą i okrywą włosową) oraz wapnia.

Analizą cech metrycznych układu pokarmowego zajmowali się m.in. Vhile i in. (2005), Szymeczko (2001), Gugolek i Gugolek (2018), którzy wykazali, że pomiędzy różnymi gatunkami zwierząt występują różnice w długości jelit, co jest ściśle związane z rodzajem spożywanej diety. U lisów i nerek stosunek długości jelit do długości ciała wynosi 3-5:1, natomiast u zwierząt roślinożernych od 10:1 u królików, do 25:1 u owiec. Z kolei stosunek długości przewodu pokarmowego do długości ciała różni się u nerek w zależności od płci – dla samic od 4,2 do 5,1, dla samców od 5,2 do 5,9. W niniejszych badaniach stosunek długości jelit do długości ciała wynosił od 4,3-5,5; natomiast stosunek długości przewodu pokarmowego do długości ciała sięgał od 5,1-6,3. Wyniki te korespondują z uzyskanymi przez autorkę w tym opracowaniu dla grupy I, II i III. Jedynie w grupie IV z dodatkiem synbiotyku powyższe stosunki w obu przypadkach były wyższe.

Ogólna kondycja zwierząt gospodarskich oraz ich przydatność użytkowa w znacznej mierze zależą od funkcjonowania przewodu pokarmowego. W każdym żywym organizmie przewód pokarmowy jest głównym siedliskiem drobnoustrojów, a jego mikroflora zmienia się w trakcie życia zwierzęcia w zależności od gatunku, wieku, stanu fizjologicznego, odcinka przewodu pokarmowego, jego budowy, pH, enzymów trawiennych, sposobu żywienia, mechanizmów odpornościowych i stosowanych leków. W przewodzie pokarmowym, a szczególnie w jelitach występują dogodne warunki do rozwoju bakterii tj.: obfitość pokarmu, wilgotność, temperatura środowiska (u nerek 36-40°C). W diagnostyce mikrobiologicznej dużym problemem jest odróżnienie flory komensalnej (fizjologicznej) od drobnoustrojów chorobotwórczych, zwłaszcza, że jeszcze niewiele wiemy o mikroflorze przewodu pokarmowego zwierząt futerkowych. W przeprowadzonym doświadczeniu badania mikrobiologiczne wykorzystano do poznania i określenia liczebności wybranych populacji mikroflory jelitowej nerek fermowych.

W pobranej treści pokarmowej jelit określono ogólną liczbę bakterii, która wahała się od $8,5 \times 10^4$ do $5,9 \times 10^6$ jtk/g (jednostka tworząca kolonię, która określa liczbę mikroorganizmów w badanym materiale; tab. 5). Była ona najwyższa w grupie I, gdzie zwierzęta żywiono karmą pozbawioną dodatków paszowych wpływających na prawidłowy rozwój flory bakteryjnej. Liczebność bakterii mezofilnych była najniższa w grupie II i III – wynosiła odpowiednio $2,9 \times 10^4$ jtk/g i $4,9 \times 10^4$ jtk/g. W grupie IV w stosunku do ww. grup poziom bakterii mezofilnych był wyższy stosownie o 3,8 i 2,2 razy. Stwierdzono, że koncentracja bakterii mezofilnych *Coliform* i z grupy *Enterobacteriaceae* była wyższa w grupie kontrolnej niż w grupach doświadczalnych. Spośród grup doświadczalnych najniższą liczebnością bakterii *Coliform* charakteryzowała się grupa z dodatkiem probiotyków i prebiotyków, a w przypadku bakterii *Enterobacteriaceae* grupa III z prebiotykiem. Liczebność *E.coli* w zależności od grupy żywieniowej wahała się od $1,9 \times 10^4$ jtk/g do $4,7 \times 10^4$ jtk/g i była najwyższa w grupie z dodatkiem synbiotyku. Wśród zidentyfikowanych bakterii we wszystkich grupach dominowały *Corynebacterium*. W grupie I wyróżniono także *Actinomyces neuui* – 10%.

