

Szanse nauk o zwierzętach

pod redakcją
Brygidy Ślaskiej
Andrzeja Junkuszewa
Bożeny Kiczorowskiej



Szanse nauk o zwierzętach

pod redakcją
Brygidy Ślaskiej
Andrzeja Junkuszewa
Bożeny Kiczorowskiej



Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Lublin 2023

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą Międzynarodowy Kongres „Szanse nauk o zwierzętach – 70 lat Wydziału Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki”, nr projektu DNK/SP/548617/2022. Kwota dofinansowania 295 660 zł, całkowita wartość projektu 328 660 zł.



**Doskonała
Nauka**

Recenzenci

prof. dr hab. Grażyna Jeżewska-Witkowska
dr hab. inż. Beata Seremak, prof. ZUT

Redaktor prowadzący
Magdalena Marcewicz

Opracowanie redakcyjne
Ewa Zawadzka-Mazurek

Projekt graficzny, skład i łamanie
Małgorzata Grzesiak

Projekt okładki
Małgorzata Grzesiak

Fotografie na okładce
Przemysław Jankowski, Andrzej Junkuszew, Izabela Wilk
Archiwum Wydziału Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie – Wydawnictwo, Lublin 2023

ISBN 978-83-7259-415-0
ISBN 978-83-7259-416-7 on-line
<https://doi.org/10.24326/mon.2023.9>



Ten utwór jest dostępny na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe

Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
<https://up.lublin.pl/nauka/wydawnictwo>
Ark. wyd. 11,1

SPIS TREŚCI

Trudność poszczególnych elementów programów ujeżdżenia w konkurencji powożenia zaprzęgami konnymi	5
<i>Iwona Janczarek, Agata Łaniewska, Martyna Mierzicka, Anna Stachurska</i>	
Trudność różnych rodzajów przeszkód maratonu w konnym konkursie powożenia	14
<i>Iwona Janczarek, Bartłomiej Skiba, Ewelina Tkaczyk, Martyna Mierzicka, Anna Stachurska</i>	
Które przeszkody sprawiają koniom najwięcej trudności w konkursie – próbie zręczności powożenia?	23
<i>Anna Stachurska, Paulina Krzewińska, Anna Wiśniewska, Izabela Wilk</i>	
Aktywność układu autonomicznego koni podczas wykonywania standardowych czynności stajennych	34
<i>Izabela Wilk, Anna Wiśniewska, Ewelina Tkaczyk, Andrzej Borowski</i>	
Nutrigenomiczna rola składników odżywczych paszy w żywieniu zwierząt	41
<i>Agata Bielak, Bożena Kiczorowska, Maciej Bąkowski</i>	
Preservation and rational use of domestic poultry gene pool in Ukraine	63
<i>Oleg Katerynych, Svitlana Pankova, Kostiantyn Vasiuko</i>	
Małe przeżuwacze oraz wielbłądowate w gospodarstwach agroturystycznych	72
<i>Paulina Nazar, Andrzej Junkuszew, Monika Greguła-Kania, Krzysztof Patkowski, Wiktor Bojar, Szczepan Leszczyński</i>	
Differences in microbial community composition by breed of sheep	78
<i>Natalia Szeligowska, Paulina Cholewińska, Konrad Wojnarowski, Paulina Nazar, Monika Greguła-Kania, Andrzej Junkuszew, Aurelia Radzik-Rant, Witold Rant, Robert Bodkowski</i>	
Wpływ opiekuna na zachowanie i samopoczucie psa podczas wizyty weterynaryjnej – perspektywa lekarzy weterynarii	87
<i>Karolina Rudnik</i>	
Analysis of microbiome of microplastic particles in European waters based on the selected studies	93
<i>Paulina Cholewińska, Konrad Wojnarowski, Lisa Streb, Wanvisa Hussein, WorrayaneeThammatorn, Anna Marcinkowska, Przemysław Pokorny</i>	
Jakie warunki utrzymywania powinny spełniać ośrodki rehabilitacji dzikich zwierząt w aspekcie dobrostanu ptaków?	99
<i>Klaudia Kuciara, Monika Budzyńska</i>	
Znaczenie etologii konia w hodowli i użytkowaniu koni	106
<i>Marta Wnęk, Elżbieta Wnuk</i>	

Suplementy witaminowo-mineralne dla starszych psów dostępne na polskim rynku	113
<i>Maciej Bąkowski, Bożena Kiczorowska, Agata Bielak, Julia Krupa</i>	
Przestrzeganie zasad bezpieczeństwa w czasie pandemii koronawirusa na podstawie sklepów spożywczych	128
<i>Agata Szymczak, Anna Winiarska-Mieczan, Małgorzata Kwiecień, Maciej Bąkowski, Robert Krusiński, Karolina Jachimowicz-Rogowska, Renata Klebaniuk</i>	
Nieprawidłowości w obrocie zwierzętami i materiałem biologicznym	135
<i>Jadwiga Topczewska, Wanda Krupa, Zofia Sokołowicz</i>	
Evaluation of sustainability of beef cattle raising in semi-intensive systems in Türkiye: a socio-economic and technical perspective	143
<i>Hasan Yılmaz, Merve Mürüvvet Dağ, Doğan Yükselen</i>	

Trudność poszczególnych elementów programów ujeżdżenia w konkurencji powożenia zaprzęgami konnymi

Iwona Janczarek¹, Agata Łaniewska¹, Martyna Mierzicka¹, Anna Stachurska¹

Wstęp

Hodowla koni prowadzona jest według określonych programów, które mają na celu osiągnięcie wzoru danej rasy koni [Kosiniak-Kamysz i in. 2005]. Głównym celem hodowli większości ras koni jest doskonalenie cech związanych z ich przydatnością do wyczynowego sportu jeździeckiego [Rovere 2016]. Genetyczne predyspozycje konia do danej konkurencji sportu określa się m.in. na podstawie wyników osiągniętych w zawodach. Kolejnym krokiem może być szacowanie wartości hodowlanej. Wartość użytkową koni bezpośrednio oceniają zawodnicy i sędziowie, a oceną tą posługują się hodowcy [Stachurska i in. 2006b]. Wczesna ocena dzielności i szacowanie wartości hodowlanej koni oraz ich selekcja mogą być wstępnie dokonane na podstawie wyników prób dzielności i Mistrzostw Polski Młodych Koni (MPMK) [Śpiewak i in. 2012]. Wyniki zarówno zawodów, prób dzielności, jak i MPMK mogą być jednak brane pod uwagę wtedy, gdy są miarodajne. Warunki konkursów, a także zasady oceny koni mogą istotnie wpływać na wyniki różnych konkurencji jeździeckich. I tak przeanalizowano różnorodne czynniki dotyczące ujeżdżenia [Stachurska i in. 2006b, Stachurska i Bartyzel 2011], skoków [Stachurska i Pięta 2004, Stachurska i in. 2002, 2003, 2004], wkw [Stachurska i in. 2010] oraz ścieżki huculskiej [Stachurska i in. 2006a]. W przypadku konkurencji ujeżdżenia ocena koni jest stosunkowo trudna, ponieważ elementy ujeżdżeniowe są oceniane subiektywnie – nie można ich zmierzyć [Stachurska i in. 2006b].

Obecnie konkurencja powożenia rozwija się, jednak wciąż nie jest tak popularna, jak skoki przez przeszkody czy ujeżdżenie. Sytuacja ta jest spowodowana tym, że organizowanie zawodów w powożeniu napotyka wiele trudności i wiąże się z dużymi kosztami [Swornowska 2016]. Zawody w konkurencji powożenia składają się z trzech zupełnie odmiennych prób (próba ujeżdżenia, maratonu i zręczności), które sędziowane są według przepisów Polskiego Związku Jeździeckiego (PZJ). Nie tylko stosunkowo mała liczba zawodników startujących, a także fakt, że są to często trudne do wiarygodnej oceny zaprzęgi wielokonne powodują, że brak jest prac naukowych związanych z oceną sportowych koni zaprzęgowych. Ocena koni w zaprzęgowych konkursach sportowych mówi o ich wartości użytkowej. Jednym z czynników oddziałujących na nią może być trudność poszczególnych elementów programu ujeżdżenia mierzona ocenami sędziów. Celem pracy było zbadanie trudności różnych elementów programów ujeżdżenia w konkursach powożenia.

¹ Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Material i metody

Material badań pochodził z dokumentacji zgromadzonej w trakcie Międzynarodowych i Krajowych Zawodów w Powożeniu Zaprzęgami, które zostały rozegrane w dniach 17–19 maja 2019 r. w Bogusławicach, w województwie łódzkim. Przeanalizowano 47 przejazdów próby ujeżdżeniowej, w tym 31 startów na konkursach rangi międzynarodowej i 16 rangi krajowej. Zawody międzynarodowe oznacza się systemem gwiazdkowym, a krajowe bezgwiazdkowym. Łącznie odbyło się 12 konkursów (tab. 1) ujeżdżenia różnych klas i kategorii, dla juniorów, młodych powożących, seniorów, dla dużych koni i kuców, dla zaprzęgów jednokonnnych (8 konkursów) i parokonnnych (4 konkursy).

Tabela 1. Badane konkursy

Lp.	Klasa konkursu	Ranga konkursu	Program ujeżdżenia	Zawodnik	Konie	Rodzaj zaprzęgów
1	CAI2* P1	międzynarodowy	3*B HP1	seniorzy	kuce	jednokonne
2	CAI2* P2	międzynarodowy	3*B HP2	seniorzy	kuce	parokonne
3	CAI2* H1	międzynarodowy	3*B HP1	seniorzy	duże konie	jednokonne
4	CAI2* H2	międzynarodowy	3*B HP2	seniorzy	duże konie	parokonne
5	CAI3* H1	międzynarodowy	3*B HP1	seniorzy	duże konie	jednokonne
6	CAI3* H2	międzynarodowy	3*B HP2	seniorzy	duże konie	parokonne
7	L – P1	krajowy	MPMK4	seniorzy	kuce	jednokonne
8	L – D1	krajowy	MPMK4	seniorzy	duże konie	jednokonne
9	L – D2	krajowy	MPMK4	seniorzy	duże konie	parokonne
10	N – D1	krajowy	MPMK5	seniorzy	duże konie	jednokonne
11	J – P1	krajowy	J and Y	juniorzy	kuce	jednokonne
12	Y – P1	krajowy	3*A HP1	młodzi powożący	kuce	jednokonne

Dane dotyczące wyników konkursów zostały zaczerpnięte z protokołów ujeżdżeniowych bezpośrednio na zawodach, natomiast informacje na temat zawodników i koni pozyskano ze strony internetowej www.stadoboguslawice.com.pl (lista zawodników/competitors list can/cai 16–19.05.2019, dostęp 2019).

W Zawodach Międzynarodowych udział wzięli zawodnicy reprezentujący takie państwa, jak Czechy, Estonia, Łotwa, Polska, Słowacja i Węgry (tab. 2). Zarówno w konkursach rangi międzynarodowej, jak i krajowej przewagę liczebną wśród powożących mieli mężczyźni – było ich 24, a kobiet 9. Biorąc pod uwagę liczbę przejazdów, łącznie 12 razy startowały kobiety i 35 razy mężczyźni.

Tabela 2. Podział badanych zaprzęgów

Lp.	Czynnik	Grupy	Liczba startów
1	Rodzaj zaprzęgu	jednokonne	25
		parokonne	22
2	Płeć powożącego	kobieta	12
		mężczyzna	35
3	Narodowość powożącego	Czechy	6
		Estonia	1
		Łotwa	1
		Polska	37
		Słowacja	1
		Węgry	1

Zestawienie danych dotyczących startujących koni przedstawia tabela 3. W zawodach wystartowało łącznie 69 koni, w tym 51 w zawodach rangi międzynarodowej i 18 w zawodach rangi krajowej. W konkursach powożenia zaprzęgami jednokonnymi uczestniczyło 25 koni, natomiast w konkursach dla zaprzęgów parokonnnych, biorąc je pod uwagę pojedynczo, zaprezentowały się 44 konie. Przewagę liczebną pod względem płci stanowiły wałachy (35), nieco mniej było ogierów (20), a najmniej (14) klaczy. Spośród ras krajowych występowały konie rasy śląskiej (20), polskie konie szlachetne półkrwi obecnie nazywane polskimi końmi sportowymi (10) oraz konie wielkopolskie (3). W przypadku ras zagranicznych głównie startowały konie rasy KWPN (holenderski koń gorąco-krwisty). Konie nieznanego rasy stanowiły 7,0%. Dominującą grupą wiekową były konie 8–11-letnie. Średnia wieku koni wyniosła 9,6 roku. Przeważały konie maści gniadej, mniej było karych, a rzadziej występowały siwe i kasztanowate.

W każdej klasie konkursu – próbie ujeżdżeniowej obowiązywał odpowiedni program ujeżdżenia (tab. 1). Programy te różniły się od siebie liczbą ruchów, a także ich kolejnością. Stopień trudności programu odpowiadał randze danego konkursu, stąd programy zawodów rangi międzynarodowej zawierały trudniejsze elementy ujeżdżeniowe niż programy zawodów krajowych. Liczba ruchów do wykonania na czworoboku w konkursach gwiazdkowych była także znacznie większa (22–25 ruchów na zawodach międzynarodowych, 11–18 ruchów na zawodach krajowych). Łączna liczba elementów ocenianych przez komisję sędziowską w badanych konkursach wyniosła 118. Dla potrzeb analizy zostały one wszystkie pogrupowane. Powstało dziewięć grup elementów, w tym siedem dotyczących

ocen za ruchy ujeżdżeniowe (nazywane dalej grupami ruchów – 1–7) oraz dwie grupy – oceny ogólne (nazywane dalej ocenami za wrażenie ogólne – 8–9):

1. zatrzymanie i nieruchomość,
2. cofanie i zatrzymanie z cofaniem,
3. stęp i stęp swobodny,
4. kłus (roboczy, pośredni, zebrany, wyciągnięty, wydłużenie wykroku),
5. koła i półkola w kłusie,
6. wężyk, serpentyna i ustępowanie w kłusie,
7. galop (roboczy, zebrany, wyciągnięty),
8. zawodnik,
9. wrażenie ogólne i prezentacja.

Miarą trudności pogrupowanych elementów była średnia ocen pozyskanych od trzech lub pięciu sędziów zależnie od rangi konkursu. Za wykonanie każdego elementu zaprzęg mógł uzyskać oceny w skali od 0 do 10 od każdego sędziego, w tym oceny półkowe.

Tabela 3. Podział badanych koni

Lp.	Czynnik	Grupy	Liczba koni
1	Płeć	klacze	14
		wałachy	35
		ogierey	20
2	Grupa wiekowa	4–7 lat	20
		8–11 lat	31
		12 lat i powyżej	18
3	Rasa	krajowa	36
		zagraniczna	28
		nieznana	5
4	Maść	kara	21
		gniada	28
		kasztanowata	7
		siwa	10

Przy użyciu programu SAS [2003] wykonano wieloczynnikową analizę wariancji (ANOVA GLM). Uwzględniono następujące czynniki: grupa elementów programu (1–9), ranga konkursu (krajowy – międzynarodowy) oraz rodzaj zaprzęgu (jednokonny – parokonny). Liczba czynników musiała zostać ograniczona ze względu na szczupłość materiału badań. Nie uwzględniono więc czynników związanych z końmi i powożącymi. Poza tym w pracy skupiono się na warunkach próby ujeżdżenia, a nie na dzielności koni, która i tak w konkursach parokonnych byłaby trudna do oceny. Przy wykorzystaniu testu Tukeya zbadano istotność różnic między średnimi.

Wyniki

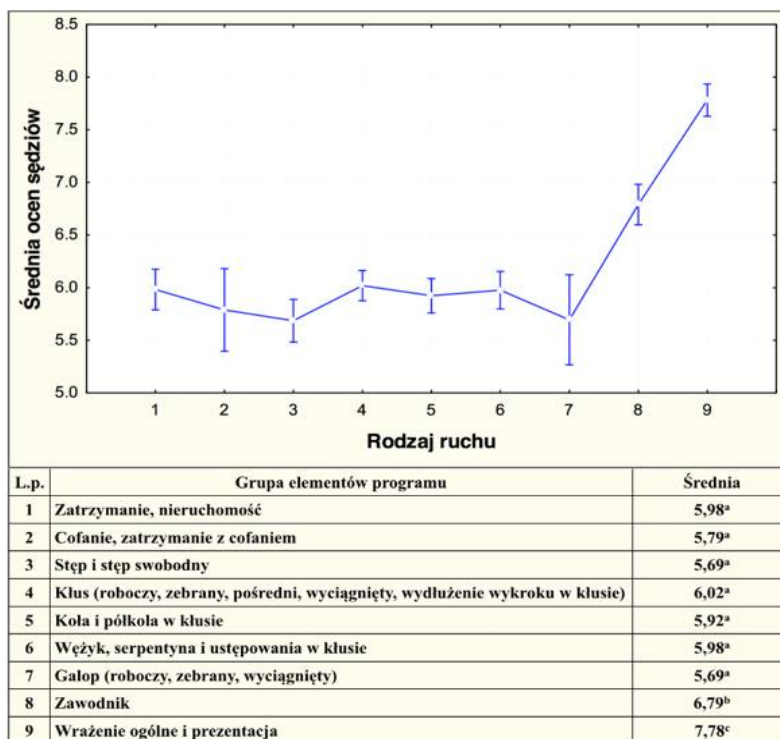
Analiza wariancji wykazała, że na średnią ocen przydzielanych przez sędziów wysoko istotnie ($P < 0.01$) wpłynęły wszystkie badane czynniki – grupa elementów programu, ranga konkursu oraz rodzaj zaprzęgu (tab. 4). Rycina 1 ilustruje średnią ocen sędziów za poszczególne elementy programów. Zawierała się ona w przedziale od 5,69 do 7,78. Okazało się, że istotnie wyższe niż za wszystkie grupy ruchów były oceny ogólne – ocena zawodnika, a jeszcze wyższe – za wrażenie ogólne i prezentację zaprzęgu ($p < 0.05$). Generalnie wszystkie grupy ruchów oceniane były na podobnym poziomie. Nieistotną tendencją do wyższej oceny stwierdzono w przypadku grupy ruchów, jaka obejmowała kłus (roboczy, pośredni, zebrany, wyciągnięty, wydłużenie wyroku w kłusie), natomiast do niższej dla grupy ruchów stęp i stęp swobodny. Wielkość przedziałów ufności wskazuje, że bardziej zróżnicowane średnie były oceny za galopy (7. grupa ruchów) oraz cofanie i zatrzymanie z cofaniem (2. grupa ruchów).

Tabela 4. Istotność badanych czynników

Czynnik	Prawdopodobieństwo	Istotność
Grupa elementów programu (1–9)	0,0000	$P < 0,01$
Ranga konkursu (krajowy/międzynarodowy)	0,0003	$P < 0,01$
Rodzaj zaprzęgu (jednokonny/parokonny)	0,0012	$P < 0,01$

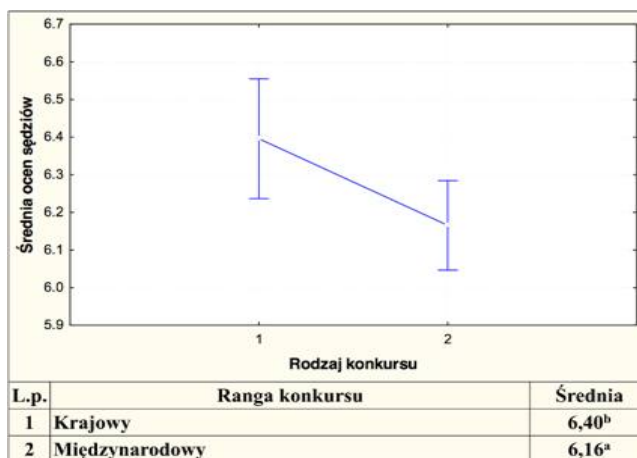
Zaprzęgi startujące w konkursach międzynarodowych zostały ocenione statystycznie istotnie niżej niż biorące udział w konkursach krajowych (ryc. 2). Ponadto w konkursach krajowych średnie były bardziej zróżnicowane.

Mimo że czynnik rodzaju zaprzęgu był istotny, przejazdy zaprzęgów parokonnych sędziowie ocenili statystycznie podobnie jak jednokonnych (ryc. 3). Można było odnotować jedynie nieistotną tendencję wyższych ocen za zaprzęgi parokonne.



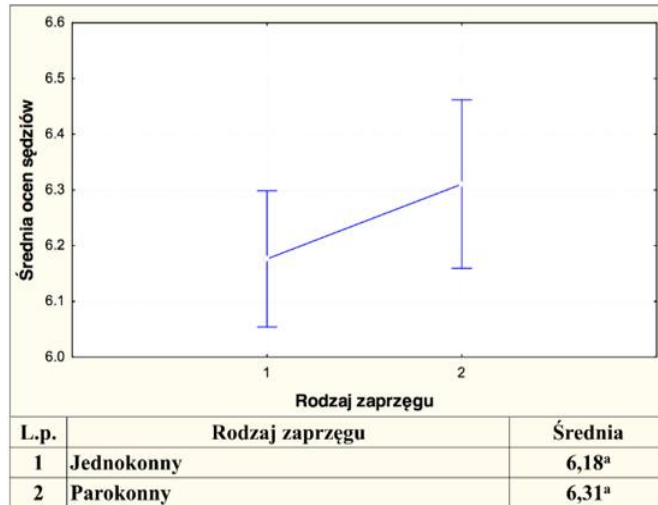
Średnie oznaczone literami a, b i c różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Ryc. 1. Średnia ocen sędziów za poszczególne grupy elementów programu (odcinki pionowe oznaczają przedziały ufności)



Średnie oznaczone literami a i b różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Ryc. 2. Średnia ocen sędziów w konkursach krajowych i międzynarodowych (odcinki pionowe oznaczają przedziały ufności)



Średnie oznaczone literami a nie różnią się istotnie ($p > 0,05$).

Ryc. 3. Średnia ocen sędziów w konkursach zaprzęgów jednokonnych i parokonnych (odcinki pionowe oznaczają przedziały ufności)

Dyskusja

Jak wiadomo, zasadnicza ocena dzielności koni sportowych służącej celom hodowlanym ma miejsce na zawodach konnych. Obecnie wszystkie najważniejsze związki hodowców koni szlachejnych nastawione są na wyniki w sporcie, mimo że zdecydowanie najwięcej koni jest wykorzystywanych rekreacyjnie. Sukcesy sportowe dają rasie wysokie miejsce w rankingach, co przekłada się na zyski finansowe.

Powozienie dotąd nie jest konkurencją olimpijską, jednak przez swoją widowiskowość staje się coraz bardziej popularne. Badane zawody rozegrane w Bogusławicach nie były najwyższej rangi zawodami oficjalnymi, jednak w ich ramach odbyło się wiele konkursów i startów zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym.

Oceniając materiał badań, należy odnotować fakt, że mężczyźni startowali jako powożący trzy razy częściej niż kobiety. Wydaje się, że konkurencja ta jest nadal zdominowana przez mężczyzn. Jeśli chodzi o konie, dało się zauważyć dominację wałachów pod względem liczebności startów. Biorąc pod uwagę rasę koni, można zwrócić uwagę na częste starty koni śląskich, a także typowych ras koni wierzchowych – polskich koni szlachejnych półkrwi (obecnie polskich koni sportowych) i KWPN. Interesujący jest średni wiek koni – ponad dziewięć lat, który wskazuje, że w konkurencji powozienia preferowane są konie z doświadczeniem.

Z punktu widzenia statystycznego, zebrany materiał nie był liczny, a poza tym podlegał dużej liczbie czynników związanych nie tylko ze zróżnicowaniem koni, ale i powożących oraz szeroko rozumianych warunków konkursów [Stachurska in. 2019]. Stąd zaistniała konieczność wybrania do analizy tylko niektórych czynników w największym stopniu związanych z celem pracy, a także pogrupowania elementów ocenianych przez

sędziów w ramach programów ujeżdżenia. Nie było możliwości statystycznej analizy trudności każdego elementu z osobna w programach konkursów, w których startowało po kilka zaprzęgów. Podobieństwo poszczególnych elementów umożliwiło jednak ich połączenie. Uzyskane wyniki można zatem traktować jako wstępne. W przyszłości badania powinny być powtórzone na kilku konkursach z dużą liczbą uczestników.

Przedmiotem analizy były średnie ocen sędziów za poszczególne grupy elementów, będące równocześnie miarą trudności tych elementów. Przy rozpatrywaniu ocen należałoby uwzględnić subiektywny charakter ocen sędziów, który może być przyczyną niezgodności wyników i mało wiarygodnej sumarycznej oceny końcowej. Zgodność ocen przydzielonych przez sędziów w ujeżdżeniu w konkursach powożenia nie była dotąd badana. Kwestia ta przeanalizowana w konkursach ujeżdżenia koni wierzchowych okazała się istotną przyczyną obciążonych (niemiarodajnych) ocen końcowych [Stachurska i in. 2006b, Stachurska i Bartyzel 2011]. W badaniach własnych ze względu na niewielką liczebność danych niemożliwe było jednak uwzględnienie tego zagadnienia, które również wymaga zbadania w przyszłości.

Uzyskane wyniki dotyczące trudności poszczególnych grup elementów wskazują, że czynnik ten istotnie wpływa na oceny oraz że oceny ogólne są wyższe niż noty za grupy ruchów. Prawdopodobnie oznacza to właśnie subiektywizm sędziów, którzy śledząc wykonanie kolejnych ruchów są bardziej surowi, natomiast przydzielając startującym noty ogólne po przejeździe pragną podnieść im ocenę, jak gdyby zatuszowując braki.

Podobna wielkość średnich za poszczególne grupy ruchów świadczy o dobrym przygotowaniu zaprzęgów do startów. Wydawałoby się, że takie ruchy, jak cofanie czy serpentyna, są dla koni bardziej wymagające, jednak zostały tak dobrze przećwiczone, że mogły być ocenione na równi np. z klusem.

Wpływ pozostałych badanych czynników był również istotny statystycznie. Wyższe średnie ocen w konkursach krajowych niż międzynarodowych mogą wskazywać, że programy ujeżdżenia niższych klas są łatwiejsze, sędziowie są mniej surowi, choć nie można również wykluczyć, że konie w tych klasach były stosunkowo lepiej przygotowane. O dobrym wytrenowaniu koni może świadczyć fakt, że nie stwierdzono statystycznej różnicy w ocenie zaprzęgów jednokonných i parokonných. Może to wskazywać, że oba rodzaje zaprzęgów były na podobnym poziomie i sędziowie w ocenie mogli potraktować je podobnie. Wydawać by się mogło, że powożenie parokonnym zaprzęgiem jest trudniejsze, gdyż trzeba opanować dwa konie, a nie jednego, a ponadto muszą one być ze sobą zgrane [Faudel-Phillips 2010]. Równolegle wykonane monografie na temat czynników wpływających na wyniki koni zaprzęgowych w próbie maratonu i zręczności powożenia również wskazują, że zaprzęgi parokonne otrzymały gorsze oceny niż jednokonne.

Wnioski

Przeprowadzona analiza średnich ocen przydzielanych przez sędziów za poszczególne grupy elementów programów ujeżdżenia w konkursach powożenia pozwoliła na sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Średnie oceny za umiejętności zawodników – powożących i wrażenie ogólne wraz z prezentacją zaprzęgu są wyższe niż za grupy ruchów.
2. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w poziomie trudności poszczególnych grup ruchów ujeżdżeniowych.

3. Średnie ocen w konkursach krajowych są wyższe niż w międzynarodowych.
4. Nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w ocenie zaprzęgów jednokomych i parokomych.

Pismienictwo

- Faudel-Philips H., 2010. The driving book – breaking and schooling. Read Books Design, Wielka Brytania.
- Kosiniak-Kamysz K., 2005. Specjalizacja Polski w hodowli koni. *Hodowca i Jeździec* 3(2), 56–59.
- Rovere G., 2016. Sport horses: breeding specialist from a single breeding programme? Doctoral dissertation, Wageningen University, Holandia.
- Stachurska A., Bartyzel K., 2011. Judging dressage competition in the view of improving horse performance assessment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 61(2), 92–102.
- Stachurska A., Liss M., Pawlak D., 2019. Factors that affect horse driving performance. *Pferdeheilkunde – Equine Medicine* 35, 159–165.
- Stachurska A., Pięta M., Nesteruk E., 2002. Which obstacles are most problematic for jumping horses? *Applied Animal Behaviour Science* 77, 197–207.
- Stachurska A., Pięta M., 2003. Czynniki wpływające na częstość błędów popełnianych przez konie w konkursach skoków. *Prace i Materiały Zootechniczne* 61, 61–69.
- Stachurska A., Pięta M., 2004. Factors influencing the horse's results at central Polish Jumping Events. *Annals of Animal Science* 4, 5–13.
- Stachurska A., Pięta M., Wrnak E., 2004. Wpływ cech przeszczód na częstość błędów koni na zawodach ogólnopolskich w skokach. *Acta Scientiarum Polonorum, Zootecnica* 3, 89–100.
- Stachurska A., Pięta M., Niewczas J., Markowski W., 2006a. The freestyle dressage competition as a test of the horse's performance. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 3, 93–100.
- Stachurska A., Pięta M., Jackowski M., Tarnawa-Wójciga A., 2006b. Difficulty of obstacles at Hucul Path – events for Hucul horses. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Ser. Animal Husbandry* 9, 4. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4/art-09.html>.
- Stachurska A., Pięta M., Pfaff Ussing A., Kaproń A., Kwiecińska N., 2010. Difficulty of cross-country obstacles for horses competing in Three Day Events. *Applied Animal Behaviour Science* 123, 101–107.
- Swomowska A., 2016. Analiza wpływu wybranych czynników na wyniki MPMK w powożeniu w latach 2003–2014. *Hodowca i Jeździec* 14(1), 11–14.
- Śpiewak J., Jagła E., Szwierntnia K., Dobrowolski M., Geringer de Oedenberg H., 2012. Analysis of factors influencing average of utility value of horses participating in Polish dressage championship of young horses during 1994–2010. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – Biologia i Hodowla Zwierząt* 65(587), 75–82.

Trudność różnych rodzajów przeszkód maratonu w konnym konkursie powożenia

Iwona Janczarek¹, Bartłomiej Skiba¹, Ewelina Tkaczyk¹, Martyna Mierzicka¹,
Anna Stachurska¹

Wstęp

Konkurencja powożenia zaprzęgami, oprócz dostarczania rozrywki podczas zawodów sportowych, ma za zadanie ocenę wartości użytkowej koni, na podstawie której można dokonać oceny ich wartości hodowlanej [Lewczuk 2008]. Ważne jest, aby ocena ta była jak najbardziej wiarygodna. Specyfika różnych dyscyplin jeździeckich oraz coraz większe wymagania stawiane koniom wyczynowym sprawiają, że hodowcy koni sportowych muszą sprostać coraz to większym wyzwaniom [Jahnke 1994, Pietrzak i in. 2004]. Przy doskonaleniu hodowli zarówno oni, jak i użytkownicy koni powinni wiedzieć, jaki jest wpływ poszczególnych czynników dotyczących warunków konkursu na wyniki szczegółowe i końcowe [McKenzie 2017].

Opublikowano szereg prac naukowych na omawiany temat, analizujących różne konkurencje jeździeckie, np. ujeżdżenie [Stachurska i in. 2006b, Stachurska i Bartyzel 2011] czy wkkw [Stachurska i in. 2010]. Trudność różnych rodzajów przeszkód została zbadana w konkursach skoków [Stachurska i Pięta 2004; Stachurska i in. 2002; 2003; 2004], próbie terenowej i skoków w konkurencji wkkw [Stachurska i in. 2010] oraz na ścieżce huculskiej [Stachurska i in. 2006a]. Poziom trudności przeszkód maratonowych w konkurencji powożenia może zakłócać wiarygodność oceny wartości użytkowej konia, mimo że na różnych zawodach tej samej rangi powinien on być podobny [Przepisy w powożeniu i para-powożeniu zaprzęgami 2019]. Ponadto wiedza o tym, które elementy maratonu najczęściej sprawiają koniom problemy, byłaby cenna dla użytkowników, by móc je lepiej przeciwżyć. W konkurencji powożenia, w tym w maratonie o wyniku decydują oprócz umiejętności powożącego i koni, jakość bryczki, uprząży, budowa i położenie przeszkód, warunki meteorologiczne itd. [Dziezyc i in. 2011]. Z drugiej strony zaprzęgi i ich starty nie są liczne ze względu na duże koszty utrzymania koni, sprzętu, treningu, transportu itp. oraz brak możliwości wielokrotnego startu na jednych zawodach [Przepisy w powożeniu i para-powożeniu zaprzęgami, 2019]. Stąd prace naukowe na temat tego sportu niemalże nie występują. Niedawno zagadnienie to zostało poruszone przez Stachurską i in. [2019], którzy stwierdzili istotny wpływ wieku koni na wyniki. Różnice w liczbie punktów karnych na różnych zawodach wskazały, że trudność próby maratonu i zręczności powożenia rozgrywanych w różnych ośrodkach nie jest jednakowa. Trudność w pokonywaniu przez konie poszczególnych rodzajów przeszkód maratonu do tej pory nie była przedmiotem analiz, stąd podjęto ten temat w niniejszej pracy. Wiele czynników związanych z warunkami konkursu powożenia może zakłócać obraz wartości użytkowej

¹ Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

konia. Jednym z tych czynników może być zróżnicowanie poziomu trudności przeszkód. Celem pracy było przeanalizowanie trudności przeszkód próby maratonu w konkurencji powożenia.