U zdrowego zwierzęcia każda część jelita zasiedlona jest przez odpowiednią mikroflorę, która żyje w symbiozie z gospodarzem. W mikroflorze przewodu pokarmowego osesków, pobierających głównie mleko, dominują bakterie acidofilne. Przejście z pokarmu mlecznego na mieszany zawierający więcej białka powoduje zwiększenie liczby drobnoustrojów proteolitycznych – zasadotwórczych. Obecność bakterii tj. *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* jest bardzo

Tabela 3
Wynik pomiarów poubojowych

Grupa	Masa (kg)			Długość ciała/tuszki (cm)	Organy (g)						
	Norki	Skóry	Tuszki		Serce	Wątroba	Płuca	Śledziona	Nerki	Żółtek	PP*
I	2,73	0,64	2,09	47,4	18,5 ^{Aa}	95,2 ^{Aa}	32,0	13,6	22,3 ^A	69,2 ^a	251,0 ^{Aa}
II	2,84	0,81	2,03	47	18,3 ^{Aa}	107,0 ^{ACbc}	28,6	19,0	31,6 ^B	72,1 ^a	246,0
III	2,93	0,86	2,07	49	21,4 ^B	125,8 ^{BCd}	32,2	16,4	23,3 ^{Aca}	75,4 ^{Ab}	235,3 ^B
IV	2,90	0,80	2,10	49	19,7 ^{Aa}	120,5 ^{Bd}	31,6	18,7	30,3 ^{BCb}	66,3 ^B	239,3 ^b

*PP – przewód pokarmowy

Średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: a – przy $P \leq 0,05$; A – przy $P \leq 0,01$

Tabela 4
Wyniki pomiarów przewodów pokarmowego

Grupa	Przewód pokarmowy (cm)				pH		Stosunek długości jelit do ciała/tuszki	Stosunek długości przewodów pokarmowego do ciała/tuszki	
	Przelyk	Żołądek	Jelito cienkie	Jelito grube	Długość całkowita	Żołądka			Jelit
I	26,4 ^A	9,4	193 ^A	11,7 ^A	240,5 ^{Aa}	5,85 ^A	6,51 ^A	4,3	5,1 : 1
II	22,0 ^B	9,0	215 ^B	6,3 ^B	252,3 ^{Ab}	5,91 ^A	5,78 ^B	4,7	5,4 : 1
III	25,0 ^{Ca}	9,3	249 ^C	7,3 ^B	290,6 ^B	4,67 ^B	4,80 ^C	5,2	5,9 : 1
IV	26,0 ^{ACb}	9,3	264 ^D	7,0 ^B	306,3 ^C	5,07 ^C	5,12 ^C	5,5	6,3 : 1

Średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: a – przy $P \leq 0,05$; A – przy $P \leq 0,01$

Tabela 5

Koncentracja mikroorganizmów w treści jelita nerek (jtk/g)

Wskaźnik	Treść jelit			
	Grupa I	Grupa II	Grupa III	Grupa IV
Ogólna liczba grzybów	3,9 x 10 ¹	6,2 x 10 ¹	1,8 x 10 ¹	6,4 x 10 ¹
Ogólna liczba bakterii	5,9 x 10 ⁶	8,5 x 10 ⁴	9,4 x 10 ⁴	1,9 x 10 ⁵
Liczebność bakterii tlenowych mezofilnych	1,7 x 10 ⁷	2,9 x 10 ⁴	4,9 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁵
Bakterie grupy Enterobacteriaceae	3,0 x 10 ⁵	3,6 x 10 ⁵	1,8 x 10 ⁵	3,0 x 10 ⁵
Liczebność bakterii <i>Coliform</i>	3,2 x 10 ⁶	2,1 x 10 ⁴	2,9 x 10 ⁴	5,9 x 10 ⁴
Liczebność <i>E.coli</i>	2,2 x 10 ⁴	1,9 x 10 ⁴	2,6 x 10 ⁴	4,7 x 10 ⁴
Liczebność beztlenowców	4,3 x 10 ⁴	3,3 x 10 ²	6,4 x 10 ¹	1,8 x 10 ³
dominacja <i>Corynebacterium</i>				
Zidentyfikowane bakterie	<i>Actinomyces neuui</i> – 10%	<i>Actinomyces neuui</i> – 10%	<i>Cellulomonas</i> sp. - 8%	<i>S. enterica</i> sub sp. <i>arizonae</i> – 5%

pożądana zarówno w górnym, jak i w dolnym odcinku układu pokarmowego i skutkuje dobrym ogólnym stanem zdrowia organizmu oraz dobrym wykorzystaniem paszy. W przewodzie pokarmowym nerek bytuje kilkadziesiąt różnych gatunków mikroflory jelitowej. Szacuje się, że w jelitach występuje ich ponad 400. Skład jakościowy tej mikroflory podlega wahaniom, ponieważ z każdym pobranym pokarmem wprowadzany jest do organizmu nowy skład drobnoustrojów. Według Brzozowskiego (2016) u zdrowych zwierząt udział głównych bakterii, zasiedlających przewód pokarmowy, w przybliżeniu jest następujący: *Enterococcus faecium* (ponad połowa udziału), *Lactobacillus acidophilus* (kilkanaście procent udziału), *E. coli* (ok. 1 %) oraz inne gatunki (ok. 1/3 udziału). W niniejszych badaniach wśród zidentyfikowanych bakterii w treści pokarmowej jelit nerek we wszystkich grupach dominowały *Corynebacterium* sp.

U zwierząt chorych z objawami infekcji bądź biegunki skład mikroflory w przewodzie pokarmowym zmienia się, a za objaw niekorzystnych zmian Brzozowski (2016) uważa wzrost udziału *E. coli*, przy jednoczesnym spadku ilości *Enterococcus faecium* i *Lactobacillus acidophilus*. W przewodzie pokarmowym mogą być obecne także inne patogeny, jak *Salmonella*, *Staphylococcus*, niektóre gatunki z rodzaju *Bacillus* i *Clostridium*.

Badania wykazały, że średnia koncentracja ogólnej liczby grzybów w treści jelit była najniższa w grupie III – 1,8 x 10¹ jtk/g, dwukrotnie wyższa w grupie I oraz podobna i zdecydowanie najwyższa w grupie II i IV na poziomie 6,2 – 6,4 x 10¹ jtk/g.

Przeprowadzona identyfikacja makro i mikroskopowa grzybów w oparciu o dostępne testy oraz przy użyciu klucza wykazała, że w treści jelit przeważały grzyby rodzaju *Candida*,

z dominującym – *Candida glabrata* (tab. 6). Udział grzybów tego rodzaju we wszystkich grupach kształtował się na poziomie 84,5 – 89,5%. Pozostałe zidentyfikowane grzyby w treści pokarmowej to:

- *Rhizopus* sp. w ilości od 3,5 do 14,7%
- *Aspergillus* sp. w ilości od 4,4 do 6,1%

Candida glabrata należy do grzybów drożdżoidalnych, który występuje fizjologicznie w organizmie istot żywych (zwierząt i ludzi). U zdrowych osobników nie powoduje on infekcji, jednak w przypadku organizmu z osłabioną odpornością może generować rozwój zakażeń. Najlepsze warunki do ich rozwoju panują w przewodzie pokarmowym, gdzie w sposób nieszkodliwy wspomagają trawienie pokarmu oraz odpierają ataki patogenów bakteryjnych. Ich liczebność zależy głównie od odpowiedniego pH (równowaga kwasowo-zasadowa) oraz konkurencji w postaci innych, przyjaznych drobnoustrojów.