Material i metody

Badaniami objęto krajowe i międzynarodowe zawody w powożeniu zaprzęgami jedno- i parokonnymi rozegrane w Polsce w województwie łódzkim na terenie Stada Ogieńców Bogusławice w dniach od 17 do 19 maja 2019 r. Analizie poddano łącznie 12 klas konkursów, spośród których sześć konkursów było międzynarodowych (gwiazdkowych): CAI 2* – H1, CAI 3* – H2, CAI 2* – P1, CAI 2* – P2, CAI 3* – H1, CAI 3* – H2 oraz sześć krajowych (bezugwiazdkowych) ZK N – 1, ZK L – 1, ZK L – 2, ZK L – 1 KUCE, JUNIORZY KUCE P1, MŁODZIEŻ KONIE D1. Łącznie zbadano 47 startów zaprzęgów w maratonie, w tym 31 przejazdów odbyło się podczas zawodów międzynarodowych i 16 w zawodach krajowych. Ukończone zostały 44 starty (tab. 1). Podział zaprzęgów ze względu na kraj pochodzenia i rodzaj przedstawia tabela 2. Najczęściej startowały zaprzęgi polskie. Liczba startów zaprzęgów jednokonnych wyniosła 27, a parokonnych 20. Informacje na temat liczebności, płci, wieku i rasy koni biorących udział w zawodach

Tabela 1. Zestawienie badanych konkursów

Lp.	Konkurs	N ₁	N ₂
1	CAI 2* – H1	2	2
2	CAI 2* – H2	3	3
3	CAI 2* – P1	1	1
4	CAI 2* – P2	1	1
5	CAI 3* – H1	8	7
6	CAI 3* – H2	16	15
7	ZK N – 1	5	5
8	ZK L – 1	6	6
9	ZK L – 2	2	1
10	ZK L – 1 KUCE	1	1
11	JUNIORZY KUCE P1	1	1
12	MŁODZIEŻ KONIE D1	1	1
Razem		47	44

N₁ – liczba zaprzęgów startujących w maratonie

N₂ – liczba zaprzęgów, które ukończyły maraton

przedstawia tabela 3. Najliczniejszą grupę wiekową stanowiły konie w przedziale 8–12 lat. Najczęściej reprezentowane były rasy śląska, polski koń szlachetny półkrwi (obecnie polski koń sportowy), małopolska i wielkopolska, a w przypadku ras zagranicznych holenderski koń gorącokrwisty.

Wyniki pokonywania poszczególnych przeszkód pozyskano z arkuszy sędziów przeszkodowych. Jako miarę trudności poszczególnych przeszkód przyjęto liczbę punktów karnych bez uwzględniania czasu pokonywania przeszkody. Klasyfikację błędów i odpowiednie liczby punktów karnych przedstawia tabela 4. Czas nie mógł zostać wzięty pod uwagę w analizie, ponieważ zależał od wyboru trasy i bramki alternatywnej przez zawodnika. Nie mógłby zatem charakteryzować analizowanej trudności przeszkody. Konkursy podzielono na międzynarodowe (gwiazdkowe) i krajowe (bezugwiazdkowe). Osiem przeszkód, jakie wchodziły w skład maratonu, zaklasyfikowano do sześciu rodzajów określonych na potrzeby pracy (tab. 5). Czynniki związane z końmi, a także kolejnością przeszkód nie zostały uwzględnione w analizie, ponieważ materiał był zbyt mały, by można je było rozpatrywać. Ponadto dzielność koni startujących w zaprzęgach parokonnych byłaby trudna do oceny.

Tabela 2. Podział startów zaprzęgów ze względu na kraj pochodzenia

Lp.	Kraj	Rodzaj zaprzęgu	Liczba startów
1	Polska	jednokonny	22
2	Polska	parokonny	15
3	Czechy	jednokonny	2
4	Czechy	parokonny	4
5	Słowacja	jednokonny	1
6	Litwa	jednokonny	1
7	Estonia	jednokonny	1
8	Węgry	parokonny	1
Razem			47

Tabela 3. Liczebność startów badanych koni

Grupy płciowe	N	Grupy wiekowe	N	Grupy rasowe	N
Klacze	13	4–7-letnie	18	krajowe	36
Ogiery	19	8–12-letnie	37	zagraniczne	33
Wałachy	37	13-letnie i starsze	14		
Razem	69	Razem	69	Razem	69

N – liczba koni

Tabela 4. Klasyfikacja błędów popełnianych na przeszkodach

Lp.	Rodzaj błędu	Liczba punktów karnych
1	Zrzucenie elementu spadającego	2
2	Zejsście luzaka	20
3	Zejsście zawodnika	20
4	Przewrócenie się pojazdu (nie może jechać dalej)	eliminacja
5	Naprawienie błędu trasy	20
6	Przytrzymanie elementu spadającego	10
7	Luzak trzymający lejce (pojazd w ruchu)	20
8	Luzak używający bata	20
9	Niezatrzymanie się, gdy koń przełoży nogę przez pas pociągowy	30
10	Wejście na konia lub dyszel	20
11	Dwie nogi na przeszkodzie	5
12	Nienaprawiony błąd trasy	eliminacja
13	Nieprzejechanie wszystkich bramek	eliminacja
14	Pomoc zewnętrzna (fizyczna)	eliminacja
15	Niezatrzymanie się, gdy koń przełoży nogę przez orczyk lub dyszel	eliminacja
16	Wyprzęgnięcie konia/koni	eliminacja
17	Przekroczenie limitu 5 minut	eliminacja
18	Brak kasku ochronnego lub kamizelki ochronnej	eliminacja
19	Przeprowadzenie konia przez luzaka	25

Tabela 5. Klasyfikacja rodzajów przeszkód

Lp.	Rodzaj przeszkody	Numer przeszkody w trasie maratonu
1	Bramki + elementy spadające	1, 3, 4
2	Bramki między drzewami	2
3	Bramki + elementy spadające + podjazd	5
4	Bramki + elementy spadające + podjazd + woda	6
5	Bramki + elementy spadające + podjazd + zjazd	7
6	Bramki + woda	8

Przy wykorzystaniu programu SAS (2003) przeprowadzono wieloczynnikową analizę wariancji ANOVA GLM, uwzględniając czynnik rodzaju zaprzęgu (jednokonna/pa-roronna), rodzaju konkursu (międzynarodowy/krajowy) oraz rodzaju przeszkody (1–6). Istotność różnic między średnimi zbadano za pomocą testu Tukeya.

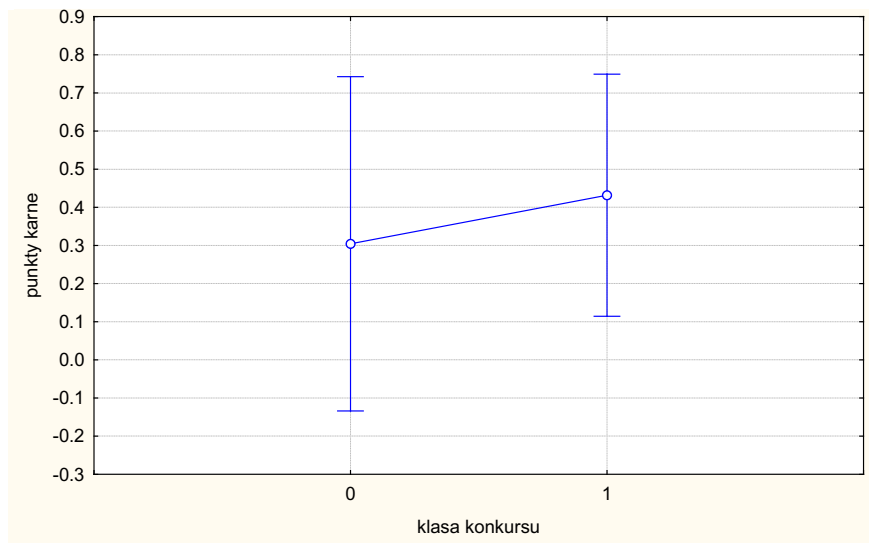
Wyniki

Analiza wariancji wykazała, że badane czynniki – klasa konkursu, rodzaj zaprzęgu i rodzaj przeszkody nie wpływały istotnie na trudność pokonywania przeszkód maratonu (tab. 6).

Tabela 6. Istotność badanych czynników

Czynnik	Prawdopodobieństwo	Istotność
Klasa konkursu	0,9374	$P > 0,05$
Rodzaj zaprzęgu	0,7332	$P > 0,05$
Rodzaj przeszkody	0,3371	$P > 0,05$

Średnia liczba punktów karnych za pokonanie różnych rodzajów przeszkód w konkursach gwiazdkowych i bezgwiazdkowych nie różniła się istotnie ($P > 0,05$), choć zauważalna była tendencja wyższej średniej w konkursach gwiazdkowych (ryc. 1).

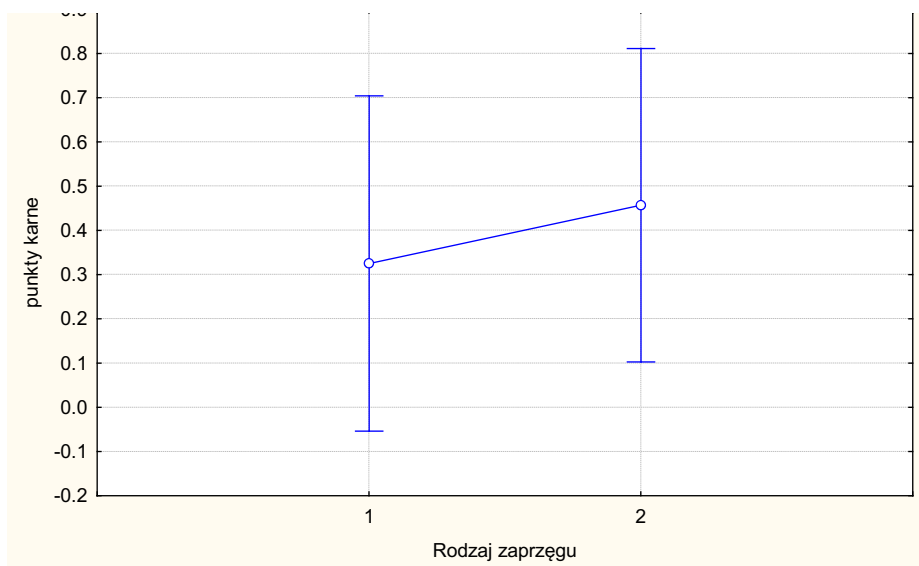


0.	Konkursy bezgwiazdkowe	0,30 ^a
1.	Konkursy gwiazdkowe	0,43 ^a

Średnie oznaczone literą a nie różnią się istotnie ($p > 0,05$).

Ryc. 1. Średnie punktów karnych za pokonanie przeszkód maratonu w konkursach gwiazdkowych i bezgwiazdkowych (pionowe odcinki oznaczają przedziały ufności)

Podobnie średnie punktów karnych w konkursach zaprzęgów jednokonnech i parokonnech nie różniły się istotnie, chociaż można było odnotować tendencję wyższych ocen dla zaprzęgów parokonnech (ryc. 2).

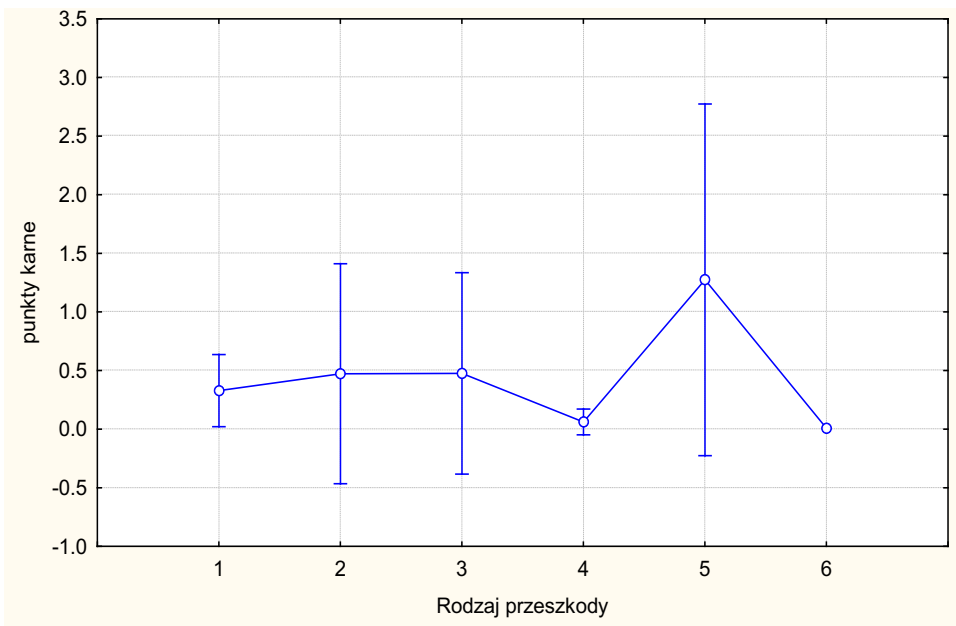


1.	Zaprzęgi jednokonne	0,32 ^a
2.	Zaprzęgi parokonne	0,46 ^a

Średnie oznaczone literą a nie różnią się istotnie ($p > 0,05$).

Ryc. 2. Średnie punktów karnych za pokonanie przeszkód maratonu zaprzęgów jednokonnech i parokonnech (pionowe odcinki oznaczają przedziały ufności)

Średnie punktów karnych za pokonywanie różnych rodzajów przeszkód mieściły się w przedziale od 0,00 do 1,27, nie różniąc się statystycznie istotnie (ryc. 3). Odnotowano jednak dość wyraźną tendencję wyższej średniej za piąty rodzaj przeszkody (bramki + elementy spadające + podjazd + zjazd), a niższej za czwarty (bramki + elementy spadające + podjazd + woda) i szósty (bramki + woda). Najmniejszym przedziałem ufności charakteryzowała się przeszkoda rodzaju szóstego (bramki + woda) i czwartego (bramki + elementy spadające + podjazd + woda).



1	Bramki + elementy spadające	0,32
2	Bramki między drzewami	0,47
3	Bramki + elementy spadające + podjazd	0,47
4	Bramki + elementy spadające + podjazd + woda	0,05
5	Bramki + elementy spadające + podjazd + zjazd	1,27
6	Bramki + woda	0,00

Ryc. 3. Średnie punktów karnych za pokonanie różnych rodzajów przeszkód maratonu (pionowe odcinki oznaczają przedziały ufności)

Dyskusja

Intencją twórców sportowej konkurencji powożenia, a dokładniej prób maratonu i zręczności było jak największe zróżnicowanie tras i przeszkód [Przepisy w powożeniu i para-powożeniu zaprzęgami, 2019]. Ma to przekładać się na atrakcyjność widowiska, a również być wyzwaniem dla startujących zaprzęgów – powożących i koni. Z drugiej strony trudność zadań w konkursach i zawodach tej samej rangi powinna być podobna. W pracy podjęto próbę przeanalizowania trudności, jaką stwarzają dla koni przeszkody maratonu oraz określenia czynników, które mogą mieć wpływ na wyniki ich pokonywania.

Jak wspomniano we wstępie, wielość czynników zaznaczających się w tej konkurencji i niewielka liczebność startów w porównaniu z innymi konkurencjami jeździeckimi są przyczyną ograniczonych możliwości prowadzenia analiz statystycznych wyników. W niniejszej pracy badanie było jeszcze bardziej utrudnione, gdyż w większości przypadków zaprzęgi pokonały przeszkody maratonu bezbłędnie. Wynik ten potwierdza dotychczasowe, nieliczne rezultaty badań i obiegowe opinie mówiące o tym, że próba maratonu nie jest zasadniczym czynnikiem decydującym o końcowej klasyfikacji zaprzęgów w całym konkursie [Stachurska i in. 2010]. O klasyfikacji tej od wielu lat w większym stopniu decydują wyniki próby ujeżdżenia i zręczności powożenia.

Skoro przeszkody maratonu były pokonywane zazwyczaj bezbłędnie, badane czynniki – klasa konkursu, rodzaj zaprzęgu i sam rodzaj przeszkody nie mogły okazać się istotnymi statystycznie, a także różnice w liczbie punktów karnych otrzymywanych na poszczególnych przeszkodach nie mogły być istotne. Zaobserwowano jedynie tendencje większej liczby punktów karnych w zawodach gwiazdkowych niż bezgwiazdkowych i podobnie większej liczby tych punktów otrzymywanych przez zaprzęgi parokonne niż jednokonne. Wydaje się, że w zawodach gwiazdkowych wymagania stawiane zawodnikom i koniom są większe i mimo wyższego poziomu wytrenowania częściej mogą wystąpić błędy. Podobnie trudniejsze jest powożenie parą niż zaprzęgiem jednokonnym, gdyż trzeba opanować dwa konie, a nie jednego i przy tym muszą one być zgrane ze sobą [Faudel-Philips 1979, Nowicka 2000]. Jak wspomniano, zaobserwowano jedynie pewne tendencje w zróżnicowaniu trudności rodzajów przeszkód – głównym przedmiocie opracowania. Należy podkreślić, że sama budowa poszczególnych rodzajów przeszkód nie różniła się zasadniczo. Rodzaje przeszkód, jakie udało się wyróżnić, zawierały jedynie pewne odmienne elementy, lecz ogólny charakter był podobny. Fakt ten mógł być również przyczyną podobieństwa wyników na poszczególnych rodzajach przeszkód. Nieco więcej błędów popełniano na przeszkodzie piątego rodzaju, w którym oprócz bramek, elementów spadających i podjazdu wystąpił zjazd – element obecny tylko w tym rodzaju przeszkody. Szeroki przedział ufności mówi o większej zmienności wyników w tym zakresie. Wydaje się zatem, że właśnie zjazd stanowi większą trudność dla koni. Interesujący jest również fakt, że nieco mniej punktów karnych zaprzęgi otrzymały, pokonując jedynie dwa rodzaje przeszkód, w których wystąpiły zbiorniki wodne. Może to oznaczać, że konie trenowane do konkurencji powożenia są doskonale obznajomione z wchodzeniem na lustro wody. Kiedyś uważano, że tzw. woda jest dla koni najbardziej stresującą przeszkodą, więc być może dlatego obecnie więcej czasu poświęca się jej w czasie treningu [Faudel-Philips 1979]. Podsumowując można stwierdzić, że trudność pokonywania różnego rodzaju przeszkód maratonu w obrębie badanych zawodów była podobna.

Wnioski

Przeprowadzona próba analizy trudności przeszkód maratonu w konkurencji powożenia pozwoliła na sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Przeszkody maratonu mają podobny charakter i niemożliwe jest podzielenie ich na rodzaje zdecydowanie różniące się budową.
2. Większość rodzajów przeszkód maratonu została pokonana bezbłędnie, więc ich trudność dla koni mierzona liczbą punktów karnych nie różniła się statystycznie.

3. Wpływ czynnika klasy konkursu i rodzaju zaprzęgu na wynik pokonywania poszczególnych rodzajów przeszkód nie był istotny.

Piśmiennictwo

- Dziezyc J., Talyor L., Bogges M.M., Scott H.M., 2011. The effect of ocular blinkers on the horses reactions to four different visual and audible stimuli: results of a crossover trial. *Veterinary Ophthalmologists* 14, 327–332.
- Faudel-Philips H., 1979. *The driving book – breaking and schooling*. J.A. Allen & Co., London, New York.
- Jahnke H.D., 1994. Animal welfare and safety aspects for coach driving. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 101, 123–125.
- Lewczuk D., 2008. Selekcja koni sportowych. *Hodowca i Jeździec* 4, 31–32.
- McKenzie E., 2017. Foundations of performance – factors that contribute to excellence in equine exercise. *Comparative Exercise Physiology* 13, 127–135.
- Nowicka D., 2000. *ABC powożenia*. Salon Pegaz, Poznań.
- Pietrzak S., Bekiesz D., Cuber A., 2004. Określenie wartości użytkowej różnych ras koni w poszczególnych dyscyplinach krajowego sportu jeździeckiego w latach 2001–2002. *Przegląd Hodowlany* 72, 75–76.
- Przepisy w powożeniu i para-powożeniu zaprzęgami, 2019. *Polski Związek Jeździecki*, Warszawa.
- Stachurska A., Bartyzel K., 2011. Judging dressage competition in the view of improving horse performance assessment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 61, 92–102.
- Stachurska A., Liss M., Pawlak D., 2019. Factors other than training that affect horse driving performance. *Pferdeheilkunde – Equine Medicine* 35, 159–165.
- Stachurska A., Pięta M., 2003. Czynniki wpływające na częstość błędów popełnianych przez konie w konkursach skoków. *Prace i Materiały Zootechniczne* 61, 61–69.
- Stachurska A., Pięta M., 2004. Factors influencing the horse's results at central Polish Jumping Events. *Annals of Animal Science* 4, 5–13.
- Stachurska A., Pięta M., Jackowski M., Tarnawa-Wójciga A., 2006a. Difficulty of obstacles at Hucul Path – events for Hucul horses. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Seria Animal Husbandry* 9, 4. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4>.
- Stachurska A., Pięta M., Nesteruk E., 2002. Which obstacles are most problematic for jumping horses? *Applied Animal Behaviour Science* 77, 197–207.
- Stachurska A., Pięta M., Niewczas J., Markowski W., 2006b. The freestyle dressage competition as a test of the horse's performance. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 3, 93–100.
- Stachurska A., Pięta M., Wnuk E., 2004. Wpływ cech przeszkód na częstość błędów koni na zawodach ogólnopolskich w skokach. *Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica* 3, 89–100.
- Stachurska A., Pięta M., Phaff Ussing A., Kaproń A., Kwiecińska N., 2010. Difficulty of cross-country obstacles for horses competing in Three Day Events. *Applied Animal Behaviour Science* 123, 101–107.

Które przeszkody sprawiają koniom najwięcej trudności w konkursie – próbie zręczności powożenia?

Anna Stachurska¹, Paulina Krzewińska¹, Anna Wiśniewska¹, Izabela Wilk¹

Wstęp

W dzisiejszych czasach większość koni użytkowana jest rekreacyjnie bądź w sporcie amatorskim. Hodowla koni większości ras półkrwi ukierunkowana jest jednak na konie wyczynowe, gdyż sukcesy sportowe promują rasę i pozwalają na zajęcie wysokich miejsc w rankingach, co z kolei przekłada się na zyski finansowe. Sport zaprzęgowy (powożenie) może być traktowany jako rodzaj kultury fizycznej, a przede wszystkim rozrywka dla ludzi. Dla hodowców zarówno wyniki konkursów, jak i prób dzielności młodych koni mogą służyć w ocenie wartości użytkowej koni [Kaproń i Niewiński 2011; Śpiewak i in. 2011]. Na jej podstawie można dokonać oszacowania wartości hodowlanej, która jest najbardziej wiarygodnym estymatorem jakości konia. Powożenie stawia wobec hodowców i użytkowników koni dość trudne wyzwanie, ponieważ koń zaprzęgowy musi wykazywać się niezwykłym ruchem, wytrzymałością oraz odpowiednim temperamentem i charakterem [Nowicka-Posłuszna 2008a, b, Kozłowski 2006a, b, c]. Powszechna powinna być świadomość, jaki wpływ mają warunki przeprowadzanych konkursów, które mogą zakłócić ocenę dzielności, a co za tym idzie, oszacowaną wartość hodowlaną koni.

Badania dotyczące innych konkurencji jeździeckich wykazały, że wiele tego rodzaju czynników jest statystycznie istotnych. Na przykład w ujeżdżeniu subiektywizm sędziów i ich niezgodność w ocenach często decydują o wynikach końcowych [Stachurska i in. 2006b, Stachurska i Bartyzel 2011]. Cechy przeszkód w takich konkurencjach, jak skoki [Stachurska i Pięta 2003, Stachurska i in. 2002, 2004], wkwk [Stachurska i in. 2010] czy też w tzw. ścieżce huculskiej [Stachurska i in. 2006a] mają kluczowy wpływ na popełniane błędy. Według zasad – gospodarz toru powinien się kierować ideą jak największego urozmaicenia przeszkód dla zwiększenia atrakcyjności imprezy [Driving and para driving rules 2019], jednak trudność przeszkód na poszczególnych zawodach tej samej rangi powinna być podobna. Ocena startujących w nich koni jest wówczas porównywalna.

Jak dotąd wyniki koni w konkurencji powożenia zostały zbadane w ramach pracy Stachurskiej i in. [2019]. Słaba znajomość czynników, które wpływają na wyniki sportowych koni zaprzęgowych była powodem podjęcia tego tematu w niniejszej pracy. Hipoteza pracy zakłada, że różne czynniki poza dzielnością i poziomem wytrenowania koni wpływają na rezultaty konkursów. Celem pracy było określenie trudności różnych rodzajów przeszkód próby zręczności powożenia.

¹ Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Material i metody

Przeanalizowano 47 przejazdów w konkursach zręczności powożenia, które zostały rozegrane w dniach 17–19 maja 2019 r. na międzynarodowych i krajowych zawodach w Bogusławicach w województwie łódzkim. Na zawodach międzynarodowych było 31 startów, a na krajowych 16. W ramach zawodów rozegrano 12 konkursów różnych klas: konkursy z gwiazdką były międzynarodowe, a bez gwiazdki – krajowe (tab. 1). Konkursy były przeznaczone dla zaprzęgów jednokonných (8) lub parokonných (4).

Tabela 1. Zestawienie konkursów

Lp.	Klasa	Rodzaj konkursu	Liczba przejazdów	Rozstaw kegli (cm)	Tempo (m/min)	Dystans (m)	Norma czasu (s)
1	L – D1	jednokonne	6	170	230	760	198
2	L – D2	parokonne	2	180	230	760	198
3	L – P1	jednokonne	1	170	240	760	190
4	J – P1	jednokonne	1	170	240	760	190
5	Y – P1	jednokonne	1	170	240	760	190
6	N – D1	jednokonne	5	170	240	760	190
7	CAI2* – H1	jednokonne	2	160	250	700	168
8	CAI2* – H2	parokonne	3	170	250	700	168
9	CAI2* – P1	jednokonne	1	160	260	700	162
10	CAI2* – P2	parokonne	1	160	260	700	168
11	CAI3* – H1	jednokonne	8	160	250	700	168
12	CAI3* – H2	parokonne	16	170	250	700	168

We wszystkich konkursach był ten sam parkur składający się z 20 przeszkód, w tym dwóch przeszkód wielocłonowych (po 4 człony), co dało łącznie 26 członów do pokonania. Przeszkody podzielono na potrzeby pracy na cztery rodzaje – pojedyncze – zwykłe, pojedyncze – oksery, wielocłonowe – serpentyny/zygzaki oraz pojedyncze – jokery (tab. 2). Klasy konkursów różniły się rozstawem kegli (160, 170 lub 180 cm).

Tak jak wspomniano, w zawodach startowały zaprzęgi jednokonne (25 startów) i parokonne (22 starty), co dało łącznie 69 startów koni, biorąc je pod uwagę pojedynczo (tab. 3). W zawodach uczestniczyło łącznie 33 mężczyzn i 14 kobiet. Liczebność startów mężczyzn była niemal dwukrotnie wyższa niż kobiet. Powożący pochodzili przede wszystkim z Polski, czasem z Czech, a ponadto startowały zaprzęgi z Estonii, Łotwy, Słowacji i Węgier.

Tabela 2. Rodzaje przeszkód w konkursach

Lp.	Rodzaj przeszkody	Liczba na parkurze	Kolejność
1	Pojedyncza – zwykła	14	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20
2	Pojedyncza – okser	2	10, 13
3	Wielozłonowa – seprentyna/ zygzak	2	4, 11
4	Pojedyncza – joker	2	9, 19
Razem		20	–

Tabela 3. Dane dotyczące startów zaprzęgów

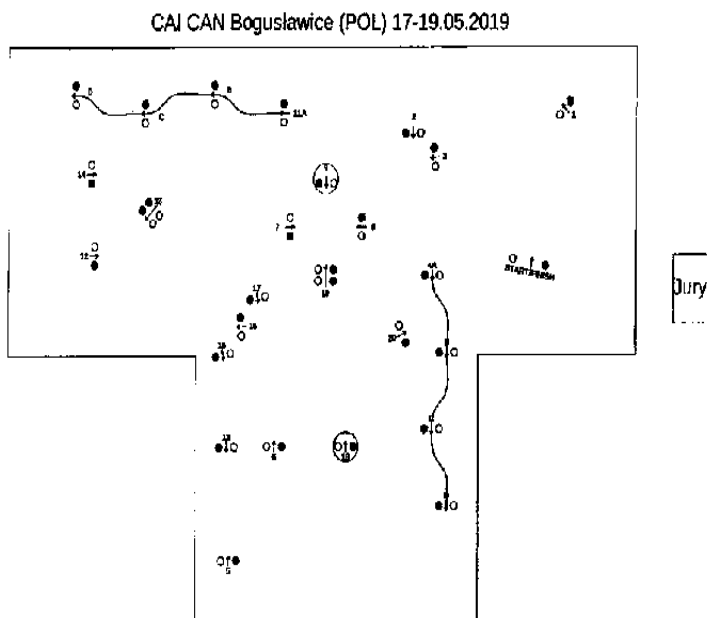
Lp.	Czynniki	Grupy	Liczba startów
1	Rodzaj zaprzęgu	jednokonne	25
		parokonne	22
2	Płeć powożącego	kobieta	14
		mężczyzna	33
3	Narodowość powożącego	Estonia	1
		Łotwa	1
		Polska	37
		Czechy	6
		Słowacja	1
		Węgry	1

Dane dotyczące koni przedstawia tabela 4. Konie startowały jednokrotnie. Było to 13 klaczy, 37 wałachów i 19 ogierów. Przy podziale na grupy wiekowe liczebnie dominowały konie od 8 do 11 lat. Pod względem rasy wśród koni krajowych startowało 19 koni śląskich, 11 polskich koni szlacheckich półkrwi (obecnie polski koń sportowy), trzy wielkopolskie i jeden małopolski, a spośród zagranicznych 11 holenderskich koni gorącokrwistych (KWPN), cztery welsh cob oraz pojedynczy przedstawiciele innych ras. W większości startowały konie gniade, następnie kare, siwe i kasztanowate.

Pozyskano dane dotyczące zaprzęgów, w tym koni, poszczególnych przeszkód, a także planu parkuru i protokoły wyników konkursów. Wykonano zdjęcia przeszkód. Zgodnie z celem pracy w analizie skoncentrowano się na czynnikach dotyczących warunków konkursów, w tym przeszkód – klasy konkursu, rodzaju zaprzęgu, rodzaju przeszkody oraz rozstawu kegli. Uwzględniono również kolejność pokonywanych przeszkód. Czynniki związane z powożącymi i końmi nie zostały uwzględnione w analizie, gdyż materiał był zbyt szczupły, by móc je rozpatrywać. Ponadto dzielność koni startujących w konkursach parokonnych byłaby trudna do oceny.

Tabela 4. Dane dotyczące startów koni

Lp.	Czynniki	Grupy	Liczba
1	Płeć	klacze	13
		wałachy	37
		ogierey	19
2	Grupa wiekowa	4–7 lat	20
		8–11 lat	31
		12 lat i poniżej	18
3	Rasa	krajowa	36
		zagraniczna	30
		nieznana	3
4	Maść	kara	22
		gniada	30
		kasztanowata	7
		siwa	10



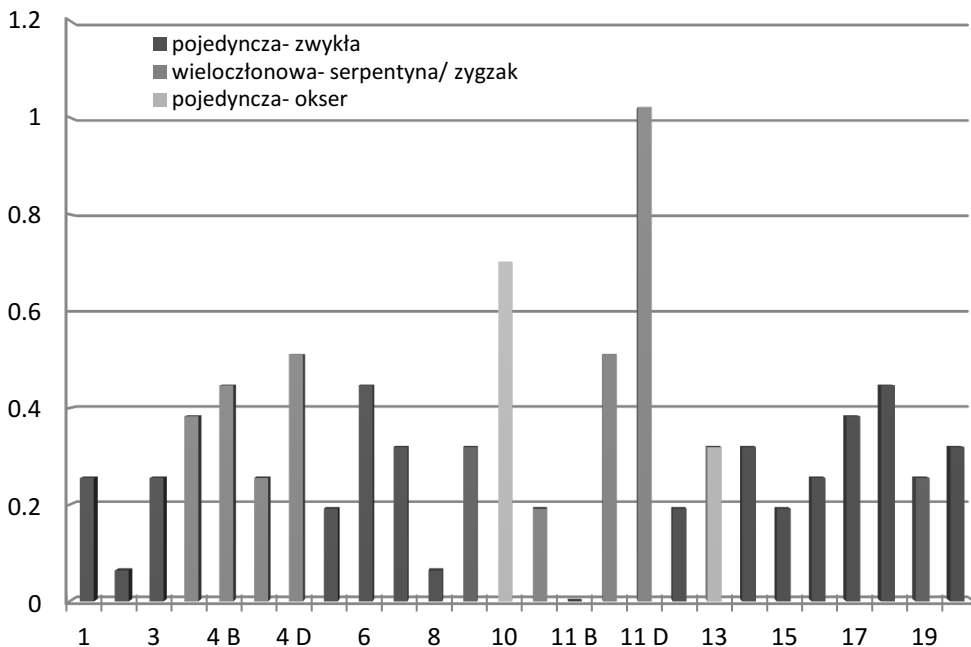
Ryc. 1. Plan parkuru, 1–20 – kolejne przeszkody

Jako miarę trudności pokonania danej przeszkody przyjęto liczbę otrzymanych punktów karnych. Zaprzęg uzyskiwał 0 punktów karnych za bezbłędne pokonanie przeszkody i 3 punkty karne za zrzutkę piłeczki z kegla. Na przeszkodach pojedynczych zawodnik mógł otrzymać 3 punkty karne, a na wielocłonowych 12 – po 3 punkty na każdym członie przeszkody. Zasady przyznawania punktów karnych na przeszkodach wielocłonowych pozwoliły na potraktowanie ich jako osobne przeszkody. Aby jak najbardziej ograniczyć wpływ różnych czynników, punkty karne za nieposłuszeństwo i przekroczenie normy czasu nie były brane pod uwagę. Rycina 1 zawiera plan parkuru, który obowiązywał na zawodach w Bogusławicach.