Tabela 6

Zidentyfikowane grzyby w jelitach nerek (%)

Treść jelit (% udział w próbach)							
Grupa I	Grupa II		Grupa III		Grupa IV		
<i>Candida</i> sp.	86,46	<i>Candida</i> sp.	89,50	<i>Candida</i> sp.	85,33	<i>Candida</i> sp.	84,56
<i>Rhizopus</i> sp	9,17	<i>Aspergillus</i> sp.	5,43	<i>Rhizopus</i> sp.	14,67	<i>Rhizopus</i> sp.	9,33
<i>Aspergillus</i> sp.	4,37	<i>Rhizopus</i> sp.	3,52			<i>Aspergillus</i> sp.	6,11

Podsumowując należy stwierdzić, że zastosowane dodatki paszowe miały pozytywny wpływ na zdrowie, wzrost i przyrosty masy ciała nerek. W okresie zimowej dojrzałości okrywy włosowej masa ciała samic wahała się od 1,45 do 2,54 kg, a samców od 2,70 do 4,20 kg. Za okres odchowu (odsadzenie-ubój) zwierzęta w grupie III przyrosły najwięcej – samice średnio 760 g, a samce 1970 g. Analiza parametrów morfometrycznych przewodu pokarmowego wykazała wysoko istotne różnice pomiędzy średnimi dla grup z wyjątkiem masy płuc i śledziony oraz długości żołądka. Wykazano istotny wzrost długości jelita cienkiego przy zastosowaniu dodatków paszowych, szczególnie prebiotyku i synbiotyku, przy jednoczesnym skróceniu długości jelita grubego w stosunku do zwierząt z grupy kontrolnej.

Stwierdzono także, że mikroflora przewodu pokarmowego nerek może być modyfikowana poprzez stosowanie odpowiednich dodatków paszowych takich jak pro-, pre i synbiotyki. Ze względu na bardzo szybki czas pasażu treści pokarmowej u nerek ważne jest, aby zawarte w preparacie drobnoustroje miały krótki czas trwania jednej generacji. W treści pokarmowej jelit ogólna liczba bakterii wahała się od $8,5 \times 10^4$ do $5,9 \times 10^6$ jtk/g i była najwyższa w grupie kontrolnej żywności bez dodatków paszowych. W grupie nerek żywionych karmą z dodatkiem probiotyków liczebność bakterii mezofilnych ($2,9 \times 10^4$ jtk/g) i koncentracja *Coliform* była najniższa, a bakterii *Enterobacteriaceae* najwyższa. U nerek otrzymujących paszę z dodatkiem prebiotyków odnotowano najniższy poziom ogólnej liczby grzybów, bakterii grupy *Enterobacteriaceae* i beztlenowców w treści jelit. W stosunku do pozostałych grup żywieniowych zwierzęta przyjmujące w karmie dodatek synbiotyku charakteryzowały się najwyższym poziomem ogólnej liczby grzybów

i liczebnością *E.coli*. Spośród zidentyfikowanych grzybów w treści jelit przeważały grzyby rodzaju *Candida*, z dominującym – *Candida glabrata*. Udział grzybów tego rodzaju w grupach był zróżnicowany i wahał się od 84,5 do 89,5%.