Przy wykorzystaniu programu SAS (2003) przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji dotyczącą trudności pokonania kolejnych przeszkód (26) oraz analizę wieloczynnikową ANOVA GLM uwzględniającą czynnik klasy konkursu (gwiazdkowe/ bezgwiazdkowe), rodzaju zaprzęgu (jednokonne/ parokonne), rodzaju przeszkody (1–4) oraz rozstawu kegla (160 cm/ 170 cm/ 180 cm). Istotność różnic między średnimi zbadano za pomocą testu Tukeya.

Wyniki

Średnie punktów karnych otrzymanych na kolejnych przeszkodach parkuru przedstawia rycina 2. Wynika z niej, że pierwsze trzy przeszkody należały do łatwiejszych, a poziom trudności dalszych wahał się. Najtrudniejsze przeszkody umieszczono w środku trasy.



Ryc. 2. Średnia punktów karnych otrzymanych na kolejnych przeszkodach parkuru

W tabeli 5 przedstawiono zestawienie poszczególnych przeszkód parkuru według uporządkowanej średniej liczby punktów karnych za ich pokonanie obliczonej za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji. Błędy były istotnie najczęstsze na przeszkodzie 11D (ostatni człon przeszkody wieloczłonowej – serpentyna/zygzak) oraz przeszkodzie 10 (pojedyncza – okser), natomiast najrzadziej popełniano je na przeszkodach oznaczonych numerami: 11B, 2, 8, 15, 12, 11, 5, 1, 4C, 19, 3 i 16.

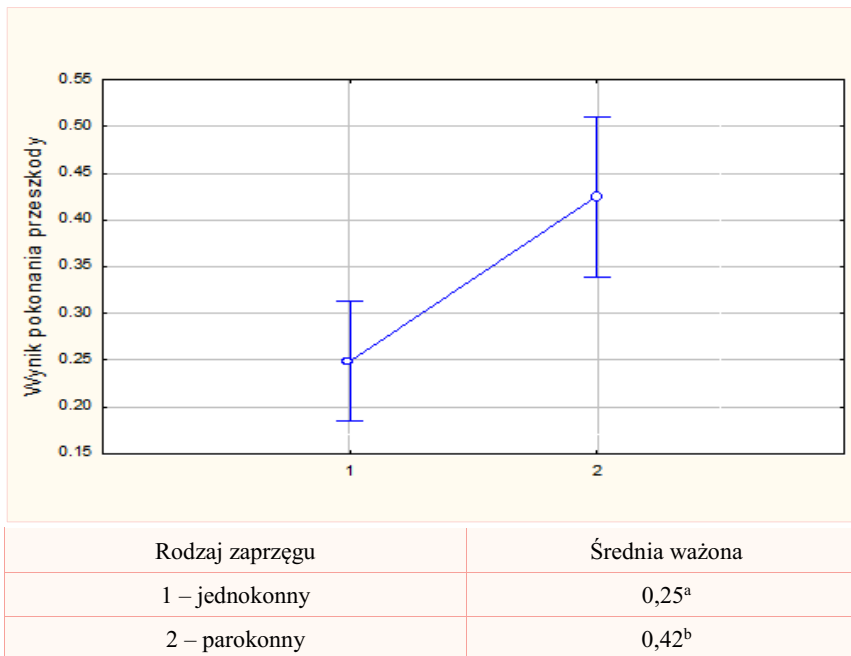
Tabela 5. Średnie punktów karnych za pokonanie poszczególnych przeszkód parkuru

Lp.	Numer przeszkody	Rodzaj przeszkody	Średnia punktów karnych
1	11 B	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,00 ^a
2	2	pojedyncza – zwykła	0,06 ^a
3	8	pojedyncza – zwykła	0,06 ^a
4	15	pojedyncza – zwykła	0,19 ^a
5	12	pojedyncza – zwykła	0,19 ^a
6	11 A	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,19 ^a
7	5	pojedyncza – zwykła	0,19 ^a
8	1	pojedyncza – zwykła	0,26 ^a
9	4 C	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,26 ^a
10	19	pojedyncza – joker	0,26 ^a
11	3	pojedyncza – zwykła	0,26 ^a
12	16	pojedyncza – zwykła	0,26 ^a
13	13	pojedyncza – okser	0,32 ^{ab}
14	9	pojedyncza – joker	0,32 ^{ab}
15	14	pojedyncza – zwykła	0,32 ^{ab}
16	7	pojedyncza – zwykła	0,32 ^{ab}
17	20	pojedyncza – zwykła	0,32 ^{ab}
18	4 A	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,38 ^{ab}
19	17	pojedyncza – zwykła	0,38 ^{ab}
20	18	pojedyncza – zwykła	0,45 ^{ab}
21	6	pojedyncza – zwykła	0,45 ^{ab}
22	4 B	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,45 ^{ab}
23	4 D	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,51 ^{ab}
24	11 C	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	0,51 ^{ab}
25	10	pojedyncza – okser	0,70 ^{ab}
26	11 D	wieloczłonowa – serpentyna/ zygzak	1,02 ^b

Średnie oznaczone literami a, b różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Tabela 6. Istotność badanych czynników

Czynnik (poziomy czynnika)	Prawdopodobieństwo	Istotność
Klasa konkursu (gwiazdkowy – od L – D1 do N – D1/ bezgwiazdkowy – od CAI2* – H1 do CAI3* – H2)	0,0031	0,01
Rodzaj zaprzęgu (jednokonne/parokonne)	0,1675	–
Rodzaj przeszkody (pojedyncza – zwykła/ pojedyncza – okser/ wielocłonowa – serpentyna/ zygzak/ pojedyncza – joker)	0,0171	0,05
Rozstaw kegla (160 cm/ 170 cm/ 180 cm)	0,0781	–



Średnie oznaczone literami a, b różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Ryc. 3. Średnie punktów karnych otrzymanych przez zaprzęgi jednokonne i parokonne

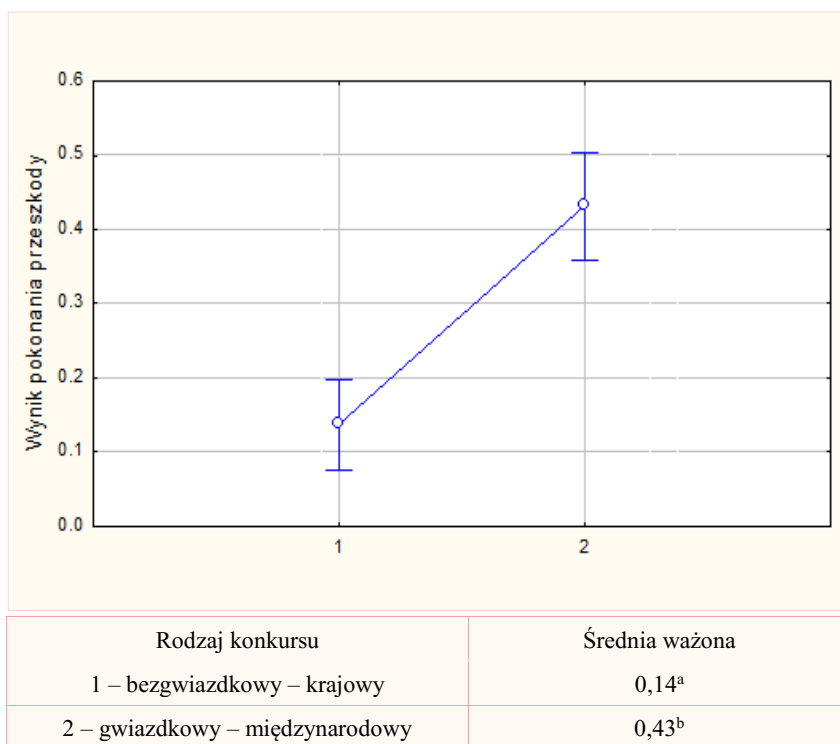
Rezultaty wieloczynnikowej analizy wariancji wykazały, że dwa spośród badanych czynników istotnie wpływały na wynik pokonania przeszkody – klasa konkursu ($p < 0,01$) oraz rodzaj przeszkody ($p < 0,05$; tab. 6). Rodzaj zaprzęgu oraz rozstaw kegla okazały się czynnikami nieistotnymi.

Zaprzęgi parokonne otrzymały za pokonanie przeszkód istotnie więcej punktów karnych niż zaprzęgi jednokonne (ryc. 3).

W konkursach gwiazdkowych – międzynarodowych, zaprzęgi otrzymały ponad trzykrotnie więcej punktów karnych niż w konkursach niższych rangą bezgwiazdkowych – krajowych i była to różnica istotna statystycznie (ryc. 4).

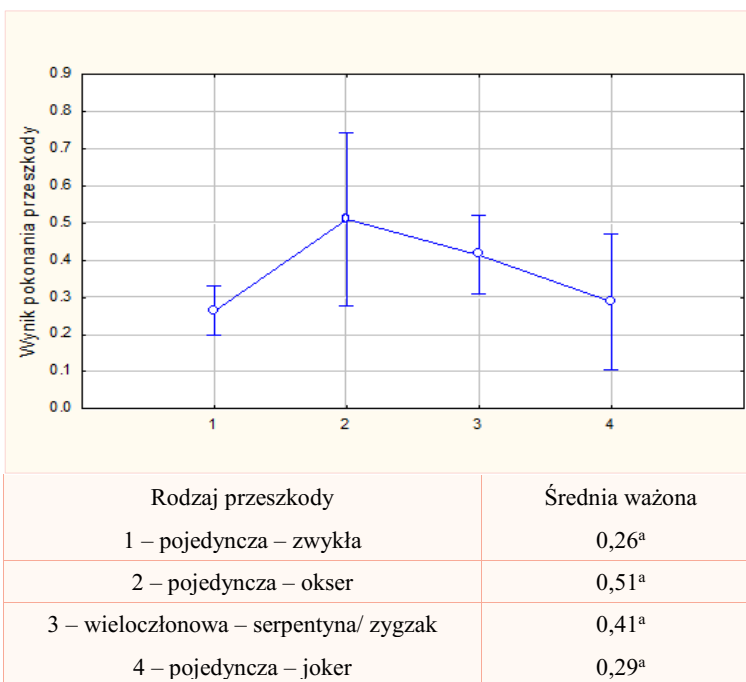
Nie stwierdzono istotnych różnic między średnimi punktów karnych za pokonanie różnego rodzaju przeszkód (ryc. 5). Jak widać, nieistotnie więcej błędów popełniono na okserach i przeszkodach wieloczłonowych.

Nie stwierdzono również istotnych różnic między średnimi punktów karnych otrzymanymi przy różnego rodzaju rozstawie kegla (ryc. 6). Nieistotnie mniej błędów popełniono przy rozstawie kegla 180 cm.



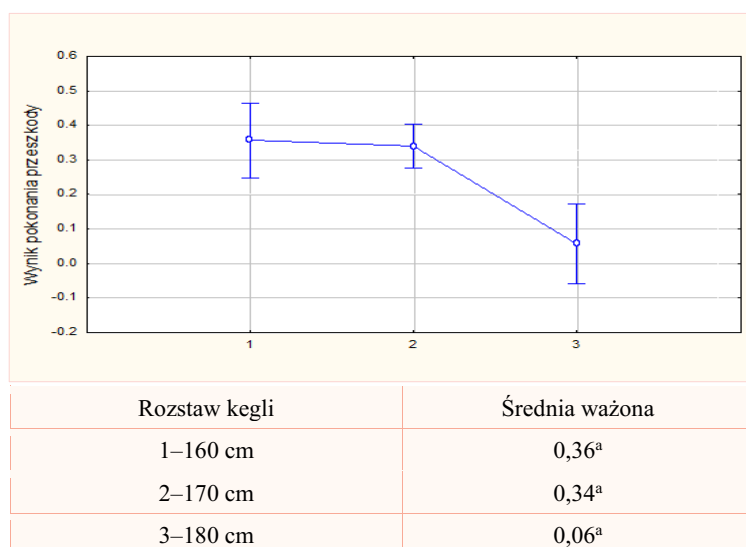
Średnie oznaczone literami a, b różnią się istotnie przy $p < 0,05$.

Ryc. 4. Średnia punktów karnych otrzymanych w konkursach bezgwiazdkowych – krajowych oraz gwiazdkowych – międzynarodowych



Średnie oznaczone literami a, b różnią się istotnie przy ($p > 0,05$).

Ryc. 5. Średnia punktów karnych za pokonanie różnego rodzaju przeszkód



Średnie oznaczone literami a nie różnią się istotnie ($p > 0,05$).

Ryc. 6. Średnia punktów karnych otrzymanych przy różnego rodzaju rozstawie kegli

Dyskusja

Analiza wyników zawodów w powożeniu jest wyjątkowo trudna ze względu na fakt, że z jednej strony startuje w nim niewiele zaprzęgów w porównaniu z liczbą koni w konkurencjach jeździeckich, z drugiej – na rezultaty wpływa wiele czynników [Stachurska i in. 2019]. Do typowych czynników charakteryzujących konie, takich jak płeć, wiek, rasa oraz związanych z powożącymi – ich płeć, wiek, kraj pochodzenia, dochodzi bryczka i uprzęż, które są do pewnego stopnia znormalizowane [Driving rules and para driving rules 2019]. Ponadto oddziaływać mogą czynniki dotyczące warunków konkursu, w tym przeszkód. W niniejszej pracy, ze względu na niewielką liczebność wyników, analizowane czynniki ograniczono do tych ściśle związanych z przeszkodami, rodzajem zaprzęgów oraz klasą konkursu.

Wyniki wskazują, że trudność przeszkód mierzona średnią liczbą punktów karnych jest zróżnicowana, jeśli chodzi o kolejność przeszkód na parkurze – przeszkody najtrudniejsze umieszczone są w środku trasy. Wydaje się, że na początku powinny znajdować się przeszkody łatwiejsze, jak gdyby zachęcające do rozpoczęcia przejazdu. Z kolei na końcu konie mogą być zmęczone i zdekoncentrowane, więc również przeszkody nie powinny należeć do szczególnie trudnych, co zgodne jest z uzyskanymi wynikami.

Zależnie od kolejności przeszkód, trudność poszczególnych przeszkód była zróżnicowana. Do łatwiejszych zaliczały się głównie przeszkody pojedyncze i pierwsze człony przeszkód wieloczłonowych, najtrudniejszy zaś był ostatni człon przeszkody czteroczłonowej. Wydaje się, że przy pokonywaniu pierwszych członów przeszkody wieloczłonowych konie nie zdają sobie sprawy z tego, że za nimi w bliskiej odległości ustawione są człony następne, co pociąga za sobą większą liczbę błędów. Podobne wyniki uzyskali Stachurska i Pięta [2003, 2004] oraz Stachurska i in. [2002, 2004] przy analizie trudności szeregów w konkursach skoków. Zjawisko takie jest szczególnie ważne w szeregach potrójnych – drugi człon konie skaczą jak gdyby z rozpędu, a gros błędów popełniają na członie trzecim.

Wyniki własne wskazują, że czynnik rodzaju przeszkody istotnie wpływa na wynik, choć różnice między poszczególnymi rodzajami przeszkód są nieistotne. Tak więc można mówić o tendencji do większej trudności okserów i przeszkód wieloczłonowych w porównaniu z przeszkodami pojedynczymi zwykłymi, co zgodne jest z poprzednimi stwierdzeniami dotyczącymi poszczególnych przeszkód i ich kolejności na parkurze. O podobnym poziomie trudności różnych rodzajów przeszkód ze statystycznego punktu widzenia świadczy również fakt, że czynnik szerokości rozstawu kegli był nieistotny. Jak wiadomo jednak, rozstaw kegli jest głównym kryterium różniącym klasy konkursów [Driving rules and para driving rules 2019, Przepisy jeździeckie 2019].

Z analizy wynika, że konie są dobrze przygotowane do konkursów. Z drugiej strony, czynnik klasy konkursu okazał się istotny – w konkursach gwiazdkowych popełniano więcej błędów niż bezgwiazdkowych. Można zatem sądzić, że większe znaczenie mają inne czynniki różniące klasy niż szerokość rozstawu kegli. Z kolei większą liczbę punktów karnych popełnianych przez zaprzęgi parokonne w porównaniu z zaprzęgami jednokonnymi można wytłumaczyć tym, że para koni jest trudniejsza do opanowania, a ponadto konie wchodzące w jej skład muszą być zgrane [Faudel-Phillips 1965, De Comminges 1979, Howlett 1988, Prus-Niewiadomski 1995]. Reasumując, można stwierdzić, że badania potwierdziły hipotezę o istotnym wpływie klasy konkursu i rodzaju przeszkody na rezultaty konkurencji powożenia.

Wnioski

Przeprowadzona analiza pozwoliła na sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Trudność poszczególnych przeszkód konkursu zręczności powożenia jest zróżnicowana.
2. W zakresie różnych rodzajów przeszkód istnieje jedynie nieistotna tendencja do większej liczby punktów karnych otrzymanych na okserach i przeszkodach wieloczołowych w porównaniu z przeszkodami pojedynczymi i jokerem.
3. Szerokość rozstawu kegla nie wpływa istotnie na wynik zaprzęgów.
4. Konie popełniają więcej błędów na zawodach międzynarodowych niż krajowych i w konkursach dla zaprzęgów parokonnych niż jednokonnych.

Piśmiennictwo

- De Comminges, 1979. *Dressage et Menage*. Éditions Elbé, Paryż.
- Driving rules and para driving rules, 2019. Fédération Equestre International, Lozanna.
- Faudel-Phillips M., 1965. *The driving book – breaking and schooling*. J.A. Allen, London.
- Howlett E., 1988. *Leçons de Guides*. Éditions Jean-Michel Place, Paryż.
- Kaprań M., Niewiński W., 2011. Próby dzielności koni zaprzęgowych – anachronizm czy konieczność? *Hodowca i Jeździec*, 7–9.
- Kozłowski I., 2006a. Jaki koń do zaprzęgu? (cz. I). *Koń Polski* 12, 56–58.
- Kozłowski I., 2006b. Rodzaje zaprzęgów. *Koń Polski* 4, 30–33.
- Kozłowski I., 2006c. Styl sportowy. *Koń Polski* 11, 56–59.
- Nowicka-Posłuszna A., 2008a. Polski sport zaprzęgowy (cz. I). *Przegląd Hodowlany* 8, 26–29.
- Nowicka-Posłuszna A., 2008b. Polski sport zaprzęgowy (cz. II). *Przegląd Hodowlany* 10, 14–18.
- Prus-Niewiadomski Z., 1995. Zaprzęgi jednokonne. *Koń Polski* 30(4), 12–13.
- Przepisy jeździeckie. Polski Związek Jeździecki, 2019. Warszawa.
- Stachurska A., Bartyzel K., 2011. Judging dressage competition in the view of improving horse performance assessment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 61, 92–102.
- Stachurska A., Liss M., Pawlak D., 2019. Factors that affect horse driving performance. *Pferdeheilkunde – Equine Medicine* 35, 159–165.
- Stachurska A., Pięta M., 2003. Czynniki wpływające na częstość błędów popełnianych przez konie w konkursach skoków. *Prace i Materiały Zootechniczne* 61, 61–69.
- Stachurska A., Pięta M., 2004. Factors influencing the horse's results at central Polish Jumping Events. *Annals of Animal Science* 4, 5–13.
- Stachurska A., Pięta M., Jackowski M., Tarnawa-Wójciga A., 2006a. Difficulty of obstacles at Hucul Path – events for Hucul horses. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry* 9, 4. <http://www.ejpau.media.pl/volume9/issue4/art-09.html>.
- Stachurska A., Pięta M., Nesteruk E., 2002. Which obstacles are most problematic for jumping horses? *Applied Animal Behaviour Science* 77, 197–207.
- Stachurska A., Pięta M., Niewczas J., Markowski W., 2006b. The freestyle dressage competition as a test of the horse's performance. *Equine and Comparative Exercise Physiology* 3, 93–100.
- Stachurska A., Pięta M., Phaff Ussing A., Kaprań A., Kwiecińska N., 2010. Difficulty of cross-country obstacles for horses competing in Three Day Events. *Applied Animal Behaviour Science* 123, 101–107.
- Stachurska A., Pięta M., Wnuk E., 2004. Wpływ cech przeszkód na częstość błędów koni na zawodach ogólnopolskich w skokach. *Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica* 3, 89–100.
- Śpiewak J., Badura N., Drozdowska M., Geringer de Oedenberg H., 2011. Wartość użytkowa sportowych koni zaprzęgowych w Polsce w latach 1995–2009. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu* 63, 323–332.

Aktywność układu autonomicznego koni podczas wykonywania standardowych czynności stajennych

Izabela Wilk¹, Anna Wiśniewska¹, Ewelina Tkaczyk¹, Andrzej Borowski¹

Wstęp

Stajenny system utrzymania koni w znacznym stopniu różni się od trybu życia, jaki prowadzą konie utrzymywane na wolności [Brown i in. 2013]. Zmiany ewolucyjne obserwowane można nie tylko w samym sposobie użytkowania koni, ale także w zwiększającej się świadomości właścicieli związanej z dobrostanem tych zwierząt [Hemsworth i in. 2015]. Koń coraz częściej postrzegany jest w kategoriach zwierzęcia towarzyszącego, a nie gospodarskiego. Historia kształtowania się konia jako gatunku silnie zakorzeniła w nim potrzebę ruchu, szczególnie luzem, a także zaspokajania interakcji między osobnikami, która jest silnie zakorzeniona w instynkcie stadnym [Waran i in. 2007]. Stajenny system utrzymania może w znacznym stopniu ograniczać te naturalne zachowania. Coraz częściej podnoszone są kwestie związane z dobrostanem i ustaleniem, jakie warunki życia będą dla konia najlepsze, biorąc pod uwagę współczesne systemy utrzymania. Dlatego też prowadzone są różnego rodzaju badania mające na celu zbadanie samopoczucia koni w różnych sytuacjach [Cooper i Albentosa 2005]. Bardzo często prowadzi się różnego rodzaju obserwacje behawioralne lub ocenę stężenia kortyzolu w ślinie jako wskaźnika stresu [Hothersall i Casey 2012, Young i in. 2012]. Równie popularną i nieinwazyjną metodą oceny stanu emocjonalnego koni jest pomiar parametrów zmienności pracy serca (HRV) [Munsters i in. 2012].

Badania nad zmiennością rytmu serca koni rozpoczęto już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku [Kuwahara i in. 1996]. Miały one początkowo charakter poznawczy i służyły określeniu wartości poszczególnych parametrów związanych z tym gatunkiem zwierząt. W późniejszym okresie zostały one również wykorzystywane w określeniu stanu emocjonalnego, który towarzyszy koniom podczas ich użytkowania [Muñoz i in. 2019]. Przede wszystkim prace te były związane z oceną stresu, najczęściej podczas testu nowości lub w sytuacjach nieoczywistych dla koni [Reid 2017]. Podjęto również ocenę wpływu temperamentu koni i jeźdźców na HRV [von Lewinski i in. 2013]. Wiele z prac wykorzystuje parametry zmienności pracy serca w określeniu dobrostanu koni [Rietmann i in. 2004]. Najnowszy z trendów dotyczy wykorzystania tego narzędzia w ocenie kondycji koni starszych i geriatrycznych [Janczarek i in. 2020]. W niniejszej pracy użyto parametrów zmienności pracy serca do oceny stanu emocjonalnego koni przebywających w boksach w znanym im otoczeniu.

¹ Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Przyjęto hipotezę, że wykonywanie różnych czynności związanych z obsługą koni będzie miało wpływ na ich układ autonomiczny. W związku z tym założeniem celem niniejszej pracy była ocena parametrów zmienności pracy serca koni podczas standardowych czynności stajennych.

Material i metody

Badaniami objęto siedem wałachów gorącokrwistych użytkowanych rekreacyjnie. Konie były utrzymywane w tym samym budynku stajennym od co najmniej jednego roku. Poza testowanym wałachami w stajni utrzymywano jeszcze pięć klaczy. Każdy z koni przebywał w swoim boksie o wymiarach 3×3 m, w których znajdowało się poidło automatyczne, żłób i kosz na siano. Ściółkę w boksach stanowiła słoma. Dawka pokarmowa była podzielona na trzy porcje siana i owsa, z ilością dostosowaną do indywidualnych potrzeb danego konia. Karmienie odbywało się w godzinach 6.00, 14.00 i 19.00. Konie pracowały pod siodłem około dwóch godzin dziennie. Były też wypuszczane na padoki, na których, w zależności od warunków atmosferycznych, przebywały około pięciu godzin dziennie. Osoby z obsługi stajennej były znane zwierzętom od przynajmniej pół roku.

Badanie polegało na pomiarach parametrów zmienności pracy serca podczas wykonywania standardowych czynności w stajni, podczas obsługi koni. Podczas wszystkich pomiarów konie przebywały w swoich boksach. Wytypowano następujące czynności:

- wjazd traktora z paszą do stajni,
- wyprowadzenie klaczy ze stajni,
- nocny obchód stajenny,
- poranne karmienie,
- wieczorne karmienie.

Dodatkowo przeprowadzono pomiary parametrów HRV w spoczynku w godzinach porannych trwający pięć minut.

Do pomiarów wykorzystano urządzenie telemetryczne firmy POLAR RS800CX, które składały się z nadajnika umieszczonego na wysokości serca konia, a także odbiornika umocowanego na gumowej taśmie znajdującej się w miejscu poprzęgu. Nadajnik przed rozpoczęciem pomiarów był zwilżony żelem do USG.

Uzyskane zapisy zostały zgrane do pamięci komputera przy użyciu portu podczerwieni. Następnie były analizowane w programie PolarProTrainer 5 (ryc. 1). Wykorzystano parametry czasowe i parametry analizy widma. Wytypowano następujące parametry:

- 1) HR (ud/min), *heart rate*: częstotliwość pracy serca (liczbą uderzeń serca na minutę),
- 2) RR (ms), *RR intervals*: różnica pomiędzy kolejnymi załamkami R na wykresie EKG,
- 3) RMSSD (ms), *Root Mean Square of Successive Differences*: parametr analizy czasowej, wyznaczany jako pierwiastek kwadratowy ze średniej z sumy kwadratów różnic kolejnych odstępów RR rytmu zatokowego w danym czasie, obrazuje oddziaływanie układu przywspółczulnego,
- 4) VLF (ms^2) (*very-low frequency range power*) – zakres bardzo niskich częstotliwości (0.003 Hz; 0.04 Hz>),

5) LF (ms^2) – *Low Frequency*: zakres niskich częstotliwości (0.04 Hz, 0.15 Hz>), powiązany z działaniem układu współczulnego,

6) HF (ms^2) – *High Frequency*: zakres wysokich częstotliwości (0.15 Hz, 0.4 Hz>), powiązany z działaniem układu przywspółczulnego,

7) LF/HF (%) (HF (*high frequency*), aktywność układu współczulnego LF (*low frequency*), aktywność układu przywspółczulnego: parametr analizy częstotliwościowej, obrazujący zrównoważenie układu autonomicznego.

Zaprojektowano również wskaźnik oceny zmian w parametrach HRV podczas standardowych czynności stajennych (WZP – wskaźnik zmian parametrów). Jako wartość bazową przyjęto wartości spoczynkowe każdego z parametrów, następnie dzielono je przez wartości danego parametru uzyskane przy wykonywaniu różnych czynności i mnożono przez 100. Wzór wskaźnika przedstawiał się następująco:

$$\text{WZP} = \frac{\text{wartość spoczynkowa parametru}}{\text{wartość parametru podczas wykonywania czynności stajennych}} * 100$$

Do analizy danych użyto programu PQStat. Przeprowadzono test Shapiro-Wilka w celu przetestowania danych na normalność rozkładu. Hipoteza zerowa nie została odrzucona. Wykonano analizę wariancji dla powtarzanych pomiarów z uwzględnieniem czynnika kolejnego badania. Istotności różnic określono na podstawie testu t-Tukeya.

Wyniki

Częstość pracy serca (HR) była niższa podczas pomiaru spoczynkowego, wjazdu traktora do stajni i podczas wyprowadzania klaczy ze stajni w porównaniu z pozostałymi czynnościami (tab. 1). Taka sama zależność dotyczyła parametru RR. W przypadku parametru RMSSD jego najniższą wartość odnotowano podczas wieczornego karmienia, natomiast najwyższą podczas porannego karmienia. Wyniki uzyskane podczas pomiaru spoczynkowego RMSSD były podobne do odnotowanych podczas nocnego obchodu. Podobny wpływ na konie miały takie czynności, jak wjazd traktora do stajni i wyprowadzanie klaczy na wybieg.

Analizując zakres bardzo niskich częstotliwości (VLF), zaobserwować można było szereg różnic (tab. 2). Dotyczyły one niższej wartości spoczynkowej i wartości podczas wyprowadzania klaczy w stosunku do pozostałych pomiarów. Podobne wartości odnotowano tylko podczas wjazdu traktora do stajni i nocnego obchodu. W przypadku parametru LF różnice dotyczyły wszystkich pomiarów, z wyjątkiem wjazdu traktora do stajni i wyprowadzenia klaczy. Parametr HF wskazał na różnice podczas takich czynności jak poranne i wieczorne karmienie. Różnice dotyczyły również pomiaru spoczynkowego. Stosunek LF/HF charakteryzował się najmniejszym zróżnicowaniem, które odnotowano tylko w przypadku takich czynności, jak wjazd traktora wypuszczanie klaczy i nocny obchód.

Tabela 1. Wartości czasowych parametrów zmienności pracy serca w czasie wykonywania standardowych czynności stajennych

Rodzaj czynności		HR	RR	RMSSD
Pomiar spoczynkowy	średnia	35,33 ^a	1712,33 ^a	102,97 ^a
	sd	1,15	60,67	4,01
Wjazd traktora z paszą do stajni	średnia	37,33 ^a	1602,33 ^a	133,40 ^b
	sd	0,58	23,86	42,00
Wyprowadzenie klaczy ze stajni	średnia	37,33 ^a	1577,33 ^a	130,90 ^b
	sd	0,58	34,21	41,56
Nocny obchód stajenny	średnia	47,33 ^b	1293,67 ^b	106,07 ^a
	sd	9,29	227,63	32,56
Poranne karmienie	średnia	46,50 ^b	1317,00 ^b	192,20 ^c
	sd	9,19	251,73	99,70
Wieczorne karmienie	średnia	45,00 ^b	1368,67 ^b	77,20 ^d
	sd	7,81	274,24	22,91

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

Tabela 2. Wartości częstotliwościowych parametrów zmienności pracy serca w czasie wykonywania standardowych czynności stajennych

Rodzaj czynności		VLF	LF	HF	LF/HF
Pomiar spoczynkowy	średnia	14189,61 ^a	3020,01 ^a	2612,30 ^a	121,97 ^a
	sd	10085,40	751,35	530,51	47,36
Wjazd traktora z paszą do stajni	średnia	25752,37 ^b	9379,21 ^b	3142,00 ^b	287,00 ^b
	sd	11415,00	5063,28	1390,83	42,89
Wyprowadzenie klaczy ze stajni	średnia	14080,84 ^a	8657,09 ^b	3686,06 ^b	216,10 ^b
	sd	8998,47	5358,28	1680,95	64,31
Nocny obchód stajenny	średnia	25369,28 ^b	5972,33 ^c	3076,05 ^b	206,00 ^b
	sd	15422,34	2063,19	1496,41	37,44
Poranne karmienie	średnia	66387,21 ^c	12178,09 ^d	12046,13 ^c	143,10 ^{ab}
	sd	6265,84	2988,47	10328,74	97,86
Wieczorne karmienie	średnia	33772,13 ^d	2553,80 ^e	1490,45 ^d	177,77 ^{ab}
	sd	8903,46	1421,74	539,81	78,43

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$.

Opisując wartości wskaźnika zmian parametrów HRV (WZP), należy zwrócić uwagę, że w większości przypadków odnotowano głównie wartości powyżej 100, co świadczy o uzyskaniu wyższych wartości danego parametru w porównaniu z wartością spoczynkową. Odmienną tendencją charakteryzował się parametr RR, w przypadku którego za każdym razem odnotowano wynik poniżej 100. Po jednej wartości poniżej 100 odnotowano także, analizując parametry RMSSD, VLF, LF i HF.