PIŚMIENNICTWO

- Awad W.A., Ghareeb K., Abdel-Raheem S., Böhm J. (2009). Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*, 88: 49-55.
- Augustyniak A., Nawrotek P. (2014). Probiotyki w żywieniu zwierząt hodowlanych – zastosowanie, działanie, zagrożenia. *Przegląd Hodowlany*, 1: 20-22.
- Bengmark S. (2001). Pre-pro-and synbiotics. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 4(6): 571-579.
- Brzozowski M. (2016). Nowy kierunek w badaniach nad funkcjonowaniem układu pokarmowego norek. *Hodowca Zwierząt Futerkowych*, 66: 26-28.
- Casewell M., Friis C., Marco E., McMullin P., Phillips I. (2003). The European ban on growth promoting antibiotics and emerging consequences for humans and animals health. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 52: 159-161.
- Collins M.D., Gibson G.R. (1999). Probiotics, prebiotics and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69 (suppl): 1052-1057.
- Gibson G. R., Roberfroid M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota. Introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125: 1401-1412.
- Gliński Z., Kostro K. (2002). Podstawy hodowli lisów i norek. PWRiL Warszawa, 359 ss.
- Grela E., Semeniuk V. (1999). Probiotyki w produkcji zwierzęcej. *Medycyna Weterynaryjna*, 55: 222-228.
- Gugołek A. (2002). Zastosowanie probiotyków w żywieniu lisów polarnych (*Alopex lagopus* L.). Wyd. UWM Olsztyn.
- Gugołek A. (2014). Probiotyki w żywieniu mięsożernych zwierząt futerkowych. *Zwierzęta Futerkowe*, 3 (7): 20-24.
- Gugołek A., Barabasz B., Bielański P., Kowalska D., Świątkiewicz S., Zoń A. (2011). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. *Zwierzęta futerkowe*. Polska Akademia Nauk, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt Jabłonna, 109 ss.
- Gugołek A., Gugołek M. (2018). Przewód pokarmowy zwierząt futerkowych mięsożernych. Cz. I. Ogólna charakterystyka. *Zwierzęta Futerkowe*, 23: 12-15.
- Gugołek A., Gugołek M. (2019). Przewód pokarmowy zwierząt futerkowych mięsożernych. Cz. III. Wątroba - budowa i funkcje. *Zwierzęta Futerkowe*, 25: 14-18.
- Jorgensen M. (1988). Probioticum (*Streptococcus faecium*, *Cernelle 69-SF68*) for improvement of health and wellbeing with mink and Fox. *Scientifur*, 12 (4): 250-256.
- Kapka-Skrzypczak L., Niedźwiecka J., Wijtyła A., Kruszewski M. (2012). Probiotyki i prebiotyki jako aktywny składnik żywności funkcjonalnej. *Pediatric Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 18, 2: 79-83.
- KCHZ (Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt), (2009). Wzorzec oceny pokroju norek. Warszawa, 18 ss.
- KCHZ (Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt), (2017). Hodowla zwierząt futerkowych w 2016. Warszawa, 18 ss.
- KCHZ (Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt), (2018). Hodowla zwierząt futerkowych w 2017. Warszawa, 18 ss.
- KCHZ (Krajowe Centrum Hodowli Zwierząt), (2019). Hodowla zwierząt futerkowych w 2018. Warszawa, 17 ss.
- Kolanowski W. (1999). Nowoczesne produkty spożywcze o pożądanym działaniu zdrowotnym, żywność funkcjonalna. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 8 (1): 101-109.