Tabela 3. Wartości wskaźnika zmian parametrów (WZP)

Rodzaj czynności	HR	RR	RMSSD	VLF (0,003–0,040 Hz)	LF (0,040–0,150 Hz)	HF (0,150–0,400 Hz)	Stosunek LF/HF
Wjazd traktora z paszą do stajni	105,66	93,58	129,56	181,49	310,57	120,28	235,31
Wyprowadzenie kłaczy ze stajni	108,49	92,12	127,13	99,23	286,66	141,10	177,18
Nocny obchód stajenny	133,96	75,55	103,01	178,79	197,76	117,75	168,90
Poranne karmienie	131,60	76,91	186,66	467,86	403,25	461,13	117,33
Wieczorne karmienie	127,36	79,93	74,98	238,01	84,56	57,06	145,75
Wartości powyżej 100	5	0	4	4	4	4	5
Wartości poniżej 100	0	5	1	1	1	1	0

Dyskusja

Dbałość o dobrostan koni zyskuje coraz większą uwagę osób związanych z hipologią. Naukowcy coraz częściej poszukują sposobów na udoskonalenie warunków utrzymania i dostosowanie ich do optymalnych potrzeb koni [Fejsáková i in. 2014, Hemsworth i in. 2015, Viksten i in. 2017]. Znaleźć można liczne metody, które mają za zadanie określić wpływ warunków utrzymania na dobrostan. Metodami najczęściej stosowanymi są obserwacje behawioralne lub ocena stanu emocjonalnego zwierząt, najczęściej z wykorzystaniem parametrów pracy serca czy stężenia kortyzolu w ślinie, które są metodami nieinwazyjnymi [Peeters i in. 2011, Palme 2012, Janczarek i in. 2020]. Spośród wymienionych, najbardziej czułym wydaje się być ocena zmienności pracy serca. Na jej podstawie możemy określić zależności, jakie zachodzą między układem współczulnym i przywspółczulnym, a tym samym oddziaływanie danego czynnika występującego w środowisku na stan emocjonalny koni. Jest to niezwykle istotne szczególnie w przypadku tego gatunku zwierząt, który charakteryzuje raczej ukrywanie swoich emocji niż ich szeroka ekspresja [McBride i Mills 2012]. Dlatego też często zachowania, które reprezentują konie, są mylnie interpretowane.

Uzyskane wyniki w jednoznaczny sposób wskazują, że wykonywanie nawet standardowych i dobrze znanych koniom czynności ma wpływ na zrównoważenie ich układu autonomicznego. Sytuacja ta była widoczna w przypadku wszystkich parametrów. Za najmniej czuły parametr uznawane jest HR [Kędziński i in. 2017], jednak i w jego przypadku

odnotowano podwyższone wartości w czasie takich czynności, jak wieczorny obchód oraz wieczorne i poranne karmienie. Bardzo ciekawa sytuacja została odnotowana w przypadku parametru RMSSD, którego najniższą wartość odnotowano podczas wieczornego karmienia. Nie można tu jednak przypuszczać, że miało to związek z zadawaniem paszy, ponieważ wartość tego parametru podczas porannego karmienia osiągnęła jedną z wyższych wartości. Wysokie wartości tego parametru odnotowano również podczas takich czynności, jak wyprowadzanie klaczy na wybieg lub wjazd traktora z paszą do stajni. Być może konie kojarzyły taką sytuację ze zbliżającym się karmieniem lub wyprowadzeniem ich na wybieg. Należy podkreślić w tym miejscu, że oba pomiary były prowadzone w godzinach porannych. Niskie wartości tego parametru uzyskane przy wieczornym karmieniu mogą być natomiast odzwierciedleniem znużenia koni.

Analiza parametrów częstotliwościowych również wskazuje na duże zróżnicowanie w reakcjach koni na standardowe czynności stajenne. Największą ogólną aktywność układu autonomicznego możemy obserwować podczas porannego karmienia, a tym samym odnotowano w tym przypadku, podobne do pomiaru spoczynkowego, zrównoważenie układu autonomicznego. Zupełnie inna sytuacja dotycząca ogólnej aktywności układu autonomicznego występowała w przypadku wieczornego karmienia. Być może doszukiwać się można pewnego rodzaju cyklu dobowego w przypadku koni udomowionych, które obsługiwane są od dłuższego czasu w ten sam sposób, podobnie jak zaobserwowano to w przypadku stężenia kortyzolu w ślinie [Aurich i in. 2015]. W obrębie wskaźnika zmian oceny HRV w większości możemy zaobserwować wzrost w zasadzie wszystkich parametrów, w porównaniu z pomiarem spoczynkowym, co po raz kolejny wskazuje na fakt, że wykonywanie nawet standardowych procedur związanych z końmi, ma wpływ na zrównoważenie ich układu autonomicznego. Podkreślić należy jednak, że mimo różnic w reakcji koni nie były to wartości ekstremalne [Muñoz i in. 2019]. Możliwe, że były związane z ekscytacją lub oczekiwaniem na odmienną sytuację [Janczarek i Kędzierski 2011].

Wnioski

Wykonywanie standardowych i dobrze znanych koniom czynności związanych z ich obsługą w znaczącej większości ma wpływ na zmianę wartości parametrów zmienności pracy serca w porównaniu z odnotowanymi w spoczynku. Najmniejsze wahania można zaobserwować w czasie porannego karmienia, natomiast największe podczas karmienia wieczornego. W przypadku takich czynności, jak wypuszczenie innych koni na wybieg lub wjazd do stajni traktora z paszą, należy podkreślić wysoką aktywność układu przywspółczulnego, co być może jest związane z kojarzeniem przez konie sytuacji, które odbierają jako pozytywne, a zatem oczekują na nie. Z kolei rozbieżności odnotowane w aktywności układu autonomicznego podczas karmienia porannego i wieczornego mogą wskazywać na pewnego rodzaju rytm dobowy koni utrzymywanych w stajniach.

Piśmiennictwo

- Aurich J., Wulf M., Ille N., Erber R., von Lewinski M., Palme R., Aurich C., 2015. Effects of season, age, sex, and housing on salivary cortisol concentrations in horses. *Domestic Animal Endocrinology* 52, 11–16.
- Brown J.H., Pilliner S., Davies Z., 2013. *Horse and stable management*. John Wiley & Sons.

- Cooper J.J., Albentosa M.J., 2005. Behavioural adaptation in the domestic horse: potential role of apparently abnormal responses including stereotypic behaviour. *Livestock Production Science* 92(2), 177–182.
- Fejsáková M., Kottferová J., Dankulincová Z., Haladová E., Matos R., Miño I., 2014. Some possible factors affecting horse welfare assessment. *Acta Veterinaria Brno* 82(4), 447–451.
- Hothersall B., Casey R., 2012. Undesired behaviour in horses: A review of their development, prevention, management and association with welfare. *Equine Veterinary Education* 24(9), 479–485.
- Hemsworth L.M., Jongman E., Coleman G.J., 2015. Recreational horse welfare: The relationships between recreational horse owner attributes and recreational horse welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 165, 1–16.
- Janczarek I., Kędzierski W., 2011. Emotional response to novelty and to expectation of novelty in young race horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 31(9), 549–554.
- Janczarek I., Kędzierski W., Wilk I., Wnuk-Pawlak E., Rakowska A., 2020. Comparison of daily heart rate variability in old and young horses: A preliminary study. *Journal of Veterinary Behavior* 38, 1–7.
- Kędzierski W., Janczarek I., Stachurska A., Wilk I., 2017. Comparison of effects of different relaxing massage frequencies and different music hours on reducing stress level in race horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 53, 100–107.
- Kuwahara M., Hashimoto S.I., Ishii K., Yagi Y., Hada T., Hiraga A., Sugano S., 1996. Assessment of autonomic nervous function by power spectral analysis of heart rate variability in the horse. *Journal of the Autonomic Nervous System* 60(1), 43–48.
- McBride S.D., Mills D.S., 2012. Psychological factors affecting equine performance. *BMC Veterinary Research* 8(1), 1–11.
- Munsters C.C., Visser K.E., van den Broek J., van Oldruitenborgh-Oosterbaan M.M.S., 2012. The influence of challenging objects and horse-rider matching on heart rate, heart rate variability and behavioural score in riding horses. *The Veterinary Journal* 192(1), 75–80.
- Muñoz A., Castejón-Riber C., Castejón F., Rubio D.M., Riber C., 2019. Heart rate variability parameters as markers of the adaptation to a sealed environment (a hypoxic normobaric chamber) in the horse. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 103(5), 1538–1545.
- Palme R., 2012. Monitoring stress hormone metabolites as a useful, non-invasive tool for welfare assessment in farm animals. *Animal Welfare – The UFAW Journal* 21(3), 331.
- Peeters M., Sulon J., Beckers J. F., Ledoux D., Vandenheede M., 2011. Comparison between blood serum and salivary cortisol concentrations in horses using an adrenocorticotrophic hormone challenge. *Equine Veterinary Journal* 43(4), 487–493.
- Reid K., Rogers C.W., Gronqvist G., Gee E.K., Bolwell C.F., 2017. Anxiety and pain in horses measured by heart rate variability and behavior. *Journal of Veterinary Behavior* 22, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2017.09.002>.
- Rietmann T.R., Stuart A.E.A., Bernasconi P., Stauffacher M., Auer J.A., Weishaupt M.A., 2004. Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. *Applied Animal Behaviour Science* 88, 121–136.
- Viksten S.M., Visser E.K., Nyman S., Blokhuis H.J., 2017. Developing a horse welfare assessment protocol. *Animal Welfare* 26(1), 59–65.
- von Lewinski M., Biau S., Erber R., Ille N., Aurich J., Faure J.M., Aurich C., 2013. Cortisol release, heart rate and heart rate variability in the horse and its rider: Different responses to training and performance. *The Veterinary Journal* 197(2), 229–232.
- Waran N., McGreevy P., Casey R.A., 2007. Training methods and horse welfare. In: N. Waran (eds.), *The welfare of horses. Animal welfare, vol. 1*. Springer, Dordrecht, 151–180.
- Young T., Creighton E., Smith T., Hosie C., 2012. A novel scale of behavioural indicators of stress for use with domestic horses. *Applied Animal Behaviour Science* 140(1–2), 33–43.

Nutrigenomiczna rola składników odżywczych paszy w żywieniu zwierząt

Agata Bielak¹, Bożena Kiczorowska¹, Maciej Bąkowski¹

Wstęp

Rosnące zapotrzebowanie na produkty pochodzenia zwierzęcego wraz z silną konkurencją o zboża paszowe między ludźmi a zwierzętami skłaniają do poszukiwania innowacyjnego rozwiązania, dzięki któremu odpowiednia ilość paszy zapewni maksymalną produkcję i poprawi zdrowie zwierząt [Patil i in. 2021]. Odpowiedzią na tego typu potrzeby było podjęcie badań żywieniowych wykraczających poza procesy fizjologii trawienia czy metabolizmu, a monitorujące wpływ składników pokarmowych na organizm zwierząt na poziomie komórkowym i genetycznym. Nowa gałąź nauki, nutrigenomika, analizuje konsekwencje wpływu składników odżywczych i innych bioaktywnych składników żywności i paszy na ekspresję materiału genetycznego. Jej celem jest poznanie wpływu składników odżywczych na genom, transkryptom, proteom i metabolom organizmu zwierząt [Bordoni i in. 2021]. Rewolucja omiczna doprowadziła do rozwoju dziedziny nutrigenomiki, która określa indywidualne wymagania żywieniowe zgodnie z genetyką zwierzęcia, a także związek między żywieniem a chorobami. Nutrigenomika bada wpływ dietetycznych składników odżywczych na komórkową ekspresję genów i ostatecznie decyduje o fenotypie zwierzęcia. Oprócz metabolizmu składników odżywczych, żywienie wchodzi w interakcje z genami i zmienia ekspresję genów zaangażowanych w regulację wydajności zwierząt [Reddy i in. 2018]. Nutrigenomika stosuje technologie genomiczne do badania wpływu składników odżywczych na ekspresję genów. Wraz z nadejściem ery postgenomicznej i przy użyciu funkcjonalnych narzędzi genomicznych dostępne stają się nowe strategie oceny wpływu żywienia na wydajność produkcji i wykorzystanie składników odżywczych. Nutrigenomika odgrywa skuteczną rolę w różnych dziedzinach związanych ze zdrowiem zwierząt, takich jak: żywienie, produkcja, reprodukcja, procesy chorobowe itp. Podejście nutrigenomiczne zwiększa możliwości naukowców w zakresie poprawy zdrowia i wydajności zwierząt oraz jakości produktów pochodzenia zwierzęcego [Urbański i in. 2021]. Dostarcza także wiedzę z zakresu nowych obszarów zarządzania zdrowiem i chorobami [Namra i in. 2020]. Suplementacja różnych składników odżywczych w różnych proporcjach może prowadzić do poprawy produkcji zwierzęcej, tempa wzrostu i wydajności zdrowotnej poprzez wzmocnienie odpowiedzi immunologicznej w organizmie zwierzęcia poprzez zmianę ekspresji białek, mRNA i metabolitów. Możliwe jest uzyskanie pożądanej wydajności produkcyjnej poprzez celowanie w określony gen

¹ Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

poprzez manipulację żywieniową. Nutrigenomika koncentruje się na zbilansowanej i zdrowej diecie w celu zapobiegania chorobom oraz poprawy zdrowia i jakości życia zwierząt. Stymuluje również we wzmocnienie odporności i opóźnienia procesy starzenia. Pozwala na poznanie mechanizmów związanych z podatnością na choroby, przez co może m.in. zmniejszyć koszty opieki zdrowotnej [Bionaz i in. 2015]. Badania nutrigenomiczne identyfikują geny, które determinują fizjologiczne reakcje organizmu na składniki pokarmowe oraz geny, w których występuje polimorfizm [Li i in. 2014]. Kontrolowane żywienie osobników z różnymi wariantami genetycznymi w szlakach metabolicznych dostarcza wiedzy na temat ogromnego potencjału spersonalizowanego odżywiania [Tucker i in. 2013]. Nutrigenomika jest wciąż nowym narzędziem do szybkiej i skutecznej oceny strategii żywieniowych, które zapewnia producentom cenne narzędzie do różnicowania i identyfikacji programów żywieniowych w celu maksymalizacji rentowności poprzez poprawę wydajności zwierząt [Patil i in. 2021] oraz identyfikuje wpływ czynników środowiskowych na ekspresję genów [Evangelakou i in. 2019]. Zainteresowanie nutrigenomiką wynika z rosnącej świadomości potencjału modyfikacyjnego środków żywienia w celu poprawy zdrowia i zminimalizowania ryzyka chorób dietozależnych [Neeha i Kinth 2013]. Dlatego celem pracy jest przegląd i analiza aktualnej wiedzy z zakresu nutrigenomiki wykorzystywanej w produkcji zwierzęcej, analiza jej szans i ograniczeń, a także podjęcie próby określenia przyszłości tej gałęzi nauki w praktyce produkcji zwierzęcej.

Nauki omiczne w żywieniu zwierząt – charakterystyka genomiki, proteomiki, metabolomiki, fenomiki i transkryptomiki

W badaniach genomiki uwzględnia się sekwencjonowanie DNA, mapowanie genetyczne, profilowanie genetyczne, technologie rekombinacji DNA oraz analizę strukturalną i funkcjonalną genomów, podczas gdy badania identyfikacji i kwantyfikacji białek, modyfikacje potranslacyjne są uwzględnione w proteomice. Metabolomika jest związana z badaniem profilu metabolitów, półproduktów metabolicznych, hormonów i innych cząsteczek sygnałowych. Sekwencjonowanie RNA, profilowanie ekspresji i badania regulacji transkrypcji są włączone do transkryptomiki. Ocena cech morfologicznych, biochemicznych i fizycznych, ustalanie powiązań między genetyką, epigenetyką i czynnikami środowiskowymi przeprowadzanymi w fenomice [Deshmukh i in. 2014]. Zastosowania nutrigenomiki to głównie dobranie paszy/pokarmu dla zwierząt odpowiednich do ich genotypu, przy zrozumieniu roli zarządzania żywieniem w wydajności zwierzęcia, z uwzględnieniem ich procesów starzenia się, odpowiedzi immunologicznej, rozrodu oraz współzależności między nutrigenomiką a chorobami u zwierząt.

Personalizowane żywienie ma ogromne możliwości poprawy zdrowia zwierząt. Jednym z ważnych celów dziedziny żywienia precyzyjnego jest zaplanowanie lub zaprojektowanie dostosowanych zaleceń żywieniowych zarówno w celu zapobiegania, jak i leczenia przewlekłych chorób metabolicznych (m.in. cukrzycy i chorób układu krążenia) [Wang i Hu 2018]. Badania prowadzone z wykorzystaniem interakcji gen-środowisko w celu zbadania cech biologicznych (markerów genów) i zdrowia metabolicznego dostarczają niezbędnej wiedzy na temat wpływu spożycia makroskładników odżywczych na

gromadzenie się tkanki tłuszczowej czy otyłość [San-Cristobal i in. 2020]. Goni i in. [2015] zbadali „ryzyko genetyczne” (GRS, ang. genetic risk score) w odniesieniu do przewidywania nadwagi oraz wpływ różnych składników odżywczych na wartość predykcyjną tego ryzyka. GRS to pojedynczy profil genetyczny, który odzwierciedla wiele innych markerów genetycznych. Skuteczność spersonalizowanych wytycznych żywieniowych dla zwierząt w przewidywaniu reakcji na spożycie składników odżywczych jest znacząca, dlatego metabolomika i mikrobiomika jelit stają się ważnymi czynnikami w planowaniu i realizacji żywienia precyzyjnego [Tebani i Bekri 2019].

Przy standardowym żywieniu zwierząt informacja genetyczna w nici DNA jest kopiowana do nowej cząsteczki informacyjnego RNA w procesie transkrypcji, który służy jako schemat syntezy białek podczas procesu translacji. W procesie translacji dochodzi do translacji sekwencji cząsteczki informacyjnego RNA (mRNA) na sekwencję aminokwasów podczas syntezy białek. Rodzaj utworzonego białka decyduje o strukturze i funkcji komórki, tj. fenotypie zwierzęcia, który prowadzi do wytworzenia odpowiedzi biologicznej w organizmie zwierzęcia. Cały ten proces jest zaangażowany w proces ekspresji genów [Gebert i MacRae 2019]. Każda zmiana w ekspresji genów doprowadzi do zmiany odpowiedzi biologicznej w organizmie zwierzęcia. Zarówno niedobór lub nadmiar składników odżywczych, jak i niedożywienie lub przekarmienie wpływają na ekspresję i regulację genów. W tradycyjnej diecie składniki odżywcze działają jak sygnały dietetyczne, które są przenoszone przez mechanizmy sensoryczne i prowadzą do powstania normalnego genotypu. Tak ukształtowany genotyp prowadzi do powstania normalnego fenotypu, który utrzymuje homeostazę w organizmie zwierzęcia. Jeśli suplementacja składników odżywczych w diecie zwierząt jest standardowa, ale w organizmie zwierzęcia występuje stres metaboliczny lub stan prozapalny, to dochodzi wówczas do powstania wrażliwego genotypu poprzez sygnalizację składników odżywczych. Wrażliwy genotyp determinuje wrażliwy fenotyp, który będzie odpowiedzialny za początek stanu chorobowego w organizmie zwierzęcia [Gonzalez i in. 2015]. Procesy te są kontrolowane przez podstawowy skład genetyczny, czynniki zewnętrzne, takie jak choroby i toksyny środowiskowe lub określone składniki odżywcze. Obecnie możliwości analityczne pozwalają na wyodrębnienie specyficznego informacyjnego RNA (mRNA) z tkanki, aby zmierzyć wpływ składnika odżywczego na ekspresję genów, a tym samym zbadać wpływ określonego składnika odżywczego na wydajność lub reakcję fizjologiczną zwierząt. Za pomocą chipów genowych można zmierzyć ilość obecnego w danej tkance mRNA, która odnosi się do względnej liczby kopii znanych genów. Składniki pokarmowe w diecie zwierzęcia wpływają bezpośrednio lub pośrednio na ekspresję genów poprzez metabolity powstające m.in. w procesie transdukcji sygnału [Gebert i MacRae 2019].

W badaniach nutrigenomicznych analizie poddawanych jest wiele czynników:

- rodzaj paszy (obejmujący aspekty dietetyczne: niedożywienie, przekarmienie, suplementację makro- i mikroelementów, rodzaj źródła białka i tłuszczu, niedobory makro- i mikroelementów).
- okres życia w trakcie badania, które ma zostać przeprowadzone (obejmuje okres prenatalny, okres po odsadzeniu, okres laktacji oraz okres dorosłego życia).
- czas trwania diety (obejmuje krótkoterminowe i długoterminowe diety).

– badanie funkcjonowania genomu (obejmuje badanie wpływu na poziomie transkryptu genu lub na poziomie białka lub w wyniku metylacji DNA lub w wyniku modyfikacji histonów).

– badanie fenotypowe (obejmuje badanie zmian metabolizmu, cech produkcyjnych oraz stanu zdrowotnego zwierząt) [Nowacka-Woszek 2020].

Badania interakcji molekularnych składników odżywczych w diecie wykazały, że ekspresja genów jest modyfikowana przez szereg składników paszowych, w tym także podstawowe, jak: węglowodany, białka i tłuszcze, czy o charakterze bioaktywnym, jak: witaminy i minerały, flawonoidy, izocyjaniany itp. Większość parametrów produkcyjnych, interesujących z punktu widzenia produkcji zwierzęcej, ma podłoże wieloczynnikowe. Przykładowo cechy mięsa wynikają z interakcji między złożonym podłożem genetycznym a środowiskiem, przy czym żywienie jest najbardziej decydującym czynnikiem w produkcji zwierzęcej. Żywienie ma wpływ regulacyjny na procesy biologiczne w mięśniach, co bezpośrednio przekłada się na jakość mięsa. Znajomość złożonych interakcji między poszczególnymi składnikami pokarmowymi a ich oddziaływaniem na genom zwierząt gospodarskich, które reprezentują 30–40 tys. genów w obrębie każdego gatunku, to praktycznie wciąż niezbadany obszar, prawdopodobnie wciąż oferujący ogromne możliwości zwiększenia efektywności i optymalizacji produkcji zwierzęcej. Związane jest to nierozzerwalnie w aktualnie trwającym intensywnym rozwoju możliwości analitycznych i zwiększania zasobów technicznych. Trwające mapowanie genomów głównych zwierząt gospodarskich wraz z postępem technologii informatycznych i technik biologii molekularnej przyspiesza ten proces. Jednak obecnie już stosowane techniki pozwalają na określenie reakcji transkrypcyjnej tkanek czy monitorowania ekspresji genów na zastosowane w diecie czynniki odżywcze (tab. 1).

Tabela 1. Zastosowania technologii nutrigenomiki u zwierząt gospodarskich [Benitez i in. 2017]

Gatunek	Rodzaj analizy	Tkanka	Dodatek do paszy	Wyniki badań	Źródło
1	2	3	4	5	6
Trzoda chlewna	ekspresja genów kandydujących	tkanka tłuszczowa	kwas oleinowy	stwierdzono korelację między odpowiedzią transkrypcyjną tkanki tłuszczowej genów metabolizmu lipidów u rosnących świń iberyjskich a karmieniem kwasem oleinowym i paszami wzbogaconymi w węglowodany	Woods i Fearon [2009]
Trzoda chlewna	ekspresja genów kandydujących	tkanka mięśniowa i tłuszczowa, wątroba	NKT i WNKT	nasycenie pasz tłuszczami miało wpływ na skład kwasów tłuszczowych i transkrypcję genów w różnych tkankach świń iberyjskich	Lopez-Bote [1999]
Trzoda chlewna	ekspresja genów kandydujących	tkanka mięśniowa i tłuszczowa	witamina A	długotrwałe ograniczenie witaminy A poprawiło parametry jakościowe mięsa i modyfikuje ekspresję genów u świń rasy iberyjskiej	Jiang i in. [2010]

1	2	3	4	5	6
Trzoda chlewna	mikromacie-rze i ekspresja genów kandydujących	tkanka mięśniowa i tłuszczowa, wątroba	kwas oleinowy	dietetyczne źródło energii (węglowodany, kwas oleinowy) wpływało pozytywnie na skład kwasów tłuszczowych i transkrypcję genów w różnych tkankach świń iberyjskich	Benitez i in. [2016]
Trzoda chlewna	transkryptomika	tkanka mięśniowa	niski poziom protein	w odpowiedzi na ograniczenie białka występowały rozległe zaburzenia ogólnego metabolizmu energetycznego w mięśniach; dawka pokarmowa niskobiałkowa modulowała zawartość tłuszczu śródmięśniowego w mięśniach, ale negatywnie wpływała na szlaki syntezy białek	Hamill i in. [2013]
Trzoda chlewna	transkryptomika	leukocyty	selen	profil genetyczny świń karmionych selenem wykazywał modulujący wpływ na wiele szlaków fizjologicznych	Ovilo i in. [2014]
Trzoda chlewna	proteomika	tkanka mięśniowa	kwas linołowy	zmiany proteomu przyczyniają się do większej zawartości lipidów śródmięśniowych u świń, którym podawano kwas linołowy	Benitez i in. [2015]
Trzoda chlewna	transkryptomika	tkanka mięśniowa	L-karnityna	suplementacja L-karnityną korzystnie wpływała na utrzymanie masy mięśni szkieletowych poprzez stymulację sygnalizacji IGF-1 oraz hamowanie ekspresji genów proapoptotycznych i związanych z atrofią	Keller i in. [2011]
Trzoda chlewna	transkryptomika	jelita	glutamina	obserwowano skoordynowane zmiany ekspresji genów w odpowiedzi na odsadzanie przy zapewnieniu mechanizmów molekularnych dla korzystnego wpływu suplementacji glutaminy w diecie na poprawę stanu odżywienia prosiąt	Joseph i in. [2010b]
Bydło	transkryptomika	tkanka tłuszczowa	proteiny	różne poziomy suplementacji białka w paszy wpływały na ekspresję genów związanych z odkładaniem się tkanki tłuszczowej u wcześniej odsadzonych jaków	Joseph i in. [2010a]
Bydło	transkryptomika	wątroba	selen	suplementacja paszy selenem w postaci nieorganicznej i organicznej zmieniała stężenie selenu we krwi i wątrobie oraz profile ekspresji genów wątrobowych rosnących jałówek mięsnych	Butler [1998]

1	2	3	4	5	6
Bydło	transkryptomika	tkanka tłuszczowa	olej i ziarno kukurydziane	suplementacja paszy wpływała na ekspresję genów bydłych związanych z syntezą i metabolizmem kwasów tłuszczowych	Laible [2009]
Bydło	transkryptomika	tkanka tłuszczowa	kwasy Omega-6	dotatki tłuszczowe bogate w kwasy omega-6 zmieniły ekspresję genów lipogenicznych w podskórnej tkance tłuszczowej bydła	Dervishi i in. [2010]
Owce	ekspresja genów kandydujących	tkanka mięśniowa	system podawania	system żywienia wpływał na skład kwasów tłuszczowych, zawartość kwasu linolowego i ekspresję genów SCD, PPARG, PPARA i SREBP1 w mięśniu półścięgnistym jałganiąt	Blaner i Olson [1994]
Drób	ekspresja genów kandydujących	tkanka mięśniowa	witamina E i wytloki winogronowe	witamina E i wytloczyny z winogron zwiększają ekspresję potencjalnego genu zaangażowanego w utlenianie i metabolizm lipidów	Ayuso i in. [2015]
Drób	transkryptomika	wątroba	inulina	suplementację mieszanki paszowej inuliną jako prebiotykiem zamiast antybiotyków poprawiły wydajność i odporność drobiu oraz pozytywnie zdeterminowały dietetyczny profil lipidowy mięsa	Xiao i in. [2011]
Drób	transkryptomika	tkanka mięśniowa	pikolinian chromu	analizie poddano molekularny mechanizm syntezy białek w mikroRNA związanych z mięśniami szkieletowymi drobiu żywionego mieszankami paszowymi suplementowanymi pikolinianem chromu	Renema [2003]
Drób	transkryptomika	tkanka mięśniowa	algi i witamina E	witamina E i przeciwutleniacz na bazie alg (jako środki przeciwutleniające) poprawiły wydajność brojlerów	Pavlovic i in. [2009]
Drób	ekspresja genów kandydujących	jajowody	selen	organiczna i nieorganiczna suplementacja paszy selenem wpływała na profil ekspresji genów w tkance jajowodów kur brojlerów	Juniper i in. [2009]
Drób	transkryptomika	limfocyt jelitowy	karwawrol, aldehyd cynamonowy, kapsaicyna, oleorezyna	analizie poddano molekularne mechanizmy zaangażowane w dietetyczną modulację odporności i metabolizmu gospodarza, pomagając w opracowaniu nowych strategii dietetycznych w celu immunomodulacji odpowiedzi gospodarza w stanach normalnych i chorobowych	Zhang i in. [2014]

Węglowodany w dawce pokarmowej zwierząt a regulacja ekspresji genów

Węglowodany mają istotne znaczenie w żywieniu zwierząt w każdym wieku, począwszy od najmłodszych osobników do osobników dorosłych, gdyż stanowią główne źródło energii. Węglowodany w paszach pochodzenia roślinnego dzieli się na dwie grupy – węglowodany strukturalne, tj. celuloza, hemiceluloza, lignina, pektyny, beta-glukany oraz galaktany, i węglowodany niewłókniste, w których skład wchodzi skrobia i cukry (sacharoza, fruktany) rozpuszczalne w wodzie. Glukoza w obecności insuliny indukuje w wątrobie ekspresję genów kodujących transportery glukozy oraz enzymy glikolityczne i lipogenne, np. karboksylaza acetylo-CoA (ACC). Insulina i glukagon odgrywają kluczową rolę w regulacji ekspresji genów, glukoza ponadto odgrywa kluczową rolę w regulacji transkrypcji. Kiedy stężenie glukozy wzrasta w komórkach wątroby, prowadzi do wzrostu wydzielania enzymów, takich jak kinaza pirogronianowa i ACC. W związku z tym występuje zwiększony przepływ metabolitów glukozy do syntezy kwasów tłuszczowych. Ponadto w komórkach β trzustki transkrypcja kinazy pirogronianowej i genu insuliny jest indukowana przez glukozę. Glukoza stymuluje również transkrypcję określonych genów, które zwiększają zawartość komórkową odpowiedniego mRNA i białka, a tym samym wpływają na ekspresję genów. Sygnalizacja cukrowa przechodzi głównie przez białko wiążące elementy reagujące na węglowodany [Haro i in. 2019].

W ostatnich latach, jako alternatywa dla nutrigenomiki w poprawianiu efektywności produkcji zwierzęcej pod kątem jakości otrzymywanych produktów, często stosowane są mannooligosacharydy (MOS). MOS to bogate w mannozę węglowodany znajdujące się w ścianie komórkowej drożdży. Produkty MOS są stosowane jako naturalne dodatki paszowe dla zwierząt gospodarskich i drobiu ze względu na udokumentowane korzyści w zakresie wydajności i zdrowia przewodu pokarmowego [Magouz i in. 2021]. Są one często określane jako jedna z potencjalnych alternatyw dla przeciwdrobnoustrojowych stymulatorów wzrostu. Badania Halas i Nochta [2012] potwierdzają wpływ pasz z dodatkiem MOS na różne procesy biologiczne, m.in. specyficzną komórkową odpowiedź immunologiczną prosiąt odsadzonych od maciory czy zmniejszenie liczby patogenów po zakażeniu. Xiao i in. [2012] zastosowali podejście transkryptomyczne do określenia wpływu MOS na profil ekspresji genów jelitowych młodych brojlerów oraz scharakteryzowanie biologicznych szlaków genowych odpowiedzialnych za działanie MOS. Ptaki podzielono losowo na 2 grupy, z których jedną (kontrolną) karmiono standardową paszą opartą na bazie śruty pszenno-sojowej, a drugą żywiono mieszanką doświadczalną uzupełnioną MOS. Autorzy potwierdzili, że łącznie 672 geny ulegały różnej ekspresji w jelicie czczym dzięki suplementacji MOS. Zjawisko to tłumaczono tym, że geny o różnej ekspresji brały udział w różnych funkcjach biologicznych, w tym w produkcji energii, śmierci komórek i translacji białek. Ekspresja 77 genów związanych z syntezą białek była w różnym stopniu regulowana przez MOS w jelicie czczym. W samym jelicie czczym uległo regulacji około 15 genów związanych z fosforylacją oksydacyjną, a także ekspresja genów ważnych w komórkowej odpowiedzi na stres [Xiao i in. 2012].

Tłuszcze w dawce pokarmowej zwierząt a regulacja ekspresji genów

Tłuszcze są niezbędne w paszy/karmie każdego zwierzęcia, ponieważ właściwy bilans energetyczny jest podstawą prawidłowego funkcjonowania i rozwoju różnych typów komórek, a także w aspekcie zapobiegania rozwojowi chorób metabolicznych [Kang i Liu 2013].

Ze względu na swoją budowę fizykochemiczną lipidy w diecie mogą wywierać różny wpływ nutrigenomiczny, m.in. poprzez obecność zróżnicowanych związków bioaktywnych [Kim i in. 2019], mogą modulować ekspresję genów zaangażowanych w kontrolę stanu zapalnego, kontrolę ciśnienia krwi, metabolizm lipidów i inne reakcje metaboliczne [Nestel 2019]. Podobnie jak w przypadku innych składników żywności, działanie odżywcze lipidów zależy od ich uwalniania w przewodzie pokarmowym, wchłaniania jelitowego i metabolizmu (czyli ich biodostępności). Biodostępność lipidów odnosi się do frakcji spożytych lipidów, która ostatecznie dociera do krążenia ogólnoustrojowego, aby następnie zostać rozprowadzona do tkanek i narządów, gdzie może być magazynowana, wykorzystywana lub wydalana [Bordoni i in. 2021]. Jednak nie cała pula tłuszczów w dawce pokarmowej może pełnić funkcję biologiczną. W rzeczywistości biodostępna jest jedynie frakcja lipidowa, która jest uwalniana z paszy, a następnie wchłaniana w jelicie zwierząt [Dima i in. 2020].

Interakcja między tłuszczami dietetycznymi a matrycą dawki pokarmowej (komponentami paszowymi) pełni istotną rolę w utrzymaniu ich wysokiej strawności i biodostępności. Całkowita zawartość tłuszczu w dawce pokarmowej może modulować biodostępność niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) w diecie, głównie poprzez stymulację wydzielania soku trzustkowego oraz aktywację lipaz trzustkowych. Nie tylko skład, ale także struktura (stała lub płynna) mieszanki paszowej jest ważnym modulatorem dostępności tłuszczów w diecie zwierząt. Oprócz biodostępności innym ważnym aspektem molekularnego oddziaływania tłuszczów jest lipotoksyczność. Powstaje w wyniku gromadzenia się pośrednich biosyntetycznych lipidów, takich jak: ceramidy i diglicerydy, w tkankach innych niż tłuszczowe i indukuje stres retikulum endoplazmatycznego, stan zapalny, dysfunkcję mitochondriów i ostatecznie apoptozę [Oh i in. 2018]. Lipotoksyczność może dotyczyć wielu narządów, jak: trzustka, nerki, wątroba, serce i mięśnie szkieletowe, a objawia się chorobami, m.in: dysfunkcja nerek, niedokrwistość, niewydolność serca i sarkopenia [Nishi i in. 2019]. Aby złagodzić szkodliwe skutki ektopowej akumulacji lipidów, oprócz wprowadzania leków obniżających poziom lipidów stosuje się także modyfikację żywienia zwierząt. Badania Butterfielda [2020] wykazały, że białka sojowe i izoflawony sojowe mogą zmniejszać lipotoksyczność poprzez modulowanie wydzielania insuliny i obniżanie akumulacji ceramidów. Innym mechanizmem jest peroksydacja lipidów. Nadtlenki lipidów są związkami wysoce reaktywnymi, które wywołują wiele stanów patologicznych, w tym stany zapalne, nowotwory, choroby neurodegeneracyjne, a także zwyrodnienia narządu wzroku i nerek. Powstają w wyniku enzymatycznych (cyklooksygenazy, cytochromu P450 i lipoksygenazy) i nieenzymatycznych reakcji peroksydacji lipidów, preferencyjnie wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (WNKT). Nadtlenki lipidów nie tylko zmieniają budowę, skład, strukturę i dynamikę błon komórkowych, ale mogą wykazywać dodatkową toksyczność wraz z produktami ich degradacji: hydroksykwasami i reaktywne aldehydy, takie jak 4-hydroksynonenal i dwualdehyd malonowy są zdolne do propagować dalsze generowanie reaktywnych form tlenu lub sieciować DNA i białka, powodując liczne patologie i śmierć komórek [Butterfield 2020].

Produkcja zwierzęca daje możliwość pozyskania korzystnych, pod względem dietetycznym, modyfikowanych produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego. Stosowanie dawek pokarmowych wzbogaconych w kwasy tłuszczowe w produkcji trzody chlewnej jest strategią umożliwiającą modulację składu tkanek oraz poprawy ich jakości organoleptycznej i technologicznej. Do tej pory wysiłki badaczy i hodowców koncentrowały się na badaniu możliwości kontrolowania ilości i składu lipidów zawartych w paszy dla świń w celu próby identyfikacji genów związanych z metabolizmem lipidów, mogących modulować genetyczny potencjał osobników do produkcji różnych kwasów tłuszczowych (nasycone i nienasycone) w tłuszczu zwierząt, co ma bezpośredni wpływ na jakość sensoryczną i odżywczą uzyskanych produktów odzwierzęcych [Jiang i in. 2010].

Interesująca dla badaczy okazała się świnia iberyjska, ponieważ charakteryzuje się bardzo wysokim potencjałem lipogenicznym, dużą zdolnością desaturacji oraz specyficznym profilem kwasów tłuszczowych ze względu na predyspozycje genetyczne (genotyp oszczędny) oraz specyficznym systemem żywienia (żołędzie i pastwisko) [Benitez i in. 2015]. Autorzy oczekiwali, że interakcje genom-żywnienie będą odgrywać główną rolę w fenotypie, a różne warianty dawek pokarmowych dotyczące dotyczących źródła energii i profilu kwasów tłuszczowych będą miały wpływ na skład i metabolizm lipidów w tkankach tłuszczowych, mięśniowych i wątrobowych. W tym celu w badaniach porównano pasze izoenergetyczne i izoproteinowe o różnym składzie lipidowym, uzupełnione 6% wysokooleinowym olejem słonecznikowym lub węglowodanami jako źródłem energii [Ovilo i in. 2014]. Na poziomie składu tkankowego wyniki wykazały zarówno bezpośrednią depozycję składników pokarmowych, jak i ich wpływ na syntezę endogenną, przy wyższym udziale tłuszczów nasyconych u zwierząt żywionych węglowodanami, jako konsekwencja nasilenia lipogenezy *de novo* w tej grupie, podczas gdy zwierzęta karmione paszą wysokooleinową wykazywały intensywniejszą syntezę jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w swoich tkankach. W analizie transkryptomu tkanki tłuszczowej autorzy wykryli zróżnicowaną ekspresję 37 genów. Tłumaczą to tym, że składniki odżywcze stosowane w tych paszach modulowały ekspresję genów związanych z ważnymi szlakami metabolizmu lipidów, takimi jak stężenie i utlenianie kwasów tłuszczowych oraz synteza prostanoidów. Zwierzęta żywione dawkami pokarmowymi wysokooleinowymi wykazywały indukcję genów zaangażowanych w ochronę przed stresem oksydacyjnym i uszkodzeniem komórek, co potwierdziło potencjalnie korzystny wpływ kwasu oleinowego na zdrowie zwierząt. Autorzy potwierdzili jednak niewielki wpływ paszy na ekspresję genów, ale również wskazali zależności funkcji czasu, tkanki i stanu fizjologicznego zwierzęcia, podkreślając złożoność tych efektów regulacyjnych [Benitez i in. 2016].

Mimo że większość nienasyconych kwasów tłuszczowych z paszy jest wchłaniana w jelicie cienkim, pewien procent może dotrzeć do okrężnicy, bezpośrednio modulując skład i funkcję mikroflory jelitowej [Agans i in. 2018]. Stwierdzono, że kwasy tłuszczowe mają działanie przeciwdrobnoustrojowe, a także stanowią substrat dla bakterii, wpływając w ten sposób na metabolizm jelit i zdrowie gospodarza. W badaniach Crovesy i in. [2020] dotyczących żywienia zwierząt analizowano wpływ dawki pokarmowej bogatej w tłuszcz (wzbogaconej w nasycone kwasy tłuszczowe, NKT), podczas gdy różnorodność i wielkość populacji bakterii nie wykazały znaczących zmian. Jednak spożycie nasyconych kwasów tłuszczowych wywołało znaczny wzrost proporcji *Firmicutes* do *Bacteroidetes*, co było związane z pojawieniem się otyłości [Crovesy i in. 2020]. Negatywny wpływ NKT na skład mikroflory objawiał się w zmniejszeniu populacji *Bifidobacterium*, korzystnych szczepów probiotycznych, zwiększeniem ilości *Clostridium*, do którego za-

licza się również szczepy chorobotwórcze oraz wzrost ilości *Bilophila wadsworthia*, bakterii produkującej siarczki, co było związane z zaburzeniami immunologicznymi i metabolicznymi [Natividad i in. 2018]. Zaobserwowano również wzrost populacji *Ruminococcaceae*, bakterii wytwarzających maślan. Niektóre badania [Basson i in. 2021] wykazały również, że pasza bogata w tłuszcze prowadzi do zmian w barierze jelitowej i w konsekwencji do stanu zapalnego i chorób jelitowych. Wstępne wyniki badań *in vivo* wykazały, że wysokie spożycie oleju rzepakowego, bogatego w średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe, ma pozytywny wpływ na mikroflorę jelitową w porównaniu z dawką pokarmową bogatą w długołańcuchowe kwasy tłuszczowe. To sugeruje, że struktura chemiczna nasyconych kwasów tłuszczowych, np. długość łańcuchów, może w różny sposób wpływać na skład mikrobiomu [Zhou i in. 2017]. Chociaż większość badań prowadzono na zwierzętach, a wyniki nadal nie są spójne, ujawniają się interesujące wyniki sugerujące, że dawki pokarmowe bogate w tłuszcze, szczególnie w NKT wywierają negatywny wpływ na mikroflorę jelitową, co ma konsekwencje dla metabolizmu i zdrowia; środki żywności bogate w WNKT może mieć pozytywny wpływ na społeczności drobnoustrojów w jelitach, wspierając korzystną rolę tych niezbędnych i przeciwzapalnych składników pasz dla zdrowia [Cuevas-Sierra i in. 2019].

Wpływ tłuszczu w diecie na ekspresję genów zależy nie tylko od biodostępności, ale także od ilości i rodzaju spożytego tłuszczu. Po spożyciu tłuszczu w organizmie zwierzęcia powstają kwasy tłuszczowe, które działają jako prekursor eikozanoidów, ligandy dla receptorów jądrowych lub jako regulator zawartości jądrowej SREBP1c [Wan i in. 2017]. Regulacja genów przez tłuszcze z paszy może być przenoszona przez bezpośrednie wiązanie (utlenionych) kwasów tłuszczowych, acylo-koenzymu A lub utlenionych kwasów tłuszczowych (eikozanoidów) poprzez regulację receptorów powierzchniowych komórek i wewnątrzkomórkowych poziomów wapnia, a także aktywację kaskad sygnalizacyjnych [Segers i in. 2017]. Ilość i czas spożycia tłuszczu decydują o fizjologicznej odpowiedzi na kwasy tłuszczowe na poziomie komórkowym. Rodzaj suplementowanego tłuszczu wpływa na skład kwasów tłuszczowych i ekspresję genów związanych z sygnalizacją insuliny w mięśniach najdłuższym grzbiecie świń [Park i in. 2012].

Skład kwasów tłuszczowych tkanki mięśniowej i adipocytów decyduje o aspektach sensorycznych, technologicznych i żywieniowych mięsa, wpływając na jego odbiór przez konsumentów. Wysokie spożycie NKT jest związane z otyłością, wysokim poziomem cholesterolu w osoczu i chorobami układu krążenia. Benitez i in. [2015] badali wpływ dwóch dawek pokarmowych, odpowiednio wzbogaconych w NKT (S) i WNKT (P) na skład kwasów tłuszczowych tkanki i ekspresję genów u tuczonych świń iberyjskich. Na skład kwasów tłuszczowych w tkance tłuszczowej, mięśniowej i wątrobowej miał wpływ dodatek dietetyczny. Wszystkie analizowane tkanki zwierząt z grupy S charakteryzowały się wyższymi proporcjami jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (JNKT) i JNKT/NKT oraz niższym stosunkiem WNKT i n-6/n-3 niż z grupy P. W wątrobie geny desaturazy stearoilo-CoA, karboksylazy acetylo-CoA alfa i enzymu jabłkowego wykazywały wyższą ekspresję w grupie S. Tkankowy profil kwasów tłuszczowych i ekspresja genów spowodowały lipogeniczne działanie tłuszczów nasyconych w wątrobie i wykorzystanie nasyconych tłuszczów do endogennej syntezy JNKT we wszystkich analizowanych tkankach [Benítez i in. 2015].

Ogłuszka i in. [2017] zbadali zmiany w transkryptomie mięśniowym oraz funkcji biologicznych regulowanych zwiększonym spożyciem kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 w mięśniach pośladkowych świń. Porównawcze analizy ekspresji zidentyfikowały 749 genów istotnie różniących się co najmniej dwukrotną zmianą między dwiema grupami

zwierząt karmionych różnymi poziomami kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6. Ekspresja 219 genów była podwyższona, a ekspresja 530 genów obniżona w grupie świń suplementowanych kwasami tłuszczowymi omega-3 i omega-6 w stosunku do świń z grupy kontrolnej. Autorzy wskazują na rolę kwasów tłuszczowych w regulacji ekspresji genów niezbędnych do rozwoju i funkcjonowania tkanki mięśniowej [Ogłuszka i in. 2017]. Celem tych badań była również identyfikacja zmian w transkryptomie wątroby świni wywołanych dawką pokarmową wzbogaconą w kwasy tłuszczowe omega-6 i omega-3 oraz scharakteryzowanie mechanizmów biologicznych związanych z metabolizmem WNKT. Analiza profilu kwasów tłuszczowych wykazała większy udział WNKT w wątrobie świń żywionych paszą wzbogaconą w kwas linolowy i alfa-linolowy. Niski stosunek kwasów tłuszczowych omega-6/omega-3 skutkował modulacją szlaków metabolizmu kwasów tłuszczowych i nadreprezentacją genów zaangażowanych w metabolizm energetyczny, transdukcję sygnału i szlaki odpowiedzi immunologicznej [Szostak i in. 2016].

Cai i in. [2015] przeprowadzili badania na świniami, które podzielono na trzy grupy: samce karmione paszą o wysokiej zawartości tłuszczu i cholesterolu (IM); knury karmione paszą o wysokiej zawartości tłuszczu i cholesterolu (CM) oraz knury karmione paszą o wysokiej zawartości tłuszczu i cholesterolu, a także otrzymujące terapię zastępczą testosteronem (CMT). Zbadano wpływ testosteronu na rozwój stłuszczenia wątroby u świń i ekspresję genów wątrobowych. Niski poziom testosteronu był związany z zaburzeniami metabolicznymi, w tym otyłością, dyslipidemią, nadciśnieniem i insulinoopornością. Badania potwierdziły, że zwiększona ekspresja genów w wątrobach świń karmionych paszą bogatą w tłuszcz i cholesterol dotyczyła głównie genów pośredniczących w odpowiedziach immunologicznych i zapalnych, stresie oksydacyjnym i apoptozie. Natomiast zmniejszenie ekspresji genów obejmowało głównie te, które regulują procesy związane z metabolizmem, w tym utlenianie kwasów tłuszczowych, biosyntezę steroidów, metabolizm cholesterolu i kwasów żółciowych oraz metabolizm glukozy. Szlaki metaboliczne, degradacja kwasów tłuszczowych, metabolizm pirogronianu, cykl kwasów trikarboksylowych i szlak sygnałowy czynnika jądrowego-Kappa β były głównymi szlakami zmienionymi u knurów [Cai i in. 2015].

Wiele zidentyfikowanych odpowiedzi transkryptomicznych zaobserwowano również w modelach programowania genetycznego i płodowego zróżnicowanej akumulacji tłuszczu śródmięśniowego, co wskazuje, że mogą one być dobrymi biologicznymi wskaźnikami zawartości tłuszczu śródmięśniowego [Hamill i in. 2013]. Czynniki te są bardzo ważne, ponieważ określają jakość wieprzowiny z perspektywy sensorycznej, gdyż tłuszcz śródmięśniowy jest pozytywnie skorelowany ze smakiem, soczystością, kruchością/jędrnością i ogólną akceptowalnością wieprzowiny [Fortin i in. 2005].

Badania nad wpływem kwasów tłuszczowych na ekspresję genów prowadzone były również w żywieniu przeżuwaczy. Szczególną uwagę poświęca się poprawie składu kwasów tłuszczowych w mleku. Jest to szczególnie ważne w okresie przejściowym i wczesnej laktacji, kiedy zwierzę jest szczególnie wrażliwe na zaburzenia równowagi żywieniowej. Istotnym zagadnieniem pozostaje ocena wpływu systemu żywienia na skład kwasów tłuszczowych i względną ekspresję genów kandydujących zaangażowanych w metabolizm lipidów u jagniąt w mięśni pólścięgnistym. System odżywiania jest głównym czynnikiem wpływającym na skład kwasów tłuszczowych i ekspresję genu desaturazy, na który wpływa również kwas linolowy i prawdopodobnie n-6/n-3 WNKT w mięśniach [Costa i in. 2018].

Białko w dawce pokarmowej zwierząt a regulacja ekspresji genów

Białko to jeden z najważniejszych składników paszy, który decyduje o jej jakości i wartości biologicznej. W żywieniu zwierząt główne znaczenie żywieniowe ma białko właściwe, a w szczególności jego skład aminokwasowy. W komponentach dawek pokarmowych muszą znaleźć się aminokwasy, których nie wytwarzają zwierzęta, tj. aminokwasy egzogenne (lizyna, metionina, treonina, treonina) [Kidd i in. 2021].

Niedobór mRNA niezbędnego do ekspresji genu syntazy kwasów tłuszczowych w adipocytach występuje również w przypadku dawek pokarmowych zbyt zasobnych w białko [Sohel 2020]. Zawartość białka w dawce pokarmowej oddziałuje na metabolizm lipidów i związaną z tym ekspresję genów w tkance tłuszczowej świni. Dawka pokarmowa wysokobiałkowa znacznie zmniejszyła ekspresję genów karboksylazy acetylo-CoA, syntazy kwasów tłuszczowych i białka wiążącego sterolowy element regulacyjny, ponadto promowała ekspresję genów i białek oraz aktywność enzymatyczną lipazy lipoproteinowej, palmitoilotransferazy karnitynowej-1B, receptora aktywowanego przez proliferatory peroksysomów γ i białek wiążących kwasy tłuszczowe adipocytów. Wysoki poziom białka w diecie spowodował znaczne zmniejszenie rozmiaru adipocytów, zawartość tłuszczu w mięsie i grubość słoniny, ale znacznie zwiększył przyrosty, procent chudego mięsa. Stężenia wolnych kwasów tłuszczowych i trójglicerydów w surowicy w grupie karmionej paszą wysokobiałkową były istotnie wyższe niż w grupie karmionej paszą niskobiałkową [Zhao i in. 2010].

Wpływ na ekspresję transporterów aminokwasów kationowych i miozyny ma również stosunek leucyny do lizyny w dawce pokarmowej. Badania przeprowadzone na świniami, które żywiono paszą podstawową z dodatkiem leucyny i lizyny w różnych proporcjach potwierdziły, że stosunek leucyny i miozyny do lizyny w diecie korzystnie wpływał na ekspresję genów kodujących transportery aminokwasów i miozynę, dostępność lizyny oraz tempo wzrostu i wydajność u świń [Garcia i in. 2015].

Badania przeprowadzone przez Liu i in. [2011] miały na celu scharakteryzowanie wpływu białka dietetycznego matki na regulację transkrypcji miostatyny (MSTN) w mięśniach szkieletowych potomstwa świń. MSTN, członek nadrodziny transformującego czynnika wzrostu typu β (TGF β), jest negatywnym regulatorem masy mięśni szkieletowych [Liu i in. 2011]. Miostatyna reaguje na stan odżywienia. Sugeruje się, że MSTN pośredniczy w wpływie żywienia matki na fenotyp potomstwa, jednak mechanizmy leżące u podstaw takiej adaptacyjnej regulacji genów są nieuchwytnie. Zwierzęta karmiono paszą niskobiałkową lub standardową (kontrolną) przez cały okres ciąży i laktacji. Ilość mRNA MSTN zmniejszała się przy odstawieniu, ale zwiększała w końcowych stadiach odchowu. Po odsadzeniu CCAAT/białko wiążące wzmacniacz β (C/EBP β) w lizacie jądrowym mięśni zmniejszyło się u prosiąt z grupy doświadczalnej, co było związane ze zmniejszonym wiązaniem C/EBP β do wszystkich trzech domniemanych miejsc wiązania w promotorze MSTN. Ekspresja ssc-miR-136 i ssc-miR-500 była znacznie zmniejszona. Autorzy podają, że białko pokarmowe matki wpływało na ekspresję MSTN poprzez różne mechanizmy regulacyjne na różnych etapach. Wysokobiałkowa dawka pokarmowa doprowadziła również do wyższego poziomu MSTN w mięśniu brzuchatym łydki szczura [Liu i in. 2011].

Kolejnym ważnym aminokwasem jest glutamina. Jest głównym substratem osi jelitowo-nerkowej w przypadku endogennej syntezy argininy u większości ssaków [Alvarez-Cordona i in. 2019]. Glutamina jest również niezbędna do syntezy N-acetyloglukozamino-6-fosforanu, powszechnego substratu do syntezy glikoprotein, które są szczególnie bogate

w błonę śluzową jelit. Wczesne odstawienie od matki skutkuje zwiększoną (o 50–350%) ekspresją genów związanych ze stresem oksydacyjnym i aktywacją immunologiczną, ale obniżoną (o 35–80%) ekspresją genów związanych z metabolizmem makroskładników odżywczych i proliferacją komórek w jelitach. Suplementacja glutaminą w dawce pokarmowej zwiększa ekspresję jelitową (o 120–125%) genów niezbędnych do wzrostu komórek i usuwania utleniaczy, jednocześnie zmniejszając (o 35–75%) ekspresję genów promujących stres oksydacyjny i aktywację immunologiczną. Odkrycia te potwierdzają skoordynowane zmiany ekspresji genów w odpowiedzi na odstawienie od piersi i pomagają w zapewnieniu mechanizmów molekularnych dla korzystnego wpływu suplementacji glutaminą w diecie na poprawę stanu odżywienia młodych ssaków [Wang i in. 2008].

L-karnityna w diecie zmienia ekspresję genów w mięśniach szkieletowych prosiąt [Keller i in. 2011]. Karnityna jest rozpuszczalną w wodzie czwartorzędową aminą, która jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania wszystkich tkanek, ponadto znana jest jej rola w homeostazie energetycznej. Suplementacja L-karnityny powoduje kilka plejotropowych i często korzystnych efektów, takich jak ochrona przed neurodegeneracją i rozpadem mitochondriów wynikającym ze starzenia. Profilowanie transkrypcji ujawniło, że 211 genów ulega zróżnicowanej ekspresji w mięśniach poprzez suplementację L-karnityną. Zidentyfikowane geny były głównie zaangażowane w procesy molekularne, takie jak: wiązanie białek cytoszkieletu, wiązanie insulinopodobnego czynnika wzrostu, aktywność czynnika transkrypcyjnego i wiązanie receptora insuliny. Kodowały one przede wszystkim czynniki transkrypcyjne, z których większość była hamowana przez karnitynę, w tym proapoptotyczne czynniki transkrypcyjne, takie jak: protoonkogen c-Fos, protoonkogen c-jun oraz aktywujący czynnik transkrypcyjny 3. L-karnityna może korzystnie wpływać na masę mięśni szkieletowych poprzez stymulację szlaku anabolicznego IGF-1 oraz hamowanie genów proapoptotycznych i związanych z atrofią, które biorą udział w apoptozie włókien mięśniowych i proteolizie białek mięśniowych [Keller i in. 2011].

Elementy mineralne w dawce pokarmowej zwierząt a regulacja ekspresji genów

Pokrycie zapotrzebowania organizmu zwierzęcia na składniki mineralne zależy w głównej mierze od ich zawartości w zadawanych paszach. Zarówno niedobór, jak i nadmiar poszczególnych elementów mineralnych może doprowadzić do zaburzeń procesów życiowych, co pociąga za sobą nieprawidłowości w rozplodzie, czy indukowanie różnych stanów chorobowych zwierząt.

Podobnie jak inne składniki odżywcze, elementy mineralne biorą udział w ekspresji kilku genów. Zarówno pozajelitowe, jak i doustne podanie cynku i kadmu zwiększa szybkość transkrypcji genu metalotioneiny (MT) w tkance jelitowej. Cynk może regulować ekspresję genów bezpośrednio poprzez regulację transkrypcji i pośrednio poprzez fizjologiczną modulację reagujących genów poprzez wtórne mediatory, które wpływają na proces transkrypcji. Kadm wydłuża okres półtrwania mRNA MT w hepatocytach. Ten wpływ na wydłużenie okresu półtrwania mRNA MT jest specyficzny dla tkanki. Kadm ma silniejszy wpływ na ekspresję genów niż cynk, a intensywność efektu ekspresji genów jest większa w spermatocytach i plemnikach niż w hepatocytach i fibroblastach. Żelazo wpływa na stężenie transferyny i ferrytyny, wywierając wpływ na stabilność mRNA i szybkość translacji.

Selen jest jednym z krytycznych pierwiastków mineralnych niezbędnych do prawidłowych procesów fizjologicznych, takich jak: homeostaza, apoptoza, funkcje komórek odpornościowych. Suplementacja paszy selenem poprawia wzrost i wydajność reprodukcyjną zwierząt domowych poprzez antagonizowanie reaktywnego tlenu. Z kolei działanie przeciwutleniające selenu może również przyczynić się do poprawy zdolności zatrzymywania wody w produktach mięsnych poprzez zapobieganie utlenianiu błon. Długotrwała suplementacja paszy selenem moduluje profile ekspresji genów w leukocytach świń. W mikromacierzy oligonukleotydowej świń zidentyfikowano łącznie 52 geny, które zmieniły się w leukocytach świń karmionych dodatkiem selenu w porównaniu z leukocytami kontrolnymi. W leukocytach świń karmionych dawką pokarmową wzbogacaną w selen ekspresja 28 genów była intensyfikowana, podczas gdy 24 geny były wygaszane. Największą aktywność notowano w przypadku ferroksydazy, arginazy I, koaktywatora receptora steroidowego, podjednostki β -1 inuliny, TLR2 i kinazy białkowej C β 1. Badana potwierdziły, że wiele aktywności genów stwierdzonych u świń żywionych mieszankami suplementowanymi selenem może być modulowane, co może w efekcie regulować przebieg wielu szlaków fizjologicznych, jak np.: odpowiedzi immunologiczne, odpowiedź zapalną, stan stresu oksydacyjnego czy metabolizm cholesterolu [Song i in. 2013].

Zbadano także wpływ organicznej i nieorganicznej suplementacji selenu na ekspresję genów u świń [Song i in. 2013], drobiu [Khan i in. 2018] i przeżuwaczy [Mirowski 2016]. U zwierząt organiczny selen w diecie może zwiększyć wydajność mleka, produkcję jaj i wydajność wzrostu. Rola selenu w wydajności reprodukcyjnej drobiu wydaje się być zależna zarówno od źródła tego pierwiastka, jak i długości suplementacji. Utrzymanie stad na dawkach pokarmowych uzupełnionych organicznym selenem przez długi okres poprawia nieśność u brojlerów i niosek. Cynk również może aktywnie regulować gen transportera w jelicie brojlerów, a jego wzorzec ekspresji jest bezpośrednio związany z ilością cynku w paszy [Khan i in. 2018].

Witaminy w dawce pokarmowej zwierząt a regulacja ekspresji genów

Do tej pory przeprowadzono zdecydowanie mniej badań dotyczących wpływu witamin w dawkach pokarmowych w porównaniu z podstawowymi składnikami odżywczymi, jak: tłuszcze, białka i węglowodany, chociaż odgrywają one ważną rolę we wzroście, metabolizmie i regeneracji tkanek. Zapotrzebowanie zwierząt na witaminy jest w niewielkich ilościach, a mimo to odgrywają ważną rolę w ekspresji genów [Saito i in. 2021]. Biotyna uczestniczy w syntezie różnych niezbędnych białek (enzymów) na poziomie genów. Witamina C odgrywa istotną rolę w ekspresji genów wątrobowych. Witamina A reguluje ekspresję genów poprzez swoją postać retinolu i kwasu retinowego. Najważniejszymi tkankami docelowymi dla działania witaminy A są nadnercza, jądra, mózdzek, nerki, prostata, kora mózgowa, skóra i wnętrzności. Po związaniu kwasu retinowego ze swoim receptorem stymuluje on transkrypcję i translację genów odpowiedzialnych za witaminę A, w tym genów zaangażowanych w różnicowanie komórek (m.in. w wydzielanie hormonu wzrostu, dehydrogenazy glicerolofosforanowej i produkcję leptyny). Niedobór witaminy A prowadzi do negatywnego wpływu na wątrobową ekspresję genu PEPCK u myszy [Scribner i in. 2005]. Witamina D bezpośrednio wiąże się z DNA i aktywuje transkrypcję genów. Niedobór witaminy D obniża transkrypcję mitochondrialną, podczas gdy suple-

mentacja witaminy D zwiększa transkrypcję mitochondrialną [Machado i in. 2019]. Witamina E działa również jako regulator transkrypcji genu zaangażowanego w utlenianie lipidów i ekspresję genów przeciwutleniaczy u kurcząt brojlerów, co zmniejsza stres i poprawia jakość mięsa. Dawka pokarmowa zawierająca witaminę E może ponadto wzmocnić ochronę immunologiczną kurczaków przed bakteryjnymi infekcjami lipopolisacharydowymi [Khan i in. 2018]. Według Jiang i in. [2013], suplementacja kwasem nikotynowym wpływa na metabolizm lipidów i związaną z tym ekspresję genów. Po suplementacji kwasu nikotynowego zmiany masy ciała i odkładania się tłuszczu okazały się być związane z wątrobową ekspresją adiponektyny [Carlberg 2019].

Substancje biologicznie czynne w dawce pokarmowej zwierząt a regulacja ekspresji genów

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego nr 1831/2003, fitobiotyki są substancjami klasyfikowanymi jako dodatki sensoryczne, mające na celu polepszenie aromatu lub smaku paszy. Preparaty fitobiotyczne są wytwarzane zarówno z roślin dziko rosnących jak i pozyskiwane z upraw polowych. Surowcem do ich produkcji są te części roślin, w których nagromadzenie danej substancji czynnej jest odpowiednio wysokie, i mogą to być korzenie, liście, kłęczka, kwiaty, kora, owoce czy nasiona [Wójtowski i in. 2019].

W ostatnich latach obserwuje się tendencję do wykorzystywania w produkcji zwierzęcej roślin – fitobiotyków jako źródeł różnych substancji biologicznie czynnych o działaniu przeciwutleniającym, przeciwzapalnym czy przeciwnowotworowym. Do nich należą m.in.: morwa, kurkuma, czosnek, szałwia, rozmaryn czy oregano. Rośliny te stały się bazą naturalnych preparatów stosowanych jako dodatki paszowe w żywieniu zwierząt. Jednak kompleksowe wykorzystanie różnorodnych roślin, bogatych w składniki biologicznie czynne, zwłaszcza tych, które mają mniejsze kulinarne i medyczne znaczenie, jest wciąż rzadkością [Wen i in. 2019].

Do takich substancji biologicznie czynnych zaliczana jest sylimaryna. Jest mieszką flawonolignanów pochodzących z rośliny *Silybum marianum*, posiadających właściwości hepatoprotekcyjne, przeciwzapalne i przeciwutleniające. Aktywnym składnikiem sylimaryny jest sylibina, której stężenie może być różne w poszczególnych ekstraktach sylimaryny. Ekstrakty te m.in. zwiększają wydajność mleczną krów w okresie laktacji oraz poprawiają proliferację komórek sutka bydła i myszy, a także ekspresję genu β -kazeiny. Uzupełnianie paszy ciężarnych loszek ekstraktem roślinnym sylimaryny korzystnie wpływa na stężenie hormonów krążących, stan oksydacyjny, rozwój sutka i ekspresję genów sutka pod koniec ciąży. Sylimaryna zwiększyła stężenie prolaktyny i zmniejszyła akumulację w osoczu biomarkerów oksydacyjnego uszkodzenia tkanek. U loszek żywionych paszą wzbogacaną sylimaryną obserwowano wzrost udziału procentowego tłuszczu w mięszu sutka, zmniejszenie poziomu białka oraz stężeń zarówno RNA, jak i DNA w porównaniu z loszkami kontrolnymi. Natomiast nie zaobserwowano wpływu czynników doświadczalnych na ekspresję genów antyoksydacyjnych i aktywność enzymatyczną w próbkach wątroby. Wyniki te sugerują, że u samic świń sylimaryna może zwiększać stężenie prolaktyny, ale wzrost ten nie był wystarczający, aby mieć korzystny wpływ na rozwój gruczołu sutkowego w późnej ciąży [Farmer i in. 2014]. Potwierdzono wpływ dodatku ekstraktu sylimaryny na wydajność miotu i stres oksydacyjny u loh w okresie laktacji [Farmer i in. 2017].

Do materiałów paszowych, które mogą mieć wpływ na ekspresję genów zalicza się także cykorię. Badania w tym zakresie prowadzono nad ogólnoustrojowymi zmianami immunologicznymi i metabolicznymi w surowicy krwi rosnących świń. Korzeń cykorii jest naturalnym źródłem fruktanów typu inuliny, takich jak inulina i oligofruktoza. Inulina składa się z zestawu cząsteczek sacharozy, w której ugrupowanie fruktozy jest zastąpione liniowym łańcuchem β -fruktanów. Fruktany, takie jak oligofruktoza i inulina, określane są jako składniki, które nie są trawione w górnym odcinku przewodu pokarmowego zwierząt monogastrycznych i są w stanie selektywnie stymulować wzrost i aktywność pożytecznej mikroflory jelitowej, głównie *Bifidobacteria* i *Lactobacilli*. Wprowadzenie suszonych korzeni cykorii do paszy rosnących świń spowodowało istotne obniżenie poziomu apolipoproteiny C-II składnika dopełniacza C6, białka C-reaktywnego, antygeny CD14, łańcuchów α i β białka wiążącego C4b oraz fibrynogenu. Również świnię karmione paszą eksperymentalną miały podobne stężenia IgA, IgG i IgM, chociaż poziom IgM był niższy w porównaniu z grupą kontrolną. Wykazano, że dawka pokarmowa uzupełniona 4% suszonym korzeniem cykorii może wykazywać właściwości przeciwzapalne oraz wpływać na gospodarkę lipidową u rosnących świń [Lepeczyński i in. 2015]. Ten sam zespół przeprowadził eksperyment na wykastrowanych prosiętach płci męskiej, których dawkę pokarmową uzupełniono 2% wodnym ekstraktem inuliny z korzeni cykorii. W prezentowanych badaniach zidentyfikowano białka, które wykazują zmienioną ekspresję w wyniku dodatku 2% wodnego ekstraktu inuliny do paszy dla rosnących prosiąt. Eksperymentalna dawka pokarmowa spowodowała znaczącą zmianę w białkach bezpośrednio lub pośrednio zaangażowanych w hemostazę i wrodzoną odpowiedź immunologiczną. Stwierdzili również zwiększoną ekspresję witronektyny i podjednostki alfa składnika dopełniacza C8, które mogą chronić organizm gospodarza przed nadmierną aktywnością cytolityczną aktywowanego dopełniacza [Herosimczyk i in. 2015]. Przeprowadzono również badania na wykastrowanych prosiętach płci męskiej, które żywiono paszami izoenergetycznymi na bazie zbóż: kontrolną, uzupełnioną 2% ekstraktu inuliny z korzenia cykorii lub 4% smażonego korzenia cykorii. Oba czynniki eksperymentalne istotnie modulowały ekspresję białek wątrobowych związanych z metabolizmem energetycznym, szczególnie tych zaangażowanych w metabolizm cholesterolu i trójglicerydów. Dodatkowo oba dodatki paszowe indukowały zwiększoną ekspresję białek zaangażowanych w ochronę hepatocytów przed stresem oksydacyjnym. Autorzy po raz pierwszy wykazali, że suplementacja paszy suszonym korzeniem cykorii lub inuliną wpłynęła na istotne zmiany w ekspresji białek cytoszkieletu wątroby [Lepeczyński i in. 2016].