- Kopczewski A., Sroka A., Zdunkiewicz T. (2005). Niezakaźne i zakaźne przyczyny niepowodzeń w rozrodzie lisów i norek. *Hodowca Zwierząt Futerkowych*, 21: 24-28.
- Kopczewski A., Sroka A., Zdunkiewicz T. (2006). Mikrobiologiczne przyczyny niepowodzeń w chowie mięsożernych zwierząt futerkowych i sposoby zapobiegania im. *Hodowca Zwierząt Futerkowych*, 25: 16-21.
- Kowalska D., Piórkowska M., Zoń A. (2014). Porównanie cech metrycznych układu pokarmowego i powłokowego populacji jenotów hodowlanych i dziko żyjących. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 10 (2): 29-43.
- Kowalska D., Piórkowska M., Zoń A. (2015). Comparison of selected metric traits of the digestive system in farmed and wild fox populations. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 11(3): 23-30.
- Kulawik M., Nowicki S., Przysiecki P., Frąckowiak H. (2013). Porównawcze badania metryczne lisa pospolitego (*Vulpes vulpes*) hodowlanego i dziko żyjącego. *Nauka Przyroda Technologie*, 7(4): 42-13.
- Mizak L., Gryko R., Kwiatek M., Parasion S. (2012). Probiotyki w żywieniu zwierząt. *Życie Weterynaryjne*, 87(9): 736-742.
- Nowak A., Sliżewska K., Libudzisz Z., Socha J. (2010). Probiotyki – efekty zdrowotne. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 4 (71): 5-19.
- Ochmański W., Barabasz W. (1999). Probiotyki oraz ich terapeutyczne właściwości. *Przegląd Lekarski*, 56: 3211-3215.
- O'Hara A.M., Shanahan F. (2006). The gut flora as a forgotten organ. *EMBO Reports*, 7(7): 688-693.
- Szymeczko R. (2001). Ileal and total digestibility of amino acids in feeds used in mink and polar fox nutrition. *Journal of Animal and Feed Science* 10 (Suppl. 1): 211-222.
- Śmiełewska-Łoś E., Kopczewski A., Gąsiorek B. (2001). Wpływ stanu sanitarnego karmy na zdrowie i wyniki reprodukcyjne mięsożernych zwierząt futerkowych. *Hodowca Zwierząt Futerkowych*, 8: 31-35.
- Watanabe T. (2010). *Pictorial Atlas Of Soil And Seed Fungi. Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*, CRC Press, 426 ss.
- Winiewicz E. (2011). Probiotyki w żywieniu zwierząt towarzyszących. *Acta Sci. Pol., Medicina Veterinaria*, 10 (1): 13-24.
- Winiarska J., Gąsiorek B. (2016). Rola dobroczynnych bakterii w utrzymaniu równowagi mikrobiologicznej przewodu pokarmowego zwierząt futerkowych. *Stosowanie probiotyków. Hodowca Zwierząt Futerkowych*, 68: 30-34.
- While S.G., Skrede A., Ahlstrom Ø., Hove K. (2005). Comparative apparent total tract digestibility of major nutrients and amino acids in dogs (*Canis familiaris*), blue foxes (*Alopex lagopus*) and mink (*Mustela vison*). *Animal Science*, 81 (1): 141-148.

Małgorzata Piórkowska

The effect of pro-, pre- and synbiotics on the health of mink, morphometric parameters of their digestive tract, and microbiological analysis of its contents

S u m m a r y

The aim of the study was to analyse the effect of selected feed additives (pro-, pre- and synbiotics) on the health of mink, morphometric parameters of their digestive tract, and microbiological identification of its contents. The observations were made on pastel mink assigned to the following dietary treatments: group I – standard farm feed without supplements, group II – probiotic-supplemented feed, group III – prebiotic-supplemented feed, and group IV – synbiotic-supplemented feed. The feed additives were found to affect the growth and weight gains of the mink. Body weight at winter fur priming ranged from 1.45 to 2.54 kg in females and from 2.70 to 4.20 kg in males. During the rearing period (weaning to slaughter), the highest weight gains were observed in the group receiving prebiotics – on average 760 g in females and 1970 g in males. Analysis of the morphometric parameters of the digestive tract showed highly significant differences between means for the groups, except for the weight of the lungs and spleen and the length of the stomach. The mean concentration of total bacteria in the intestinal contents was similar in groups II and III ($8.5-9.4 \times 10^4$ CFU/g), higher in group IV, and highest in the control group (5.9×10^6 CFU/g). Among the bacteria identified, *Corynebacterium* was dominant in all groups. The total fungal count in the intestinal contents was lowest in the mink receiving prebiotics. The dominant fungi were *Candida*, particularly *Candida glabrata*. The proportion of fungi of this genus varied between groups from 84.5% to 89.5%. The other fungi identified in the digesta were *Rhizopus* spp. and *Aspergillus* spp.

KEY WORDS: diet, feed additives, morphometric and microbiological analysis