Właściwości nutrigenomiczne wykazuje również kurkuma, najczęściej wykorzystywana jako dodatek sensoryczny. Kim i in. [2013] badali wpływ suplementacji organicznym ekstraktem z kurkumy na ogólnoustrojową i miejscową odpowiedź immunologiczną na doświadczalne infekcje pasożytami *Eimeria maxima* i *Eimeria tenella* u kurcząt brojlerów. Kurkuma (*Curcuma longa*) posiada kilka związków fitochemicznych wykazujących szeroką gamę właściwości farmakologicznych, w tym przeciwko komórkom nowotworowym, zaburzeniom hormonalnym, stanom zapalnym, infekcjom bakteryjnym, stresowi oksydacyjnemu i pasożytom. Głównym aktywnym składnikiem kurkumy jest kurkumina (diferuloymetan), lipofilny polifenol. W badaniach Kim i in. [2013] obserwowano, że kurczęta karmione paszą z dodatkiem kurkumy wykazywały zwiększoną ogólnoustrojową odporność humoralną ocenioną na podstawie wyższych poziomów przeciwciał w surowicy krwi. W limfocytach jelitowych kurcząt karmionych dodatkiem kurkumy, na poziomie jelitowym przeprowadzono profilowanie ekspresji genów w całym genomie

za pomocą hybrydyzacji mikromacierzy i zidentyfikowano 601 transkryptów o różnej ekspresji w porównaniu z kontrolami bez suplementacji. Ekstrakt z kurkumy, który indukował transkryptom jelitowy, był głównie związany z genami pośredniczącymi w efektach przeciwzapalnych [Kim i in. 2013].

Analiza danych nutrigenomicznych wykazała również, że mieszanka paszowa zawierająca w swoim składzie algi może zmniejszyć stres u kurczaków [Khan i in. 2018]. Pasze dla zwierząt hodowlanych uzupełniane polifenolami winogronowymi i innymi niedocenianymi produktami ubocznymi, jak również roślinami aromatycznymi, ziołami kulinarnymi, przyprawami, przetworami warzywnymi i owocowymi korzystnie działają na zwierzęta i wzmacniają koncepcję stosowania podejścia nutrigenomicznego w żywieniu zwierząt. Suplementacja pasz polifenolami winogronowymi powoduje zróżnicowaną sygnaturę transkryptomyczną, odzwierciedlającą głównie efekt immunomodulacyjny u krów mlecznych i, w szerszym zakresie, u przeżuwaczy [Pauletto i in. 2020].

Podsumowanie

Analiza aktualnej literatury za zakresu wykorzystania technik nutrigenomicznych w produkcji zwierzęcej wskazuje na możliwość wykorzystania określonych wzorców ekspresji genów do oceny wpływu żywienia zwierząt na kluczowe procesy metaboliczne związane z wydajnością produkcyjną i reprodukcyjną.

Personalizowane żywienie ma ogromne możliwości poprawy zdrowia zwierząt, dzięki badaniom wpływu spożycia składników odżywczych na organizm i badaniom interakcji molekularnych, które mają regulacyjny wpływ na procesy biologiczne. Skład kwasów tłuszczowych tkanki mięśniowej i adipocytów, wysoki poziom białka w paszy, suplementacja kwasem nikotynowym czy witaminą E korzystnie wpływają na metabolizm lipidów i regulacje transkrypcji genów zaangażowanych w utlenianie lipidów i ekspresję genów przeciwutleniających, co decyduje o aspektach sensorycznych, technologicznych oraz żywieniowych mięsa, wpływając na jego odbiór przez konsumentów. Dla produkcji zwierzęcej znaczenie ma organiczny selen, gdyż wpływa on na ekspresję genów powodujących zwiększenie wydajności mlecznej czy produkcję jaj. Również ekstrakt syliumaryny jako dodatek żywieniowy zwiększa wydajność mleczną krów w okresie laktacji oraz poprawia proliferację komórek sutka, a także ekspresję genu β -kazeiny.

Dodatek do paszy mannogigosacharydów, tłuszczów na bazie oleju rzepakowego czy suplementacja glutaminą wpływają pozytywnie na profil ekspresji genów jelitowych poprzez zwiększanie ekspresji genów niezbędnych do wzrostu komórek i zmniejszanie ekspresji genów promujących stres oksydacyjny. Ponadto podanie cynku i kadmu zwiększa szybkość transkrypcji genu metalotioneiny w tkance jelitowej, a ekstrakt z kurkumy indukują transkryptom w limfocytach jelitowych kurcząt. Jest on ponadto związany z genami pośredniczącymi w efektach przeciwzapalnych.

Na odpowiedź przeciwzapalną, immunologiczną, stres oksydacyjny i zwiększenie ogólnoustrojowej odporności humoralnej może wpływać długotrwałe uzupełnianie pasz selenem, suszonym korzeniem cykorii, ekstraktami z kurkumy lub polifenolami winogronowymi. Dawka pokarmowa zawierająca witaminę E może ponadto wzmocnić ochronę immunologiczną przed bakteryjnymi infekcjami lipopolisacharydowymi.

W odpowiedziach immunologicznych udział bierze również zwiększona ekspresja genów spowodowana przez pasze bogate w tłuszcze i cholesterol. Indukujący wpływ na

hepatocyty mają również insulina, glukagon, witamina C oraz dodatek kadmu, który wydłuża okres półtrwania mRNA w hepatocytach. Szlaki metaboliczne, degradacja kwasów tłuszczowych, metabolizm pirogronianu i cykl kwasów trikarboksylowych to główne szlaki zmieniane u knurów w nutrigenetycznej ekspresji genów wątrobowych.

Współczesna nutrigenomika bez wątpienia odegra kluczową rolę w opracowywaniu strategii żywieniowych rozwiązujących problemy ograniczeń wydajności reprodukcyjnej, czy aktywności metaboliczno-fizjologicznej organizmu zwierząt. Potwierdzając na tym etapie naukowo-poznawczym możliwości, jakie może niesie ze sobą nutrigenomika, otwiera się nowy obszar badawczy, który pozwoli na określenie strategii żywieniowych opartych na dostępnych lokalnie materiałach paszowych, wspierających nie tylko optymalne utrzymanie statusu zdrowotnego zwierzęcia, ale także precyzyjne i znacznie efektywniejsze prowadzenie produkcji zwierzęcej.

Piśmiennictwo

- Agans R., Gordon A., Kramer D.L., Perez-Burillo S., Rufián-Henares J.A., Paliy O., 2018. Dietary Fatty Acids Sustain the Growth of the Human Gut Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology* 84(21), e01525-18. <https://doi.org/10.1128/AEM.01525-18>.
- Alvarez-Cardona F., Maki-Diaz G., Franco-Roble, E., Cadena-Villegas S., Hernández-Marín A., 2019. L-Arginine, Aspartate and Glutamate, and their relationship with the ewes' reproduction. *Review. Abanico Veterinario* 9. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.929>.
- Ayuso M., Fernandez A., Isabel B., Rey A., Benitez R., 2015. Long term vitamin A restriction improves meat quality parameters and modifies gene expression in Iberian pigs. *Journal of Animal Science* 93(6), 2730–2744.
- Basson A.R., Chen C., Sagl F., Trotter A., Bederman I., Gomez-Nguyen A., Sundrud M.S., Ilic S., Cominelli F., Rodriguez-Palacios A., 2021. Regulation of Intestinal Inflammation by Dietary Fats. *Frontiers in Immunology* 2, 11, 604989. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.604989>.
- Benítez R., Núñez Y., Fernández A., Isabel B., Fernández A.I., Rodriguez C., Barragán C., Martín-Palomino P., López-Bote C., Silió L., Óvilo C., 2015. Effects of dietary fat saturation on fatty acids composition and gene transcription in different tissues of Iberian pigs. *Meat Sciences* 102, 59–68.
- Benitez R., Nunez Y., Fernandez A., Isabel B., Rodriguez C., 2016. Adipose tissue transcriptional response of lipid metabolism genes in growing Iberian pigs fed oleic acid v. carbohydrate enriched diets. *Animal* 10(6), 939–946.
- Benítez R., Núñez Y., Óvilo C., 2017. Nutrigenomics in farm animals. *Journal of Investigative Genomics* 4, 1.
- Bionaz M., Osorio J., Loor J.J., 2015. Triennial lactation symposium: Nutrigenomics in dairy cows: Nutrients, transcription factors, and techniques, *Journal of Animal Science* 93(12), 5531–5553. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9192>.
- Blaner W.S., Olson J.A., 1994. Retinol and retinoic acid metabolism. In: Sporn MB, et al. (Eds.), *The retinoids: Biology, chemistry and medicine*. Raven Press, New York, 229–256.
- Bordoni L., Petracci I., Zhao F., Min W., Pierella E., Assmann T.S., Martinez J.A., Gabbianelli R., 2021. Nutrigenomics of Dietary Lipids. *Antioxidants* 10(7), 994. <https://doi.org/10.3390/antiox10070994>.
- Butler W.R., 1998. Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Sciences* 81(9), 2533–2539.
- Butterfield D.A., 2020. Brain lipid peroxidation and alzheimer disease: Synergy between the Butterfield and Mattson laboratories. *Ageing Research Reviews* 64, 101049.
- Cai Z., Jiang X., Pan Y., Chen L., Zhang L., Zhu K., Cai Y., Ling Y., Chen F., Xu X., Chen M., 2015. Transcriptome analysis of hepatic responses to testosterone deficiency in miniature pigs fed a high cholesterol diet. *BMC Genomics* 16(59). <https://doi.org/10.1186/s12864-105-1283-0>

- Carlberg C., 2019. Nutrigenomics of Vitamin D. *Nutrients* 11(3), 676. <https://doi.org/10.3390/nu11030676>.
- Costa A.S.H., Costa P., Alves S.P., Alfaia C.M., Prates J.A.M., Vleck V., Cassar-Malek I., Hocquette J.F., Bessa R.J.B., 2018. Does growth path influence beef lipid deposition and fatty acid composition? *PLoS One* 3, 13(4), e0193875. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193875>.
- Crovesy L., Masterson D., Rosado E.L., 2020. Profile of the gut microbiota of adults with obesity: A systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition* 74, 1251–1262.
- Cuevas-Sierra A., Ramos-Lopez O., Riezu-Boj J.I., Milagro F.I., Martinez J.A., 2019. Diet, Gut Microbiota, and Obesity: Links with Host Genetics and Epigenetics and Potential Applications. *Advanced Nutrition* 10, 17–30.
- Dervishi E., Serrano C., Joy M., Serrano M., Rodellar C., 2010. Effect of the feeding system on the fatty acid composition, expression of the $\Delta 9$ -desaturase, Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Alpha, Gamma, and Sterol Regulatory Element Binding Protein 1 genes in the semitendinosus muscle of light lambs of the Rasa Aragonesa breed. *BMC Veterinary Research* 6, 40.
- Deshmukh R., Sonah H., Patil G., Chen W., Prince S., Mutava R., Vuong T., Valliyodan B., Nguyen H.T., 2014. Integrating omic approaches for abiotic stress tolerance in soybean, *Frontiers in Plant Science* 5, 244. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00244>.
- Dima C., Assadpour E., Dima S., Jafari S.M., 2020. Bioavailability and bioaccessibility of food bioactive compounds; overview and assessment by in vitro methods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 19, 2862–2884.
- Evangelakou Z., Manola M., Gumeni S., Trougakos I.P., 2019. Nutrigenomics as a tool to study the impact of diet on aging and age-related diseases: the *Drosophila* approach. *Genes and Nutrition* 14, 12. <https://doi.org/10.1186/s12263-019-0638-6>.
- Farmer C., Lapointe J., Cormier I., 2017. Providing the plant extract silymarin to lactating sows: effects on litter performance and oxidative stress in sows. *Animal* 11(3), 405–410.
- Farmer C., Lapointe J., Palin M.F., 2014. Effects of the plant extract silymarin on prolactin concentrations, mammary gland development, and oxidative stress in gestating gilts. *Journal of Animal Sciences* 92, 2922–2930.
- Fortin A., Robertson W.M., Tong A.K.W., 2005. The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Science* 69, 297–305.
- Garcia H., Morales A., Araiza A., Htoo J.K., Cervantes M., 2015. Gene expression, serum amino acid levels, and growth performance of pigs fed dietary leucine and lysine at different ratios. *Genetics Molecular Research* 14(1), 1589–1601.
- Gebert L.F., MacRae I.J., 2019. Regulation of microRNA function in animals. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 20(1), 21–37.
- Goni L., Cuervo M., Milagro F.I., Martínez J.A., 2015. A genetic risk tool for obesity predisposition assessment and personalized nutrition implementation based on macronutrient intake. *Genes & Nutrition* 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12263-014-0445-z>.
- Gonzalez M., Miranda-Massari J., Duconge J., Rodriguez J., Cintron K., Berdiel M., Rodriguez J., 2015. Nutrigenomics, Metabolic Correction and Disease: The Restoration of Metabolism as a Regenerative Medicine Perspective. *Journal of Restorative Medicine* 4, 74–82.
- Halas V., Nochtal I., 2012. Mannan Oligosaccharides in Nursery Pig Nutrition and Their Potential Mode of Action. *Animals (Basel)* 23, 2(2), 261–74. <https://doi.org/10.3390/ani2020261>.
- Hamill R.M., Aslan O., Mullen A.M., O'Doherty J.V., McBryan J., Morris D.G., Sweeney T., 2013. Transcriptome analysis of porcine M. semimembranosus divergent in intramuscular fat as a consequence of dietary protein restriction. *BMC Genomics* 14, 453.
- Haro D., Marrero P., Relat J., 2019. Nutritional Regulation of Gene Expression: Carbohydrate-, Fat- and Amino Acid-Dependent Modulation of Transcriptional Activity. *International Journal of Molecular Sciences* 20, 1386. <https://doi.org/10.3390/ijms20061386>.
- Herosimczyk A., Lepczyński A., Ożgo M., Skomial J., Dratwa-Chałupnik A., Tuśnio A., Taciak M., Barszcz M., 2015. Differentially expressed proteins in the blood serum of piglets in response to a diet supplemented with inulin. *Polish Journal of Veterinary Sciences* 18(3), 541–548.

- Jiang R.R., Zhao G.P., Zhao J.P., Chen J.L., Zheng M.Q., Liu R.R., Wen J., 2014. Influence of dietary nicotinic acid supplementation on lipid metabolism and related gene expression in two distinct broiler breeds of female chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 98(5), 822–829. <https://doi.org/10.1111/jpn.12138>.
- Jiang Z.Y., Zhong W.J., Zheng C.T., Lin Y.C., Yang L., 2010. Conjugated linoleic acid differentially regulates fat deposition in backfat and longissimus muscle of finishing pigs. *Journal of Animal Science* 88(5), 1694–1705.
- Joseph S.J., Pratt S.L., Pavan E., Rekaya R., Duckett S.K., 2010a. Omega-6 fat supplementation alters lipogenic gene expression in bovine subcutaneous adipose tissue. *Gene Regulation and Systems Biology* 4, 91–101.
- Joseph S.J., Robbins K.R., Pavan E., Pratt S.L., Duckett S.K., 2010b. Effect of diet supplementation on the expression of bovine genes associated with Fatty Acid synthesis and metabolism. *Bioinformatics and Biology Insights* 4, 19–31.
- Juniper D.T., Phipps R.H., Ramos-Morales E., Bertin G., 2009. Effects of dietary supplementation with selenium enriched yeast or sodium selenite on selenium tissue distribution and meat quality in lambs. *Journal of Animal Science* 86(11), 3100–3109.
- Kang J.X., Liu A., 2013. The role of the tissue omega-6/omega-3 fatty acid ratio in regulating tumor angiogenesis. *Cancer Metastasis Review* 32, 201–210.
- Keller J., Ringseis R., Priebe S., Guthke R., Kluge H., Eder K., 2011. Dietary L-carnitine alters gene expression in skeletal muscle of piglets. *Molecular Nutrition & Food Research* 55, 419–429.
- Khan A.A., Ganai A.M., Haq Z., 2018. Advances in nutrigenomics and its application in poultry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7, 2866–2872.
- Kidd M.T., Maynard C.W., Mullenix G.J., 2021. Progress of amino acid nutrition for diet protein reduction in poultry. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 12(1), 1–9.
- Kim D.K., Lillehoj H.S., Lee S.H., Jang S.I., Lillehoj E.P., Bravo D., 2013. Dietary curcuma longa enhances resistance against *Eimeria maxima* and *Eimeria tenella* infections in chickens. *Poultry Sciences* 92, 2635–2643.
- Kim H., Caulfield L.E., Garcia-Larsen V., Steffen L.M., Coresh J., Rebholz C.M., 2019. Plant-Based Diets Are Associated With a Lower Risk of Incident Cardiovascular Disease, Cardiovascular Disease Mortality, and All-Cause Mortality in a General Population of Middle-Aged Adults. *Journal of the American Heart Association* 8(16), e12865.
- Laible G., 2009. Enhancing livestock through genetic engineering Recent advances and future prospects. *Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases* 32(2), 123–137.
- Lepczyński A., Herosimczyk A., Ożgo M., Marynowska M., Pawlikowska M., Barszcz M., Taciak M., Skomiał J., 2016. Dietary chicory root and chicory inulin trigger changes in energetic metabolism, stress prevention and cytoskeletal proteins in the liver of growing pigs—a proteomic study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 101(5), e225–e136. <https://doi.org/10.1111/jpn.12595>.
- Lepczyński A., Herosimczyk A., Ożgo M., Skomiał J., Taciak M., Barszcz M., Berezecka N., 2015. Dietary supplementation with dried chicory root triggers changes in the blood serum proteins engaged in the clotting process and the innate immune response in growing pigs. *Journal of Physiology and Pharmacology* 66(1), 47–55.
- Li S., Hu B., Wang Y., Wu D., Jin L., Wang X., 2014. Influences of APOA5 variants on plasma triglyceride levels in Uyghur population. *PLoS One* 9(10), e110258.
- Liu X., Wang J., Li R., Yang X., Sun Q., Albrecht E., Zhao R., 2011. Maternal dietary protein affects transcriptional regulation of myostatin gene distinctively at weaning and finishing stages in skeletal muscle of Meishan pigs. *Epigenetics* 6(7), 899–907.
- Lopez-Bote C., 1999. XV Curso de especialización F.E.D.N.A: Avances en Nutrición y Alimentación Animal, 225–252.
- Machado C., Aissa A.F., Ribeiro D. L., Antunes L., 2019. Vitamin D supplementation alters the expression of genes associated with hypertension and did not induce DNA damage in rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A* 82(4), 299–313. <https://doi.org/10.1080/15287394.2019.1592044>.

- Magouz F.I., Bassuini M.I., Khalafalla M.M., Abbas R., Sewilam H., Aboelenin S.M., Soliman M.M., Amer A.A., Soliman A.A., Van Doan H., Dawood M.A.O., 2021. Mannan Oligosaccharide Enhanced the Growth Rate, Digestive Enzyme Activity, Carcass Composition, and Blood Chemistry of Thinlip Grey Mullet (*Liza ramada*). *Animals (Basel)* 11(12), 3559. <https://doi.org/10.3390/ani11123559>.
- Mirowski A., 2016. Selen w żywieniu cieląt. Część I. Zawartość selenu w organizmie i kwestia jego niedoboru. *Życie Weterynaryjne* 91(5).
- Namra S., Siddique R., Iftikhar H., Ejaz R., Karim T., Komal T., Kubra G., Gul A., Altay V., Ozturk M., 2020. Nutrigenomics – An emerging field of science and technology unrevealing inter-relationships between nutrients and human genome using modern tools such as transcriptomics, metabolomics, epigenomics and proteomics. *Biological Diversity and Conservation* 13(3), 372–380.
- Natividad J.M., Lamas B., Pham H.P., Michel M.L., Rainteau D., Bridonneau C., da Costa G., van Hylckama Vlieg J., Sovran B., Chamignon C., 2018. *Bilophila wadsworthia* aggravates high fat diet induced metabolic dysfunction in mice. *Nature Communications* 9, 2802.
- Neeha V.S., Kinth P., 2013. Nutrigenomics research: a review. *Journal of Food Science and Technology* 50(3), 415–428. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0775-z>.
- Nestel P.J., 2019. Dietary Fat and Blood Pressure. *Current Hypertension Reports* 21(2), 17.
- Nishi H., Higashihara T., Inagi R., 2019. Lipotoxicity in Kidney, Heart, and Skeletal Muscle Dysfunction. *Nutrients* 11, 1664.
- Nowacka-Wozuk J., 2020. Nutrigenomics in livestock – recent advances. *Journal of Applied Genetics* 61, 93–103. <https://doi.org/10.1007/s13353-019-00522-x>.
- Oguszką M., Szostak A., te Pas M.F.W., Poławska E., Urbański P., Blicharski T., Pareek C.S., Juszcuk-Kubiak E., Dunkelberger J.R., Horbańczuk J.O., Pierzchała M., 2017. A porcine gluteus medius muscle genome-wide transcriptome analysis: dietary effects of omega-6 and omega-3 fatty acids on biological mechanisms. *Genes & Nutrition* 12. <https://doi.org/10.1186/S12263-017-0552-8>.
- Oh Y.S., Bae G.D., Baek D.J., Park E.-Y., Jun, H.S., 2018. Fatty Acid-Induced Lipotoxicity in Pancreatic Beta-Cells During Development of Type 2 Diabetes. *Frontiers in Endocrinology* 9, 384.
- Ovilo C., Benitez R., Fernandez A., Isabel B., Nunez Y., 2014. Dietary energy source largely affects tissue fatty acid composition but has minor influence on gene transcription in Iberian pigs. *Journal of Animal Science* 92(3), 939–954.
- Park J.C., Kim S.C., Lee S.D., Jang H.C., Kim N.K., Lee S.H., Jung H.J., Kim I.C., Seong H.H., Choi B.H., 2012. Effects of Dietary Fat Types on Growth Performance, Pork Quality, and Gene Expression in Growing-finishing Pigs. *AsianAustralasian Journal of Animal Sciences* 25(12), 1759–1767. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12416>.
- Patil P.V., Gendley M.K., Patil, M.K., Kumari K., 2021. Nutrigenomics and gene regulation in animals—a review. *Just Agriculture* 2(3).
- Pauletto M., Elgendy R., Ianni A., Marone E., Giantin M., Grotta L., Ramazzotti S., Bennato F., Dacasto M., Martino G., 2020. Nutrigenomic Effects of Long-Term Grape Pomace Supplementation in Dairy Cows. *Animals* 10(4),714. <https://doi.org/10.3390/ani10040714>.
- Pavlovic Z., Miletic I., Jokic Z., Sobajic S., 2009. The effect of dietary selenium source and level on hen production and egg selenium concentration. *Biological Trace Element Research* 131(3), 263–270.
- Reddy V.S., Palika R., Ismail A., Pullakhandam R., Reddy G.B., 2018. Nutrigenomics: Opportunities & challenges for public health nutrition. *Indian Journal of Medical Research* 148, 632–641.
- Renema R.A., 2003. Effects of dietary selenium source on egg production, fertility, hatchability and shell quality of broiler breeders. *Poultry Science* 82(Suppl 1), 51.
- Saito T., Whatmore P., Taylor J.F., Fernandes J.M.O., Adam A.C., Tocher D.R., Espe M., Skjærven K.H., 2021. Micronutrient supplementation affects transcriptional and epigenetic regulation of lipid metabolism in a dose-dependent manner. *Epigenetics* 16(11), 1217–1234. <https://doi.org/10.1080/15592294.2020.1859867>.
- San-Cristobal R., Navas-Carretero S., Martínez-González M., 2020. Contribution of macronutrients to obesity: implications for precision nutrition. *Nature Reviews Endocrinology* 16, 305–320. <https://doi.org/10.1038/s41574-020-0346-8>.

- Scribner K.B., Odom D.P., Mcgrane M.M., 2005. Vitamin A status in mice affects the histone code of phosphoenolpyruvate carboxykinase gene in liver. *Journal of Nutrition* 135, 2774–2779.
- Segers J.R., Loor J.J., Moisé S.J., Gonzalez D., Shike D.W., 2017. Effects of protein and fat concentration in coproduct-based growing calf diets on adipogenic and lipogenic gene expression, blood metabolites, and carcass composition. *Journal of Animal Science* 95(6), 2767–2781.
- Sohel M.M.H., 2020. Macronutrient modulation of mRNA and microRNA function in animals: A review. *Animal Nutrition* 6(3), 258–268.
- Song K.D., Dowd S.E., Lee H.K., Kim S.W., 2013. Long-term dietary supplementation of organic selenium modulates gene expression profiles in leukocytes of adult pigs. *Animal Science Journal* 84, 238–246.
- Szostak A., Ogłuszka M., te Pas M.F.W., Poławska E., Urbański P., Juszczyk-Kubiak E., Blicharski T., Pareek C.S., Dunkelberger J.R., Horbańczuk J.O., Pierzchała M., 2016. Effect of a diet enriched with omega-6 and omega-3 fatty acids on the pig liver transcriptome. *Genes & Nutrition* 11(9). <https://doi.org/10.1186/s12263-016-0517-4>.
- Tebani A., Bekri S., 2019. Paving the way to precision nutrition through metabolomics. *Frontiers in Nutrition* 6, 41.
- Tucker K.L., Caren, E. Smith C.E., Chao-Qiang L., Jose M.O., 2013. Quantifying Diet for Nutrigenomic Studies. *Annual Review of Nutrition* 33(1), 349–371.
- Urbański P., Pierzchała E. P., Poławska E., Wenta-Muchalska E., Solka M., 2021. The use of nutrigenomics in animal improvement for product quality and health – a review. *Animal Science Papers and Reports* 39(4), 321–338.
- Wan X., Wang S., Xu J., Zhuang L., Xing K., Zhang M., Zhu X., Wang L., Gao P., Xi Q., Sun J., Zhang Y., Li T., Shu G., Jiang Q., 2017. Dietary protein-induced hepatic IGF-1 secretion mediated by PPAR γ activation. *PLoS One* 12(3), e0173174. <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0173174>.
- Wang D.D., Hu F.B., 2018. Precision nutrition for prevention and management of type 2 diabetes. *The Lancet Diabetes and Endocrinology* 6(5), 416–426. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(18\)30037-8](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(18)30037-8).
- Wang J., Chen L., Li P., Li X., Zhou H., Wang F., Wu G., 2008. Gene expression is altered in piglet small intestine by weaning and dietary glutamine supplementation. *The Journal of Nutrition* 138(6), 1025–1032.
- Wen P., Hu T.G., Linhardt R.J., Liao S.T., Wu H., Zou Y.X., 2019. Mulberry: A review of bioactive compounds and advanced processing technology. *Trends in Food Science & Technology* 83, 138–158.
- Wójtowski J., Danków R., Foksowicz-Flaczyk J., Grajek K., 2019. Dodatki ziołowe w żywieniu krów, owiec i kóz mlecznych. *Życie Weterynaryjne* 94(8).
- Woods V.B., Fearon A.M., 2009. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: a review. *Livestock Science* 126(1–3), 1–20.
- Xiao R., Power R.F., Mallonee D., Crowder C., Brennan K.M., 2011. A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. *Poultry Science* 90(1), 136–146.
- Xiao R., Power R.F., Mallonee D., Routt K., Spangler L., Pescatore A.J., Cantor A.H., Ao T., Pierce J.L., Dawson K.A., 2012. Effects of yeast cell wall-derived mannan-oligosaccharides on jejunal gene expression in young broiler chickens. *Poultry Sciences* 91, 1660–1669.
- Zhang H.B., Wang Z.S., Peng Q.H., Tan C., Zou H.W., 2014. Effects of different levels of protein supplementary diet on gene expressions related to intramuscular deposition in early-weaned yaks. *Animal Science Journal* 85(4), 411–419. <https://doi.org/10.1111/asj.12161>.
- Zhao S., Wang J., Song X., Ge C.H., Gao S., 2010. Impact of dietary protein on lipid metabolism – related gene expression in porcine adipose tissue. *Annals of Nutrition and Metabolism* 7, 6.
- Zhou S., Wang Y., Jacoby J.J., Jiang Y., Zhang Y., Yu L.L., 2017. Effects of Medium- and Long-Chain Triacylglycerols on Lipid Metabolism and Gut Microbiota Composition in C57BL/6J Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65, 6599–6607.

Preservation and rational use of domestic poultry gene pool in Ukraine

Oleg Katerynych¹, Svitlana Pankova¹, Kostiantyn Vasiuko²

The main goal of preserving the gene pool is the long-term preservation of the entire biodiversity of agricultural animals and poultry. Solving existing problems in poultry farming and providing scientific support for this industry in Ukraine is dealt with by a single branch scientific institution – the State Poultry Research Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (All-Ukrainian Poultry Research Institute, since 1932; Ukrainian Poultry Research Station, since 1934; Ukrainian Research Institute of Poultry of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, since 1959; Institute of Poultry of the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, since 1992; Institute of Poultry of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, since 2010; State Poultry Research Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, since 2014). In addition to carrying out scientific research, a collection of genetic resources of various types of poultry (chickens, ducks, turkeys, geese) was kept throughout the entire period of existence of the scientific institution. Thus, according to the data provided in the catalog of genetic resources of the FAO [Scherf 2000], about 28 breeds and varieties of chickens, ducks and turkeys were preserved: *chickens* – carriers of the dwarfism gene: black, partridge, white, striped, red; Poltava clay – 4 lines; Ukrainian dumplings; Paduan; Australorp: black, speckled; Yerevan: black and red; California grays; Sussex light – 5 lines; bare-necked; Rhode Island: red (8 lines), white (2 lines); Russian whites; Leghorn: brown (Italian partridges), white (8 lines); Plymouth Rock white; Yurlov vowels; ducks – Ukrainian white (3 lines), black white-breasted, clay, gray, Pekin; turkeys – white broad-breasted.

Based on the purpose and specialization of gene pool herds according to the classification, approaches to their organization should be different. For the long-term preservation of genetic resources, a number of measures were proposed, depending on their purpose and the possibilities of further use in breeding work, which are based on the following provisions [Mosyakina et al. 2006]:

- a) Each type of stored genetic resource must have its own qualities and properties.
- b) The number of each type of genetic resource should ensure: – conducting selection and breeding work at the appropriate level (depending on the purpose) to maintain the existing qualities and properties and, if necessary, to improve some qualities; – maintaining the genetic structure and diversity of the stored material; – prevention of degeneration or loss of certain qualities, increase of inbreeding or unpredictable drift of genes.

¹ State Poultry Research Station of NAAS, Zmiivskiy (Chuguivskiy) distr., Kharkiv reg., Ukraine

² Department of Biological Basis of Food and Feed Technology, Faculty of Production Engineering, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland

c) Each gene pool unit (except poultry for industrial purposes) must be kept separately with free mating (panmixia) in the sex ratio determined for each species of birds or with artificial insemination with polyspermy.

d) When keeping a “genetic unit” with a large population (for chickens more than 500 heads, ducks more than 300, turkeys more than 100, geese more than 100 heads), it is necessary to divide it into several groups for carrying out rotational-cyclic selection.

e) Birds that have the same exterior must be identified by tags (wing, leg, epaulettes) or by a section of the webbing on the legs.

f) When raising young birds and keeping adult birds of gene pool flocks, it is necessary to comply with current veterinary and technological requirements that would ensure the health of birds, prevent the introduction of infection into the farm, allow maintaining the characteristic features of each genetic resource and ensure the possibility of reproduction of the flock.

Preservation of high genetic variability in small populations is achieved not by selecting the best genotypes, but by reproducing the existing ones without losing their characteristic features. For endangered populations, selection pressure should be reduced to zero, or remain the herd average for breeds in decline. Selection should promote the spread of heterozygotes and prevent gene drift, which contributes to the homozygosity of the population. The main criteria for selection are the state of health, strength of the constitution and reproductive capacity.

When preserving the gene pool of breeds, the main attention is paid to selection. Thanks to the correct combination of couples, it is possible to accumulate and consolidate the necessary hereditary qualities in the offspring, which will ensure a constant increase in the vitality of the offspring and the strength of its constitution in each subsequent generation.

It was established that the effective number of populations during their preservation should be at least 200 heads. The population being restored will consist of 80 individuals in the first generation.

Along with free mating, artificial insemination of females with both native and cryopreserved sperm of males is widely used in reproduction of gene pool breeds and populations of birds. At the same time, several methods are used to prevent the increase of inbreeding in small populations of birds.

Preservation of the gene pool in the form of live samples of birds in collections, gene pool farms is associated with a number of organizational and economic difficulties, significant material costs and labor costs: the use of time-consuming methods of rotation-panmix reproduction of herds, polyspermic insemination, selection of pairs for mating, creation of a network of duplicating gene pool farms and collections in the country.

A decrease in the number of individuals of preserved breeds and populations below the permissible minimum causes an increase in the probability of the appearance in subsequent generations of such negative phenomena as inbreeding (an increase in the average homozygosity of the population due to an increase in the probability of meeting two homozygous individuals who come from the same ancestor) and genetic drift (a change in the frequency or the presence of the same genes in a number of generations). The manifestation of these phenomena is related to the effective size of populations. The selection

of individuals and the selection of parental pairs lead to its decrease. The smaller the number of birds in the preserved breed or breed group, the narrower should be the sex ratio.

At present, the experimental base of the State Poultry Research Station of NAAS preserves a unique gene pool of chickens of various productivity levels and turkeys of domestic selection.

Poltava Clay is an autochthonous Ukrainian breed of egg-meat productivity type, approved in 2007 by the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine as a new breeding achievement. The origin of Poltava chickens is not precisely established. It is believed that they were created by the method of folk selection by selecting the best individuals obtained by crossing local birds with imported breeds (New Hampshire, Wyandotte, etc.), which were brought to Ukraine at the end of the 19th and the beginning of the 20th centuries [Moiseyeva et al. 2007]. Targeted selection work with poultry was started in 1948, when it was brought to the Experimental Farm «Birky» from the Poltava region. The laying rate was 230–235 eggs per year, the live weight of chickens at the age of 17 weeks was 1.4–1.5 kg, at 52 weeks – 2.1–2.2 kg, the survival rate of young birds was 95–96%, and adult birds were 94–95%. These birds have a calm temperament, clay-colored plumage (ss bb ii CC ee CoCo bl bl), a rose-shaped crest, which is now rare in most industrial breeds, and light brown eggshell color. The valuable features of chickens of this breed, unlike others, are increased genetic resistance to neoplastic diseases (Marek's disease), as well as tender and juicy meat [Pabat et al. 2006].

Ukrainian black and cuckoo chickens are one of the few breeds of chickens that were lost in the middle of the 20th century during the emergence of the era of commercial poultry farming and were successfully resynthesized in 2010 by the efforts of Ukrainian breeders [Pokhyl et al. 2021]. *Poltava (Ukrainian) cuckoo* is a local Ukrainian breed of egg-meat productivity type, original forms are unknown. It was created by the population of the Left Bank of Ukraine in approximately the 19th century. At the beginning of the 50s of the 20th century, the state farms of Lubensky, Myrhorodsky, Zolotonoshynsky and other districts of the Poltava region were stocked with poultry of this variety. In 1954, the number of Poltava cuckoo chickens was 33.8 thousand heads. Currently, the total number of this bird is unknown. It is believed that these birds have almost disappeared and are kept only by some amateur bird breeders in the Poltava region. Live weight of cocks – 2.7 kg, hens – 2.2 kg; egg weight – 52–54 g. The laying rate of this variety of Poltava chickens is somewhat lower than that of clay chickens. They are characterized by high vitality, good adaptability to different conditions of keeping, undemanding to feed. *Poltava (Ukrainian) black* is a local Ukrainian breed of egg-meat productivity type, original forms are unknown. Created approximately in the 19th century. They were most widespread in the Lubensky district of the Poltava region. The total number of these birds was 42.9 thousand (1954), and already in 1964 – only 8.5 thousand. Currently, the total number of this population is unknown. Live weight of cocks – 2.8 kg, hens – 2.0 kg; egg weight – 54 g. Chickens are highly productive, characterized by high vitality, adapt well to different conditions of keeping, are not picky about food [Katerynych et al. 2017].

Birky meat and egg chickens Hercules. On the basis of the local and imported gene pool of chickens, a population of meat-egg poultry was created by the method of complex interbreeding, which, when kept in the conditions of farms and homesteads, has a good

laying capacity, high egg mass and improved meat qualities [Pokhyl et al. 2021]. Differentiation of meat-egg chickens by plumage color makes it possible to carry out their color-sex crossings (for phenotypic sex marking of day-old chicks) and to satisfy the demand of amateur birders for different types of bird plumage coloring. The age of reaching the peak of egg-laying is 28–31 weeks, the age of reaching 50% of egg-laying intensity is 177–185 days, the egg-laying in 52 weeks of productivity is 210–235 eggs. The weight of eggs at the age of 30 weeks reaches 53.7–57.8 g, at 52 weeks – 62.0–68.0 g. The live weight of hens at the age of 17 weeks is 1.68–2.24 kg, cocks – 2.25–2.55 kg. Live weight at the age of 52 weeks: hens 2.9–3.7 kg, cocks – 4.6–5.2 kg. The preservation of young birds up to 17 weeks of rearing under floor maintenance is 92–96%, the preservation of adult birds is 92–97%. Poultry is characterized by good reproductive qualities: hatchability of eggs at the level of 85.7–93.5%, hatching of young – 80.4–88.6%. The color of the eggshell is cream. The ratio of the white weight to the yolk weight in most modern crosses is 2.5–2.7, and in the Hercules meat and egg chickens of domestic selection – 1.7–1.9, that is, the yolk content in their eggs is more than 33.0%, which indicates the increased energy value of this product. By the same token, under certain conditions of keeping, the roosters of this population can reach 9.0 kg in live weight.

By crossing meat-egg cocks with egg-meat hens of the Poltava clay breed, final meat-egg productivity hybrids are obtained. When males are grown separately for meat up to 12 weeks of age, «farm roosters» are obtained – the live weight at this age reaches 2.5–2.8 kg [Pankova and Katerynych 2016].

Medium cross turkeys Kharkiv. Turkeys of the combined original lines (paternal 5 and maternal 6) of the Kharkiv cross belong to the medium type [Gadyuchko et al. 2008, Gadyuchko et al. 2009]. Birds are characterized by excellent adaptability to local conditions of keeping and high vitality. The age of laying the first egg is 220–230 days, the age of reaching 50% of egg-laying intensity on average reaches 234–245 days, the age of reaching the peak of laying is 35–36 weeks. Laying in 17–20 weeks of productivity is 52–70 eggs. Live weight at the age of 30 weeks: males 15.5–16.5 kg, females – 7.4–7.9 kg, at 47 weeks: males 17.0–17.9 kg, females – 8.0–8.4 kg. The preservation of young birds up to 30 weeks of cultivation is 92–95%, the preservation of adult birds is 93–97%. The hatchability of eggs is within 81.5–88.4%, the hatchability of turkeys is 75.3–81.2%.

Rational use of the Ukrainian gene pool of poultry in crossbreeding

To meet the needs of the population using available genetic resources, several hybrid combinations of chickens of different productivity directions have been proposed. *The autosex hybrid Slobidskyi* belongs to the egg production direction (Fig. 1). Chickens of the final hybrid are sorted by sex according to the “silvery-golden” gene system. The eggshell color of the final hybrid is cream. The main performance indicators of the maternal line and the hybrid are shown in Table 1.



Fig. 1. Day-old chicken and laying hen of Slobidskyi hybrid

Table 1. Indicators of productive traits of the maternal form and the final hybrid Slobidskyi

Parametry		Maternal form – Birkivska barvysta	Final hybrid Slobidskyi
Live weight at the age of 17 weeks (kg), hens/ cocks		1.3–1.4/1.8–2.0	1.4–1.5/ –
Age of reaching 50% of laying, days		22	22
Laying per hen at 65 weeks of life, pcs.		255–265	280
Egg weight, g	at 30 weeks	52.0–53.0	55,5–56,0
	at 52 weeks	58.0–59.0	60,0–62,0
Weight of adult birds (kg), hens/ cocks		1.8/2.5	2.0–2.1/ –
Feed consumption for 1 goal per day, g		114	111–115

In Ukraine, almost 50% of the total poultry population is kept in private farms, and almost 80% of this population is chickens of various types of productivity. Taking into account historical traditions, the specialists of the State Poultry Research Station of the NAAS have mastered a new direction – large hens of the meat and egg direction of productivity. It is this trend that is becoming popular abroad, that is why a hybrid combination was created for the domestic market – Grai, which in free-range conditions allows obtaining high-quality meat and egg products (Fig. 2).



Fig. 2. Hens and cockerels-roosters of the Grai hybrid

When fattening males for meat up to 12 weeks of age, roosters with a live weight of up to 2.5–2.8 kg are obtained (Table 2). The live weight of hens at the age of 17 weeks is 2.1–2.3 kg, at the age of 52 weeks – 3.2–3.8 kg. The preservation of young birds up to

17 weeks of rearing under floor maintenance is 98.2–99.5%, the preservation of adult birds is 97–99%. The age of peak egg-laying is 25–26 weeks, the age of reaching 50% egg-laying intensity is 168–170 days, egg-laying in 52 weeks of productivity is 275–290 eggs. The eggs weight at 30 weeks of age reaches 58.3–59.0 g, at 52 weeks – 60.0–63.9 g. The color of the egg shell is cream [Pankova and Katerinich 2017].

The economic performance indicators of meat-egg hens are shown in Table 3 [Katerynych et al. 2021].

Table 2. Economic efficiency of fattening roosters of the meat-egg hybrid Grai for meat

Indicators	Parental form – Hercules white	Final hybrid Grai
Average live weight of roosters at 12 weeks of age, g	3337.7 ±48.7*	2532.3 ±43.1
Consumption of compound feed (g), total	10500.0	7896.0
incl. by: 1–3 weeks	700.0*	526.4
4–5 weeks	1100.0*	827.2
6–12 weeks	8700.0*	6542.4
The price of 1 kg of compound feed, USD. (\$):		
1–3 weeks		0.448
4–5 weeks		0.384
6–12 weeks		0.336
Costs for feeding 1 head, \$	3.66	2.75
Total expenses for 1 goal. (70% – feed), \$	5.23	3.93
Cost of 1 kg of meat in live weight, \$	1.57	1.55
The cost of 1 kg of meat in half-cut carcass, \$	1.84	1.83
Average selling price of 1 kg of meat, \$	3.20	3.20
Profit, \$	1.36	1.37
Profitability, %	73.67	75.22

*The probable difference between the parental form and the hybrid is $P > 0.999$.

Poultry can be grown in both intensive and extensive systems, including free-range systems. When free-range Birky meat-egg chickens are kept, their meat and eggs have high taste qualities. The profitability of meat production of roosters-roosters is 73.7% when breeding purebred white Hercules chickens and 75.2% when using Gray hybrids. The use of laying hens of the meat-egg productivity direction allows you to get an edible egg at a level of profitability of 7.2–26.8%, respectively, for Hercules white and Grai chickens.

In addition to the Grai hybrid, Hercules white roosters are used for meat production, which reach a live weight of 3.34 in 12 weeks of cultivation (Table 4). The preservation of birds during fattening is 94–97%.

Table 3. Indicators of the economic efficiency of the use of meat-laying hens for the production of edible eggs

Indicators	Hercules white	Hybrid Grai
Feed consumption (kg), total:	41.99	36.81
– during the period of growing repair young	9.19	7.91
– during the productive period (52 weeks of life)	32.8	28.9
Average cost of 1 kg of feed, USD (\$):	0.384	
Cost of keeping poultry, total, \$:	20.96	18.38
– repair young	4.59	3.95
– laying hen	16.37	14.43
Laying capacity per average hen, pcs. eggs	154	176
Selling price, \$: per egg	0.1	0.1
per 1 kg of meat in live weight	2.0	
Live weight at the end of the productive period, kg	3.54	2.85
The amount of sales of products from 1 head:	22.48	23.3
– edible eggs	15.4	17.6
– meat	7.1	5.7
Profit, \$	1.52	4.92

Table 4. Slaughter qualities of white Hercules roosters when grown for meat

Indicators	Age, weeks						
	6	7	8	9	10	12	13
Average live weight, g	1420	1569	1812	2038	2296	3337.7	4000
Feed conversion, kg/kg	1.84	1.94	2.10	2.28	2.49	2.61	2.31
Slaughter yield, %	64.2	64.9	65.8	66.5	67.6	70.1	70.6

References

- Gadyuchko O., Katerynych O., Tereshchenko O., Ryabokon Yu., 2009. Diyetychna ptytsya – v perspektyvi. Propozytsiya 1, 124–128.
- Gadyuchko O.T., Katerynych O.O., Kovalenko V.P., 2008. Suchasnyy henofond vitchyznyanoho i zarubizhnogo pokhodzhennya ta perspektyvy yoho vykorystannya v Ukraini. Ptakhivnytstvo. Mizhvid. temat. nauk. zbirnyk. 62, 59–82.

- Katerynych O., Pankova S., Drachuk I., 2021. Ekonomichna efektyvnist' vykorystannya kurey iz podviynoyu produktyvnisty. In: Inovații în zootehnie și siguranța produselor animaliere – realizări și perspective dedicate celei de-a 65-a aniversări de la fondarea Institutului științifico-Practic de Biotehnologii în Zootehnie și Medicină Veterinară. Maximovca. Moldova. pp. 332–333.
- Katerynych O., Ruda S., Pankova S.M., Ionov I.A., 2017. Ukrayins'ki riznovydy kurey narodnoyi selektsiyi. *Kormy i fakty* 8(84), 20–21.
- Moiseyeva I., Romanov M., Kovalenko A., Mosyakina T., Bondarenko Y., Kutnyuk P., Podstreshny A., Nikiforov A., 2007. The Poltava chicken breed of Ukraine: Its history, characterization and conservation. *Animal Genetic Resources* 40(59), 71–78. <https://doi.org/10.1017/S101423390002212>
- Mosyakina T.V., Pechenizhska T.B., Fesenko N.A. et al., 2006. Henofond yayechnykh ta m"yaso-yayechnykh kurey, shcho zberihayut'sya u DP DH «Borky». *Ptakhivnytstvo: Mizhvid. temat. nauk. zbirnyk* 58, 120–130.
- Pabat V.O., Mykytyuk D.M., Frolov V.V., Bilous O.V., Ryabokon YU.O., Katerynych O.O., Bondarenko YU.V., Mosyakina T.V., Kovalenko H.T., Gadyuchko O.T., Hrytsenko D.M., Bohatyry V.P., Lyutyty YU.S., 2006. *Kataloh plemninnykh resursiv sil's'kohospodars'koyi ptytsi Ukrayiny*. Kyiv, Atmosfera, 80 p.
- Pankova S., Katerynych O., 2016. Economic Expediency of using Autochthonous Birds to Farms or Private Households. The scientific proceedings of the international network *AgroBioNet* "Agrobiodiversity for improving nutrition, health, and life quality 2016". Nitra, 168–172.
- Pankova S., Katerinich O., 2017. Efficiency of using the new domestic meat-egg hybrid for the production of food eggs in household farms. *Agricultural Science and Practice* 4(2), 47–51, <https://doi.org/10.15407/agrisp4.02.047>
- Pokhyl V.I., Sanzhara R.A., Katerynych O.O., Pokhyl O.M., Udovichenko N.M., 2021. *Porody ta krosy sil's'kohospodars'koyi ptytsi*. Dnipro, Porohy, 256 p.
- Scherf B.D., 2000. *World watch list for domestic animal diversity*, 3rd ed. FAO, Rome. <https://www.fao.org/3/x8750e/x8750e.pdf> [accessed 08.04.2023].

Małe przeżuwacze oraz wielbłądowate w gospodarstwach agroturystycznych

Paulina Nazar¹, Andrzej Junkuszew¹, Monika Greguła-Kania¹,
Krzysztof Patkowski¹, Wiktor Bojar¹, Szczepan Leszczyński¹

Obszary wiejskie objęte są wieloma programami, które mają wspomagać ich rozwój. Zaliczyć można do nich m.in. strategię Zrównoważonego Rozwoju Wsi i Rolnictwa 2012–2020 oraz projekt Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi dotyczący wdrożenia strategii Zrównoważonego Rozwoju Wsi Rolnictwa i Rybactwa do roku 2030. Jednym z głównych celów tych programów jest rozwój przedsiębiorczości na terenach wiejskich, a także dywersyfikacja działalności małych gospodarstw rolnych, które do tej pory opierały swoje funkcjonowanie jedynie na produkcji rolniczej. Dotyczy to zwłaszcza małych gospodarstw rolnych (<5 ha), które stanowią 51% wszystkich gospodarstw rolnych w Polsce [GUS 2020]. Podjęcie takich działań i rozszerzenie działalności takich gospodarstw może wpłynąć na zwiększenie ich dochodowości, ale także może przyczynić się do zwiększenia ilości miejsc pracy, a tym samym wzrostu gospodarczego na terenach wiejskich [Kopyra i Niedziółka 2019].

Jedną z działalności, którą mogą dodatkowo prowadzić małe gospodarstwa, jest agroturystyka. Jest to rodzaj turystyki, który jest bezpośrednio związany z terenami rolniczymi. W prowadzeniu działalności agroturystycznej wykorzystuje się wolne przestrzenie, takie jak budynki gospodarcze, ale także produkty i usługi ich właścicieli [Dębniwska i Tkaczuk 1997, Wendt i in. 2021, Mahmoodi i in. 2022]. Takie definiowanie obszarów działalności agroturystycznej sprawia, że może ona oferować bardzo szeroki zakres usług, m.in. hotelarskie, zajęcia rekreacyjne, pokazy i warsztaty edukacyjne, czy też sprzedaż produktów spożywczych pochodzących z gospodarstwa [Barbieri i in. 2008, Kopyra i Niedziółka 2019, Mahmoodi i in. 2022]. Dzięki temu mogą one wpływać na efektywniejsze wykorzystanie zasobów dostępnych na terenach wiejskich, ale także pomagać w przekazywaniu dziedzictwa kulturowego oraz tradycji [Mahmoodi i in. 2022]. Obszary wiejskie mają ogromny potencjał dla różnego rodzaju działań w kierunku rozwoju agroturystyki, które mogą wpłynąć na poprawę produktywności gospodarstw rolnych, ograniczyć wyludnianie się terenów wiejskich, ale także oddziaływać pozytywnie na rozwój lokalnej gospodarki oraz utworzenie nowych rynków zbytu dla produktów rolnych [Mahmoodi i in. 2022]. Warto zauważyć, że wypoczynek w gospodarstwach agroturystycznych dla wielu osób żyjących na co dzień w miastach jest bardzo dobrą formą relaksu psychicznego ze względu na spokój oraz kontakt z naturą [Kuźnicka i in. 2017, Mahmoodi i in. 2022].

W taką formę rozwoju obszarów wiejskich, które opierają się na rozwoju turystyki połączonym z zachowaniem tradycyjnego krajobrazu rolniczego, bardzo dobrze wpisuje się chów zwierząt ras lokalnych. Warto zauważyć, że zwierzęta ras rodzimych charakte-

¹ Katedra Hodowli Zwierząt i Doradztwa Rolniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ryzują się wieloma cechami, które mogą być bardzo pożądane w chowie w gospodarstwach agroturystycznych, takimi jak: długowieczność, niskie wymagania żywieniowe, duża odporność na stres i choroby, wysoka płodność oraz plenność. Cechy te w znaczący sposób ułatwiają chów i sprawiają, że zwierzęta ras rodzimych są znacznie mniej wymagające niż ich wysokoprodukcyjni krewni. Dodatkowo małe wymagania pokarmowe sprawiają, że zwierzęta ras lokalnych mogą być wykorzystywane do ochrony terenów cennych przyrodniczo oraz w rolnictwie ekologicznym.

Agroturystyka jest to forma turystyki, która koncentruje się na działalności rolniczej i oferuje turystom możliwość uczestnictwa w tradycyjnych praktykach rolniczych, naukę o hodowli zwierząt i ochronie środowiska. Ma ona w swojej ofercie usługi noclegowe i żywieniowe, ale także usługi rekreacyjne, których celem jest odpoczynek, rozrywka i regeneracja sił zarówno psychicznych, jak i fizycznych. Dlatego też bardzo ważnym elementem działalności agroturystycznej jest możliwość kontaktu ze zwierzętami gospodarskimi. Goście mogą podejmować różnego rodzaju interakcje ze zwierzętami, do najczęstszych można zaliczyć obserwację, karmienie czy też dojenie zwierząt, np. kóz [Kopyra i Niedziółka 2019].

Do gatunków zwierząt, które z powodzeniem mogą być utrzymywane w gospodarstwach agroturystycznych można zaliczyć małe przeżuwacze, czyli owce i kozy, oraz wielbłądowate – lamy i alpaki. Gatunki te są coraz częściej wykorzystywane w gospodarstwach agroturystycznych ze względu na ich potencjał przyciągania turystów i pozytywny wpływ na rozwój lokalny [Sokół 2015].

Małe przeżuwacze odgrywają istotną rolę w gospodarstwach agroturystycznych, przyczyniając się do zrównoważonego rozwoju i oferując różnorodne korzyści ekonomiczne, społeczne oraz środowiskowe. Jednym z kluczowych aspektów hodowli małych przeżuwaczy w gospodarstwach agroturystycznych jest produkcja żywności. Kozy i owce dostarczają mleka, mięsa oraz przetworów mlecznych, które mogą być sprzedawane lub serwowane gościom [Haenlein 2007]. Wełna owiec jest wykorzystywana do produkcji odzieży oraz artykułów gospodarstwa domowego. Ponadto małe przeżuwacze stanowią atrakcję dla turystów, zwłaszcza dzieci, które mogą uczestniczyć w zajęciach edukacyjnych i warsztatach dotyczących hodowli zwierząt, dojenia, strzyżenia czy produkcji serów [Daugstad 2008]. W ten sposób gospodarstwa agroturystyczne oferują zarówno edukację, jak i rozrywkę, co przyczynia się do przyciągnięcia większej liczby turystów i zwiększenia dochodów z działalności. Dodatkowo niektóre gospodarstwa agroturystyczne wykorzystują małe przeżuwacze w terapii zwierzęcej, która może przynieść korzyści dla zdrowia psychicznego i fizycznego uczestników [Dzik i Rekiel 2022]. Terapia z udziałem zwierząt może być stosowana m.in. w przypadku osób z niepełnosprawnościami czy też zaburzeniami emocjonalnymi. Dodatkowo małe przeżuwacze mogą także być wykorzystane do ochrony zasobów naturalnych, na przykład poprzez wykorzystanie ich do utrzymania terenów zielonych, ograniczanie wzrostu roślinności inwazyjnej czy nawet jako naturalne źródło nawozu [Vasta i in. 2008].

Jeśli chodzi o owce w Polsce hodowanych jest wiele ras rodzimych, które odgrywają ważną rolę zarówno w ochronie terenów cennych przyrodniczo, jak i w produkcji żywności tradycyjnej. Warto zauważyć, że duża część ras rodzimych nie jest hodowana na terenie całego kraju, lecz jest charakterystyczna dla danego regionu.

Do ras owiec, które mogą z powodzeniem być utrzymywane w gospodarstwach agroturystycznych, można zaliczyć np. wrzosówkę, świniarkę czy też owcę uhruską, charakterystyczną dla terenów Lubelszczyzny.

Wrzosówki są hodowane od wieków na terenie Polski. Charakteryzują się bardzo dobrym przystosowaniem do warunków środowiskowych oraz dużą odpornością na choroby. Owce tej rasy są mało wymagające pod względem żywieniowym. Warto zauważyć, że wrzosówki, jako jedna z nielicznych ras utrzymywana na terenie Polski, charakteryzują się wysoką jakością skór, które są bardzo dobrym materiałem do produkcji kozuchów. Mięso pochodzące od wrzosówek ma ciemną barwę oraz drobnowłókienkową strukturę, a ponadto specyficzny, niepowtarzalny smak i aromat, który przypomina nieco dziczyznę [Nazar i in. 2016].

Kolejną rasą owiec, która dobrze sprawdza się w gospodarstwach agroturystycznych jest świniarka. Jest to prymitywna rasa owiec, która została szeroko rozpowszechniona w okresie międzywojennym na terenie m.in. Polesia. Owce tej rasy charakteryzują się bardzo dużą zdrowotnością, znoszą dobrze wilgotne pastwiska i jesienne deszcze. Do cech charakterystycznych tej rasy można zaliczyć suchą konstytucję oraz drobną figurę z dobrze zaznaczonym dymorfizmem płciowym. Świniarki są słabo umięśnione, ich okrywa wełnista jest otwarta i luźna, złożona z trzech rodzajów włosów: rdzeniowych, przejściowych i puchowych, które tworzą stożkowate kosmyki, u niektórych owiec bardziej prymitywnych może zaznaczyć się tendencja do jej filcowania. Umaszczenie owiec może być białe, czarne, brązowe lub łaciate [Nazar i in. 2016].

W gospodarstwach agroturystycznych, zwłaszcza na terenie Lubelszczyzny, z powodzeniem może być utrzymywana rasa wyhodowana w gospodarstwie doświadczalnym Uhrusk należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie polska owca nizinna w typie uhruskim. Liczne badania pokazują, że zwierzęta tej rasy bardzo dobrze sprawdzają się w chowie ekstensywnym [Gruszecki i in. 2001, Lipecka i in. 2002]. Zwierzęta tej rasy charakteryzują się dobrym umięśnieniem oraz dobrą gęstością i wysadnością wełny [Nazar i in. 2016].

W przypadku chowu i hodowli owiec coraz częściej próbuje się wprowadzić ten gatunek na tereny, na których dawniej tradycyjnie były wypasane zwierzęta gospodarskie. Tereny te mają unikalną wartość przyrodniczą i krajobrazową, będąc ostoją wielu zagrożonych gatunków roślin i zwierząt. Wypas zwierząt pozwala ograniczyć sukcesję drzew i krzewów, a tym samym ograniczyć zarastanie terenów przyrodniczo cennych. Podejmowanie takich działań wpływa pozytywnie na tereny zielone, ale także może stanowić dodatkową atrakcję turystyczną.

Kolejnym gatunkiem małych przeżuwaczy, który z powodzeniem może być utrzymywany w gospodarstwach agroturystycznych są kozy. Zwierzęta te zostały udomowione jako jeden z pierwszych gatunków około 9 tysięcy lat temu. Ze względu na swoje doskonałe przystosowanie do różnych warunków klimatycznych oraz wszechstronną produktywność hodowane są na całym świecie. W Polsce przez wiele lat hodowlę prowadzono w taki sposób, aby dostosować zwierzęta do potrzeb i wymagań rolników. Dlatego też większość pogłowia kóz stanowią krzyżówki ras (co wynika z krzyżowania ras lokalnych z rasami wysokoprodukcyjnymi) lub zwierzęta czystorasowe pochodzące z importu. Niestety takie działania doprowadziło do dużego zubożenia różnorodności biologicznej wśród kóz. Do rodzimych ras kóz, które zostały objęte Programem Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich, zalicza się kozy: karpacką, kazimierzowską i sandomierską. Jednak rasy te cieszą się mniejszą popularnością ze względu na swoją niższą produktywność.

W przypadku chowu i hodowli kóz od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku obserwowano w Polsce spadek popytu na mleko i sery kozie, co powodowało sukcesywnie zmniejszającą się liczbę hodowców kóz. Jednak od kilku lat obserwowany jest ponowny

wzrost liczby hodowców kóz. Może to być spowodowane między innymi rosnącą popularnością gospodarstw ekologicznych i agroturystycznych, w których utrzymywane są kozy. Zwierzęta te łatwo przystosowują się do lokalnych warunków środowiska, nie mają specyficznych wymagań pokarmowych i dobrze wykorzystują paszę dostępną w gospodarstwie, są odporne na choroby, a także dostarczają relatywnie dużej ilości mleka w przeliczeniu na kilogram masy ciała. Ponadto kozy są towarzyskie i łatwe w obsłudze, dzięki czemu są dobrymi towarzyszami człowieka, a także innych zwierząt gospodarskich [Bernacka i in. 2017].

Omawiając wykorzystanie kóz w gospodarstwach agroturystycznych, warto zwrócić uwagę na starą polską rasę, jaką jest koza sandomierska. Jej restytucją od kilku lat zajmuje się Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie. Jednym z celów przyświecających restytucji tej rasy było wykorzystanie jej do urozmaicenia ofert gospodarstw agroturystycznych. Do atutów tej rasy można zaliczyć piękne umaszczenie o dużej różnorodności odmian barwnych. Można spotkać kozy o umaszczeniu brunatno-srokatym, czarno-srokatym, szaro-srokatym oraz kozy o umaszczeniu trójbarwnym. Kozy sandomierskie charakteryzują się proporcjonalną budową ciała, mają mocno rozwinięty kośćiec, kształtną głowę oraz długą szyję. Są zwierzętami niedużymi, których masa ciała u samic wynosi min. 30 kg, a u samców min. 40 kg. Zarówno u samic, jak i u samców występują rogi, które są wzniesione ku górze i tyłowi. Zwierzęta tej rasy mają długie i stojące uszy, a u samców broda jest bardziej obfita. Jedną z cech jest występowanie sierści o wyraźnie zaznaczonym podszyciu puchowym, co jest charakterystyczne dla starych ras zwierząt gospodarskich, która pozwala na ochronę zwierząt przed niekorzystnymi warunkami środowiskowymi. Zaletą kóz sandomierskich, która może mieć duże znaczenie w gospodarstwach agroturystycznych, jest brak wysokich wymagań oraz nakładów finansowych związanych z ich utrzymaniem. Do ich chowu i hodowli wystarczą proste i niedrogie budynki, ponieważ kozy tej rasy nie mają specjalnych wymagań środowiskowych.

W ostatnich latach w gospodarstwach agroturystycznych coraz większą popularność zdobywają wielbłądowate, do których zalicza się lamy i alpaki. Zwierzęta te pochodzą z Ameryki Południowej, gdzie są hodowane przede wszystkim w Andach. Głównym celem utrzymywania lam i alpaka w gospodarstwach agroturystycznych jest przyciągnięcie turystów, a tym samym wsparcie lokalnego rozwoju.

Ponadto od lam i alpaka pozyskuje się wysokiej jakości włókno. Wełna alpaka jest niezwykle miękka, lekka i ciepła, a jej włókna są silniejsze i lepiej izolują niż w przypadku wełny owczej [Krajewska-Wędzina in. 2020]. Wełna lam jest również miękka i trwała, choć nieco bardziej szorstka w porównaniu z wełną alpaka. Zarówno wełna lam, jak i alpaka, może być wykorzystywana do produkcji odzieży, kołder, dywanów czy innych artykułów gospodarstwa domowego, których to wytwarzanie czy też sprzedaż gotowych produktów może być dodatkową atrakcją i źródłem dochodu w gospodarstwie agroturystycznym. Lamy i alpaki są atrakcyjne dla turystów, zwłaszcza dzieci, ze względu na swój urokliwy wygląd i spokojne usposobienie [Sokół 2015]. W gospodarstwach agroturystycznych mogą być organizowane warsztaty i pokazy związane z pielęgnacją, stryżeniem czy przędzeniem wełny, co stanowi ciekawą propozycję edukacyjną i rozrywkową dla gości. Ze względu na łagodne usposobienie, lamy i alpaki są coraz częściej wykorzystywane w animaloterapii, która może przynosić korzyści dla zdrowia psychicznego i fizycznego uczestników [Magiera i in. 2018]. Terapia z udziałem wielbłądowatych może być stosowana m.in. w przypadku osób z niepełnosprawnościami, zaburzeniami emocjonalnymi czy problemami komunikacji. Alpaki i lamy mają niewielki wpływ na środowisko, co czyni je zwierzętami odpowiednimi dla rolnictwa zrównoważonego. Mają skromne wymagania

żywniowe, a ich delikatne, szerokie kopyta sprawiają, że nie niszczą gleby. W niektórych gospodarstwach wykorzystuje się je jako zwierzęta pastwiskowe, które pomagają utrzymać trawniki i łąki oraz ograniczyć rozwój inwazyjnych gatunków roślin.

W Polsce utrzymywane są 2 rasy alpaka Huacaya oraz Suri. Rasa Huacaya to najpopularniejsza rasa alpaka hodowanych w Polsce. Charakteryzuje się gęstym, puszystym, skręconym włosiem. Wełna Huacaya jest elastyczna, sprężysta i posiada dobrą izolację termiczną, dzięki czemu jest chętnie wykorzystywana w przemyśle tekstylnym. Alpaki tej rasy są stosunkowo łatwe w hodowli i dobrze przystosowują się do różnych warunków klimatycznych. Drugą rasą alpaka utrzymywanych w Polsce jest Suri. Rasa ta jest rzadziej spotykana niż Huacaya. Alpaki tej rasy mają długie, jedwabiste, lśniąco włosy, które opadają w formie „loków”. Wełna Suri jest nieco rzadsza, ale również ceniona za swoje właściwości termoizolacyjne i delikatność. Hodowla alpaka Suri jest nieco trudniejsza ze względu na specyfikę ich włosa, który wymaga starannego czesania i pielęgnacji.

Lamy to zwierzęta większe od alpaka, o mocnej budowie ciała, charakteryzujące się długą, gęstą i miękką sierścią. Wykorzystywane są zarówno do produkcji wełny, jak i jako zwierzęta pociągowe czy do terapii. Są łatwe w hodowli, odporne na choroby i dobrze przystosowujące się do warunków klimatycznych w Polsce.

Hodowla małych przeżuwaczy oraz wielbłądowatych w gospodarstwach agroturystycznych ma wiele zalet. Niewątpliwie jedną z nich jest łatwość hodowli. Małe przeżuwacze i wielbłądowate są stosunkowo łatwe w utrzymaniu, co przyczynia się do ich popularności wśród właścicieli gospodarstw agroturystycznych. Dodatkowo mają skromne wymagania żywieniowe i przestrzenne, co pozwala na ich hodowlę nawet na małych powierzchniach.

Posiadanie w gospodarstwie agroturystycznym owiec, kóz, alpaka czy też lam zwiększa jego atrakcyjność. Zwierzęta te przyciągają uwagę turystów, zwłaszcza rodziny z dziećmi. Uczestnictwo w dojeniu, strzyżeniu czy karmieniu tych zwierząt może być atrakcyjnym elementem oferty agroturystycznej. Ponadto utrzymywanie małych przeżuwaczy daje możliwość pozyskania od nich różnych produktów. Kozy i owce dostarczają szerokiej gamy produktów, takich jak mleko, ser, wełna czy mięso, które można sprzedawać lub wykorzystywać w gospodarstwie. Dzięki temu właściciele gospodarstw agroturystycznych mogą dywersyfikować swoją ofertę i zwiększać dochody. Ponadto utrzymywanie małych przeżuwaczy lub wielbłądowatych, które mają stosunkowo niewielkie wymagania oraz mały wpływ na środowisko, pozwala na zrównoważony rozwój.

Piśmiennictwo

- Barbieri C., Mshenga P.M., 2008. The Role of the Firm and Owner Characteristics on the Performance of Agritourism Farms. *Sociologia Ruralis* 48, 166–183.
- Bernacka H., Daszkiewicz D., Peter E., Mistrzak M., 2017. Analiza użyteczności kóz na podstawie wybranych gospodarstw. *Przegląd Hodowlany* 5, 20–23.
- Daugstad K., 2008. Negotiating landscape in rural tourism. *Annals of Tourism Research* 35(2), 402–426. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2007.10.001>
- Dębniowska M., Tkaczuk M., 1997. Agroturystyka. Koszty, ceny, efekty (Agritorism. Cost, Prices, Effects). Poltext, Warszawa.
- Dzik J., Rekiel A., 2022. Zwierzęta gospodarskie w zooterapii. *Przegląd Hodowlany* 1, 16–24.
- Gruszecki T., Lipecka C., Lipiec A., Markiewicz J., Kamińska A., Skąlecka A., 2001. Ocena tusz i tkanki mięśniowej jagniąt tuczonych na pastwisku. *Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych* 479, 101–109.

- GUS, 2020. Obszary wiejskie w Polsce w 2020 r.
- Haenlein G.F.W., 2007. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Research* 68(1–2), 3–6. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.021>.
- Kopyra M., Niedziółka A., 2019. Polskie rasy zachowawcze zwierząt czynnikiem rozwoju agroturystyki. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 4, 84–93.
- Krajewska-Wędzina M., Raczyńska A., Najbar J., Turcewicz P., 2020. Alpaki – nowy gatunek hodowlany w Polsce. Część I. Ogólna charakterystyka gatunku. *Życie Weterynaryjne* 95(7), 422–426.
- Kuźnicka E., Wójcik E., Balcerak M., 2017. Owce i kozy w turystyce – analiza ich udziału w polskich gospodarstwach agroturystycznych. *Wiadomości Zootechniczne* 55(2), 121–126.
- Lipecka C., Gruszecki G., Lipiec A., Markiewicz J., Junkuszew A., 2002. Produkcyjność owiec utrzymywanych w warunkach chowu ekstensywnego Cz. I. Masa ciała, wskaźniki rozrodu i odchów jagniąt. *Annales UMCS, sec. EE, Zootechnica*, 20, 187–192.
- Magiera A., Klocek C., Penar W., 2018. Animaloterapia jako współczesne narzędzie poprawy zdrowia człowieka. *Sztuka Leczenia* 2, 85–90.
- Mahmoodi M., Roman M., Prus P., 2022. Features and Challenges of Agritourism: Evidence from Iran and Poland. *Sustainability* 14(8), 4555. <https://doi.org/10.3390/su14084555>.
- Nazar P., Gruszecki T., Junkuszew A., 2016. Znaczenie ras lokalnych w zrównoważonym rozwoju obszarów wiejskich. W: J. Barłowska (red.), *Wytwarzanie produktów regionalnych jako szansa aktywizacji gospodarstw utrzymujących lokalne rasy zwierząt i promocji zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich*. Joanna Dejko Studium Doskonalenia Zdolności Poznawczych, Lublin.
- Sokół J.L., 2015. Rola zwierząt w tworzeniu produktu turystyki wiejskiej na przykładzie gospodarstw agroturystycznych północno-wschodniej Polski. *Ekonomia i Środowisko* 3(54), 124–136.
- Vasta V., Nudda A., Cannas A., Lanza M., Priolo A., 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 147(1–3), 223–246. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.020>.
- Wendt J.A., Pashkov S.V., Mydlowska E., Bógdał-Brzezińska A., 2021. Political and Historical Determinants of the Differentiation of Entrepreneurial Ecosystems of Agritourism in Poland and Kazakhstan. *Sustainability* 13(18), 1048. <https://doi.org/10.3390/su131810487>.

Differences in microbial community composition by breed of sheep

Natalia Szeligowska¹, Paulina Cholewińska², Konrad Wojnarowski², Paulina Nazar³,
Monika Greguła-Kania³, Andrzej Junkuszew³, Aurelia Radzik-Rant⁴, Witold Rant⁴,
Robert Bodkowski⁵

Introduction

Microbial community of animals digestive tract plays a key role in keeping organisms in homeostasis. The main factors that influence microbial community are environmental like diet, environment but recent studies evidence that the genetic background of the host status can influence composition of microbial community [Toivanen et al. 2001, Freestone and Lyte 2010, Buddington and Sangild 2011]. Studies conducted by Hernandez-Sanabria et al. [2010], and Douglas et al. [2016] shown that, except the species also the breed can influence microbial composition of digestive tract. There are many species of ruminants in the world, and each of them includes numerous breeds [Henderson et al. 2015]. It is known that different ruminant breeds perform better in different environments and thus different feed conditions compared to other breeds. More primitive breeds adapt easily to harsh environmental and feed conditions, and vice versa, improved breeds are usually kept in better nutritional conditions. However, the differences in the microbial community that inhabit the digestive tracts of different breeds are not fully understood. Our previous studies have shown differences in base microbial composition between three breeds – Olkuska Sheep, Romanovska Sheep and old – type Merino Sheep [Cholewińska et al. 2020].

In case of this study we focus on Swiniarka Sheep breed and synthetic line (BCP). Swiniarka Sheep is a primitive breed, which originally emerged in central and western Europe constituting the predominant primitive stock of the time. Displaced by interbreeding with more cultured breeds and varieties, it survived longest in the eastern part of Central Europe. The literature of the interwar period confirms its numerous occurrence in almost all of Poland. At that time, it formed the basis for the formation of later noble types

¹ Department of Chemical Sciences, University of Napoli Federico II, Napoli, Italy

² Chair for Fish Diseases and Fisheries Biology, Ludwig-Maximilians-University of Munich, Munich, Germany

³ Department of Animal Breeding and Agriculture Advisory, Faculty of Animal Sciences and Bioeconomy, University of Life Sciences in Lublin, Lublin, Poland

⁴ Institute of Animal Breeding, Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Warsaw, Poland

⁵ Institute of Animal Breeding, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

of crossbred sheep through crossbreeding. In natural breeding it persisted the longest in the eastern provinces, and has been included in the genetic resources conservation program [Gliński et al. 1999]. The BCP line, on the other hand, have emerged as a result of the work carried out at the Department of Small Ruminant Breeding and Farming at the University of Life Sciences in Lublin, in cooperation with the Regional Association of Sheep and Goat Breeders in Lublin. Synthetic line – BCP – was created in 2000, and currently accounts for about 10% of the sheep population in the Lublin region. These animals have found great appreciation among local breeders, while further improvement and popularization of these populations require constant analysis of the effects of the breeding work [Junkuszew et al. 2015].

Therefore, the aim of this study was to compare the microbial community between the Świniarka sheep and the BCP line, which are distant both in terms of genotype and the length of their husbandry.

Materials and methods

Two local native Polish breeds of sheep were included in the experiment:

– Świniarka Sheep (SW): primitive breed; seasonal; small-sized, poor musculature; high tolerance to environmental conditions; wool type – mixed coarse; prolificacy – 120%; ewes' weight: 25–35 kg,

– BCP: synthetic line sheep (37.5% PON, 12.5% fertile breed (Romanov, Finnish), 25% Berrichon du cher and 25% Charolaise); large-sized, well-defined muscles; good adaptation to the environment of eastern Poland; prolificacy – 170%; ewes' weight: 70 kg.

The study was conducted in the experimental station Bezek belonging to the University of Life Sciences in Lublin, located in the south-eastern part of Poland. The diets of ewes were formulated to their physiological status according to INRA feeding system [Strzetelski et al. 2014]. The animals were kept in one building (breed separated from each other) under uniform environmental conditions (with combined airflow). Sheep are kept in the following systems: indoor (from September to mid-May), and indoor with grazing (from mid-May to early September). The mating was conducted for 6 weeks: started in October for SW, and in November for the BCP. Lambing state was from February to March for SW and from March to April for BCP. The animals were of the same age – 2 years old, and of the same sex – females. The animals did not show any disease symptoms. All animals housed in the sheepfold were fed in the same way using the feed available on the farm. In indoor period of time sheep was until May.

All ewe's were kept in accordance with the guidelines established by the Polish and European regulations regarding the welfare of farm animal. The animals were kept in the conditions of a production farm, in accordance with the European Union Directives regarding the requirements for the use of acceptable technologies in breeding and animal welfare conditions. The studies get approval of the Local Ethical Committee for Animal Experiments (104/2015) (Act of 15 January 2015 on protection animals used for scientific

or educational purposes, OJ 2015, 266, implementing the Directive 2010/63/EU of the European Parliament and the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes).

From ewes of each breed ($n = 5$ animals from breed), stool samples were collected individually after excretion (up to 10 s) in the mating period. The samples were placed in sterile containers and then frozen at -26°C until analysis (30 days).

DNA extraction from stool was performed by Genomed S.A company (Gdańsk, Poland) using Genomic mini AX stool (A&A Biotechnology, Poland). DNA concentration and quality were measured with NanoDrop 2000 Spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, USA). Library preparation and sequencing was done by Genomed S.A company (Gdańsk, Poland) using two steps of PCR. Amplicon sequencing of V3 – V4 hypervariable region of the 16S rRNA gene was performed on a MiSeq Illumina instrument (MiSeq Reagent Kit v3 (600 Cycle); Illumina, San Diego, CA, USA) using the universal eubacterial primers 341F and 785R, extended with sequencing adapters to match Illumina indexing primers.

Sequences were analyzed on the Galaxy web platform [<https://usegalaxy.org>; Afgan et al. 2016]. FASTQ files were trimmed with a minimum read length of 50 using Cutadapt [Martin 2011]. Quality control was performed via FastQC. For subsequent data analysis DADA2 pipeline (Galaxy Version 1.20) [Callahan et al. 2016] was used with the following trimming and filtering parameters: 20 bp were removed n-terminally and reads were truncated at position 240 (forward) and 200 (reverse), respectively, with expected error of 4 (forward) and 6 (reverse).

The resulting unique amplicon sequence variants (ASV) were assigned to the SILVA v138.1 (release 99%) reference database. To exclude potential contamination, ASV occurring in no template controls as well as unassigned, mitochondrial and chloroplast reads and singletons (ASV represented by only one read) were removed from the dataset.

Downstream analyses were performed in R 4.2.2. Alpha diversity was calculated using species richness based on ASV number, Chao1, Shannon and Simpson diversity index. For statistical analysis, Kruskal-Wallis test, Wilcoxon-rank sum test and PERMANOVA with Benjamini-Hochberg p – value correction for multiple comparisons was used. For identification of biomarker taxa being different between breed groups, ANCOMBC (Analysis of Compositions of Microbiomes with Bias Correction) was performed. Plots were created in R using ggplot2.

Results

The conducted alpha diversity analysis have shown the existence of differences between the breeds studied – Swiniarka sheep and BCP line, in the case of Shannon, Simpson (respectively: $p = 0.045$ and $p = 0.039$) (Fig. 1). This was also confirmed by statistical analysis ($p = 0.007$).

In turn, the analysis of relative abundance (Fig. 2–3) had shown that in the studied samples Firmicutes phyla was most abundant, where Firmicutes level was higher in Swiniarka Sheep. Next phyla was Bacteroidota – higher level in BCP line compare to Swiniarka Sheep. Other most abundant phylas were: Verruromicrobia, Actinobacteriota, Spirochaetota and Proteobacteria. In case of genus, most abundant were *Christensenellaceae_R-7_group*, UCG-005, UCG-010 and *Clostridia_UCG-014*. In addition, their level was higher in Swiniarka Sheep in comparison to the BCP line, which was also statistically confirmed ($p < 0.05$).

Statistical analysis between the breeds studied have also shown that there were differences between the *Prevotella* ($p = 0.00104$), *Bradymonadales* ($p = 0.0008$), *Fibrobacter* ($p = 0.0097$), *Parvibacter* ($p = 0.0010$).

In addition, the analyses presented also indicate individual variation in the specimens studied, both in terms of bacterial phyla and genus, as shown in the Fig. 4 and 5.

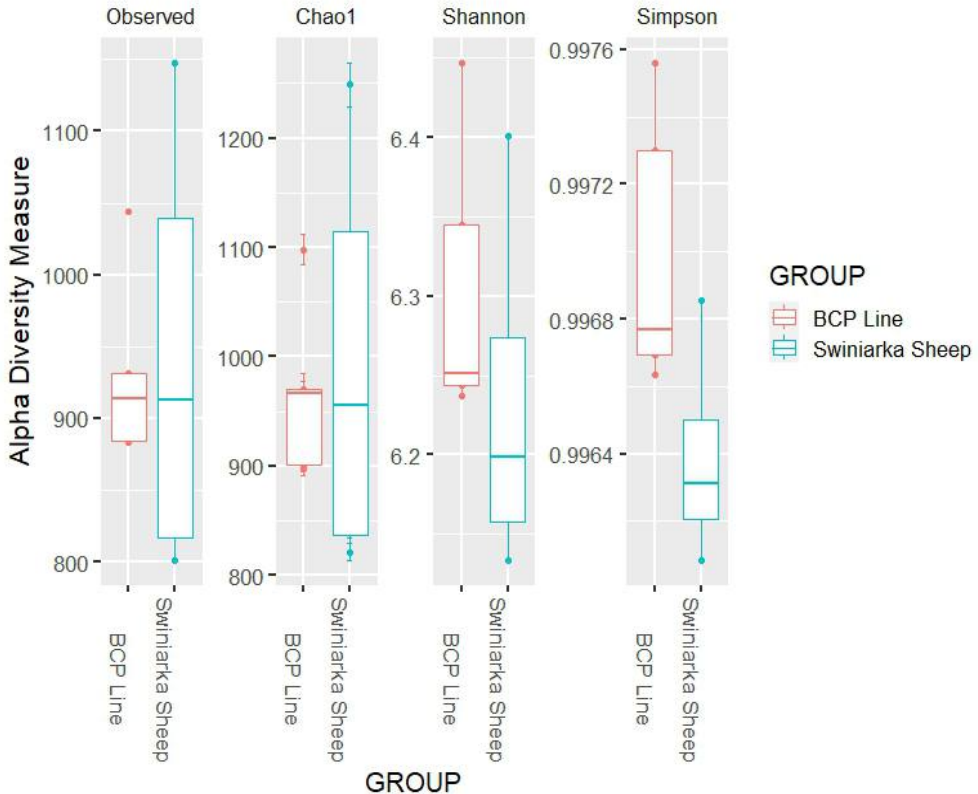


Fig. 1. Alpha diversity analysis results

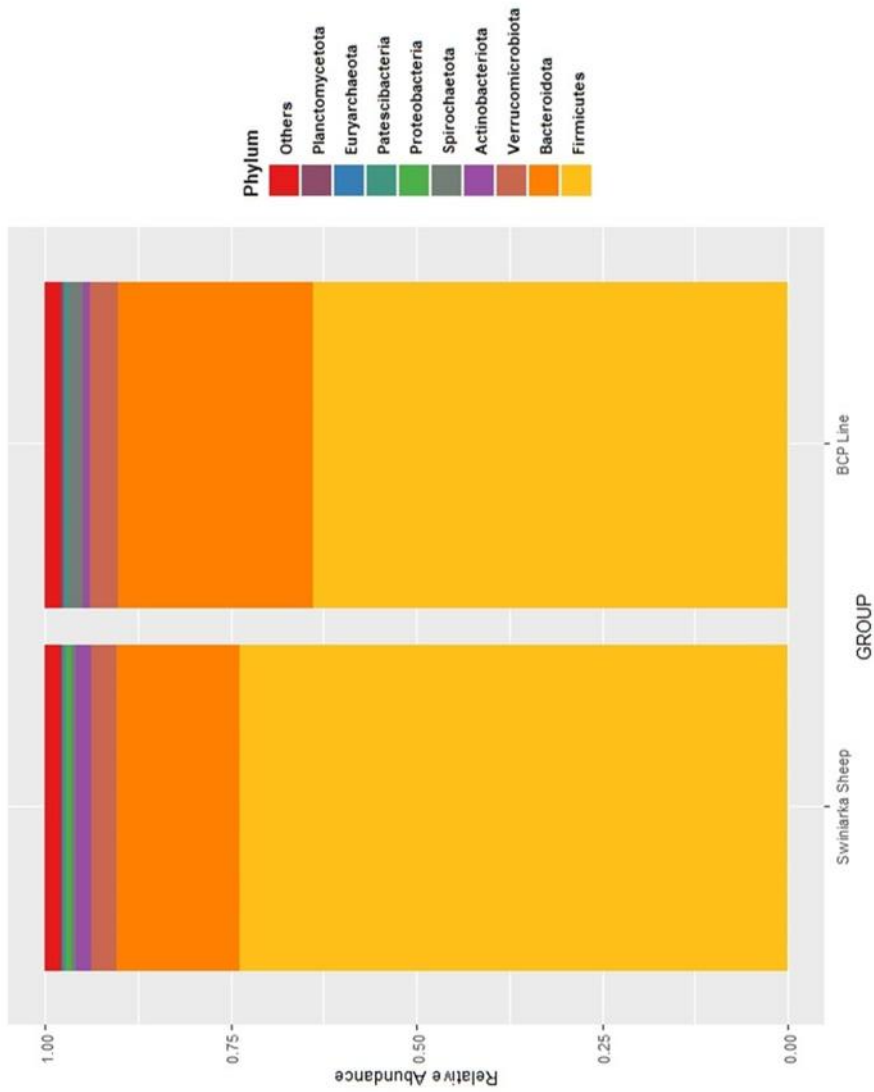


Fig. 2. Relative abundance of bacterial phyla (Top 10)

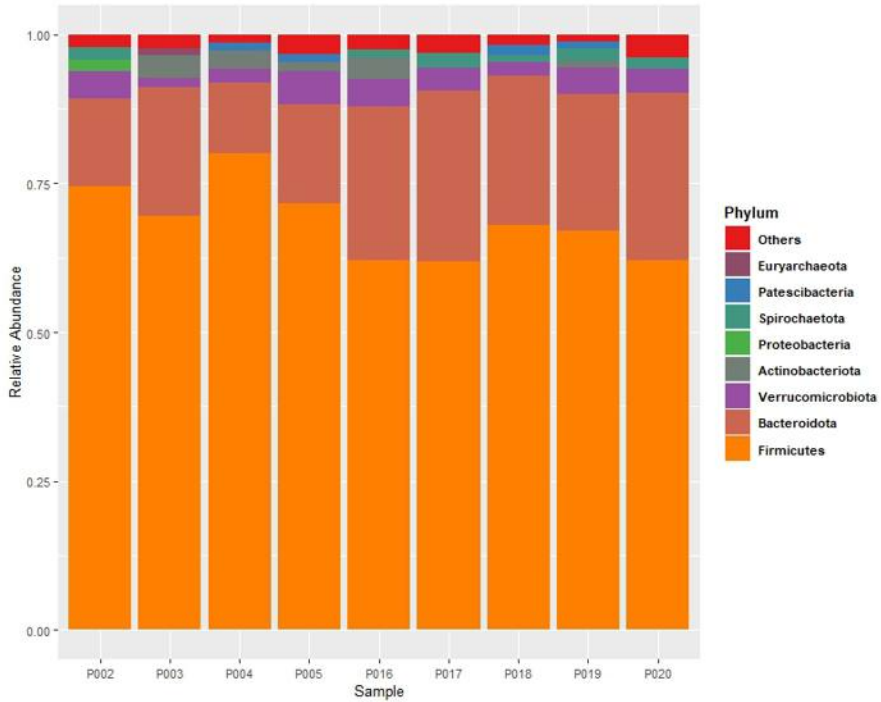


Fig. 3. Relative abundance of bacterial genus (Top 24)

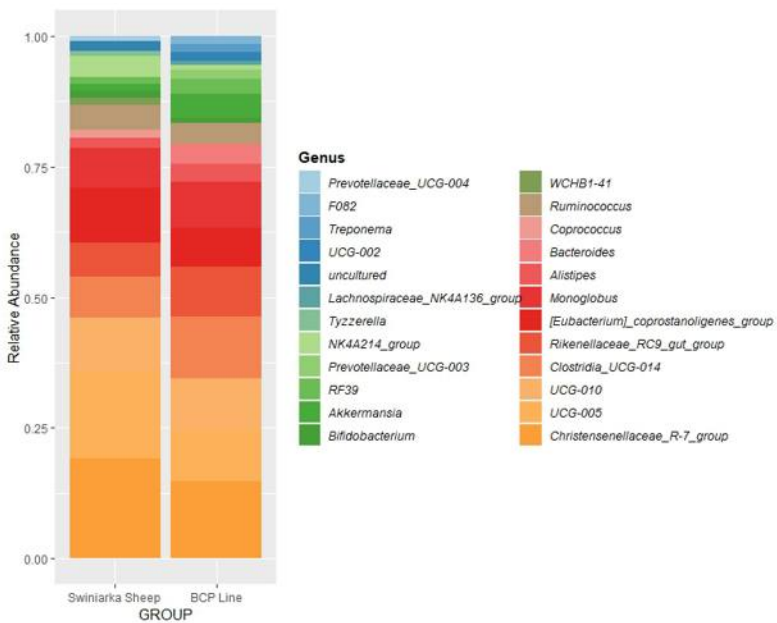


Fig. 4. Relative abundance of bacterial phyla (Top 10) (P001 – P005: Swiniarka Sheep; P016 – P020: BCP line)

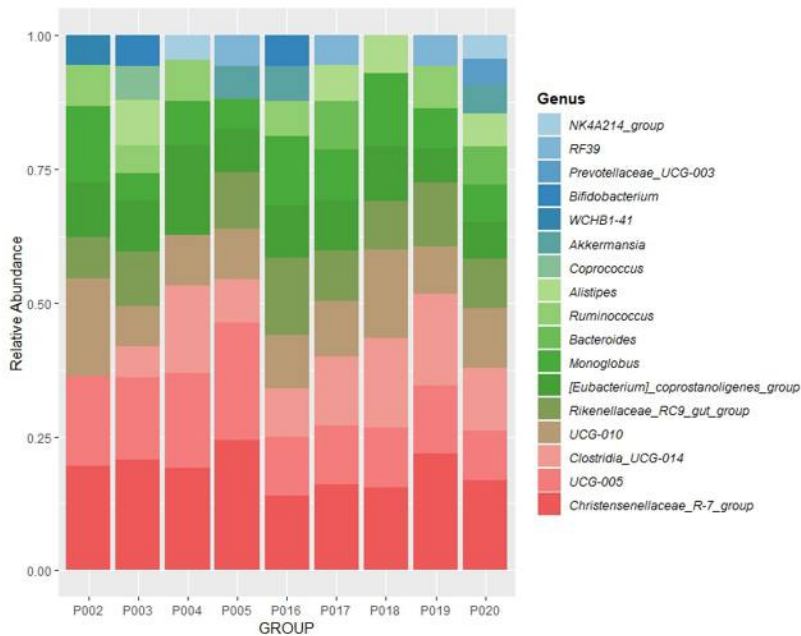


Fig. 5. Relative abundance of bacterial genus (Top 17)
(P001 – P005: Swiniarka Sheep; P016 – P020: BCP line)

Discussion

The basic microbiome in the analyzed breeds were the Firmicutes and Bacteroidota phyla. These two types of bacteria were previously recorded as dominant in goats [Lei et al., 2018], cattle [Jami et al. 2013, Mao et al. 2015], sheep [Zeng et al. 2017], yak [Zhang et al. 2016, Zhou et al. 2017] or deer [Li et al. 2014], pointing to the ecological and functional importance of Bacteroidetes and Firmicutes in the ruminant gastrointestinal tract.

The existence of differences between studied breeds in the case of these clusters and also in terms of genus (*Christensenellaceae_R-7_group*, UCG-005, UCG-010, *Clostridia_UCG-014* and *Prevotella*) have been evidenced. In Swiniarka sheep, the percentage of the Firmicutes phyla was higher, but in the BCS Bacteroidota was dominant. In previous studies comparing the microbiome of different breeds, a higher proportion of Firmicutes phyla was also dominant in the more primitive breed of the Romanov sheep [Cholewińska et al. 2020]. This differences may be related to genetic distance of the breeds and the period of their generation, where Swiniarka was maintained as early as the interwar period, while the BCP line was produced in 2000. In addition, the purpose of the present breeds in breeding was different. Swiniarka provides a genetic material for crossbreeding with noble types of crossbred sheep or keeping and also as a valuable element of genetic diversity. The BCP line, on the other hand, is maintained as a wool – meat type sheep [Junkuszew et al. 2015, Gliński et al. 1999, pzew.pl]. Differences in the bacterial population in two genetically distant breeds of native Wales Beulah Spockled-Faced sheep and in the Suffolk breed were found by Douglas et al. [2016], who, as in this study, provided the test

animals with the same conditions of maintenance and nutrition. The authors did not find differences in the population of protozoa in the microbiome of the analyzed breeds. In a study by Xin et al. [2019] comparing the four-stomach microbiota on two cattle breeds and three herds of domesticated yaks (*Bos grunniens*) found differences between cattle breeds and yak herds and between species. The authors suggest that both geographic and genetic backgrounds had a significant impact on differences in the microbial composition of the animals.

The adaptation of the microbial community of the digestive system can be influenced by the direction in which the animals are housed (meat, dairy, wool, combination products, etc.) Studies conducted to date suggest that selection of animals for a given performance is also associated with changes in the microbial composition of the digestive system [Cholewińska et al. 2020]. Also, the above-mentioned studies on different breeds and species carried out suggest the potential heritability of the microbiome through an indirect relationship with race [Douglas et al. 2015, Xin et al. 2019].

Another aspect of this study was the detection of individual differences between the sheep. The obtained results showed the occurrence of individual differences in the content of bacterial groups and types between the examined ewes. The existence of individual differences was confirmed in a study conducted by Lopes et al. [2015]. The studied sheep differed mainly in the ratio of the Firmicutes to Bacteroidota cluster. Conclusions similar to the work of Lopes et al. [2015] are also suggested by Mamun et al. [2020], who documented the presence of a i.e. the Firmicutes and Bacteroidota phyla as well as the presence of individual differences between the sheep studied.

Conclusion

Many breeds have been bred for specific purposes (for meat, wool or fertility), and knowledge of the influence of a factor such as breed can enable breeders to more accurately to environment and selected performance indicators for best results. However, since breed differences are not fully understood, further research needs to be undertaken.

References

- Afgan E., Baker D., Van den Beek M., Blankenberg D., Bouvier D., Čech M., Goecks J., 2016. The Galaxy platform for accessible, reproducible and collaborative biomedical analyses: 2016 update. *Nucleic Acids Research* 44(W1), W3–W10.
- Buddington R.K., Sangild P.T., 2011. Development of the mammalian gastrointestinal tract, the resident microbiota, and the role of diet in early life. *Journal of Animal Science* 89, 1506–1519.
- Callahan B.J., McMurdie P.J., Rosen M.J., Han A.W., Johnson A.J.A., Holmes S.P., 2016. DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature Methods* 13(7), 581–583.
- Cholewińska P., Wołoszyńska M., Michalak M., Czyż K., Rant W., Janczak M., 2020. Evaluation of Changes in the Levels of Firmicutes and Bacteroidetes Phyla of Sheep Feces Depending on the Breed. *Animals* 10(10), 1901. <https://doi.org/10.3390/ani10101901>.
- Douglas J.L., Worgan H.J., Easton G.L., Poret L., Wolf B.T., Edwards A., McEwan N.R., 2015. Microbial diversity in the digestive tract of two different breeds of sheep. *Journal of Applied Microbiology* 120(5), 1382–1389.

- Freestone P., Lyte M., 2010. Stress and microbial endocrinology: prospects for ruminant nutrition. *Animal* 4, 1248–1257.
- Gliński M., Niżnikowski R., Karwata T., 1999. Wpływ wybranych czynników na oceniane cechy użytkowości sviniaerek w związku z pracami dotyczącymi ustalenia wzorca rasowego. *Zeszyty Naukowe Wydziału Zootechniki, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*, 2, 130–143.
- Henderson G., Cox F., Ganesh S., Jonker A., Young W., Abecia L., Attwood G.T., 2015. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Scientific Reports* 5, 14567.
- Hernandez-Sanabria E., Guan L.L., Goonewardene L.A., Li M., Mujibi D.F., Stothard P., Moore S.S., Leon-Quintero M.C., 2010. Correlation of particular bacterial PCR-denaturing gradient gel electrophoresis patterns with bovine ruminal fermentation parameters and feed efficiency traits. *Applied and Environmental Microbiology* 76(19), 6338–6350.
- Jami E., Israel A., Kotser A., Mizrahi I., 2013. Exploring the bovine rumen bacterial community from birth to adulthood. *The ISME Journal* 7, 1069–1079. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.2>.
- Junkuszew A., Gruszecki T., Lipecka C., Dudko P., Bojar W., Bracik K., Kasha M., 2015. Analiza wzrostu jagniąt syntetycznych linii plenno-mięsnych BCP i SCP. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 11(2), 9–16.
- Lei Y., Zhang K., Guo M., Li G., Li C., Li B., 2018. Exploring the spatialtemporal microbiota of compound stomachs in a pre-weaned goat model. *Frontiers in Microbiology* 9, 1846. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01846>.
- Li Z., Zhang Z., Xu C., Zhao J., Liu H., Fan Z., 2014. Bacteria and methanogens differ along the gastrointestinal tract of Chinese roe deer (*Capreolus pygargus*). *PLoS One* 9, e114513. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114513>.
- Lopes L.D., de Souza Lima A.O., Taketani R.G., Darias P., da Silva L.R.F., Romagnoli E.M., Mendes R., 2015. Exploring the sheep rumen microbiome for carbohydrate-active enzymes. *Antonie Van Leeuwenhoek* 108(1), 15–30.
- Mamun M.A.A., Sandeman M., Rayment P., Brook-Carter P., Scholes E., Kasinadhuni N., Greenhill A.R., 2020. The composition and stability of the faecal microbiota of Merino sheep. *Journal of Applied Microbiology* 128(1), 280–291.
- Mao S., Zhang M., Liu J., Zhu W., 2015. Characterising the bacterial microbiota across the gastrointestinal tracts of dairy cattle: membership and potential function. *Scientific Reports* 5, 16116. <https://doi.org/10.1038/srep16116>
- Martin M., 2011. Cutadapt removes adapter sequences from high-throughput sequencing reads. *EM-Bnet Journal* 17(1), 10–12.
- Strzetelski J.A., Brzóska F., Kowalski Z.M., Osieglowski S., 2014. Zalecenia żywieniowe dla przeżuwaczy i tabele wartości pokarmowej pasz (Feeding Recommendation for Ruminants and Feed Tables). Instytut Zootechniki PiB, Kraków, 214–228.
- Toivanen P., Vaahntovu J., Eerola E., 2001. Influence of Major Histocompatibility Complex on Bacterial Composition of Fecal Flora. *Infection and Immunity* 69, 2371–2377.
- Xin J., Chai Z., Zhang C., Zhang Q., Zhu Y., Cao H., Ji Q., 2019. Comparing the microbial community in four stomach of dairy cattle, yellow cattle and three yak herds in Qinghai-Tibetan Plateau. *Frontiers in Microbiology* 10, 1547.
- Zeng Y., Zeng D., Ni X., Zhu H., Jian P., Zhou Y., 2017. Microbial community compositions in the gastrointestinal tract of Chinese Mongolian sheep using Illumina MiSeq sequencing revealed high microbial diversity. *AMB Express* 7, 75. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0378-1>.
- Zhang Z., Xu D., Wang L., Hao J., Wang J., Zhou X., 2016. Convergent evolution of rumen microbiomes in high-altitude mammals. *Current Biology* 26, 1873–1879. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.05.012>.
- Zhou Z., Fang L., Meng Q., Li S., Chai S., Liu S., 2017. Assessment of ruminal bacterial and archaeal community structure in Yak (*Bos grunniens*). *Frontiers in Microbiology* 8, 179. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00179>.

Wpływ opiekuna na zachowanie i samopoczucie psa podczas wizyty weterynaryjnej – perspektywa lekarzy weterynarii

Karolina Rudnik¹

Wstęp

Pies domowy *Canis familiaris* to udomowiony ssak z rzędu ssaków drapieżnych z rodziny psowatych. Przedstawiciele tego gatunku towarzyszą ludziom od wieków. Nie jest trudno zauważyć, jak mocna międzygatunkowa więź emocjonalna wywiązała się w tym czasie w relacji człowiek-pies [Mariti i in. 2012, Ng i in. 2014]. Wiąż ta określana jest jako „obustronnie korzystna i dynamiczna relacja między ludźmi i innymi zwierzętami, na którą wpływają zachowania, które są niezbędne dla zdrowia i dobrego samopoczucia obu”. Co z tego wynika, daje ona obustronne korzyści. Jak się jednak okazuje, nie tylko korzyści [Ng i in. 2014]

Pies w odczytywaniu sygnałów człowieka posługuje się głównie swoim dominującym zmysłem, czyli węchem. Nasi pupile z łatwością mogą w ten sposób interpretować różnorodne chemosygnale wysyłane z naszego ciała. Jak wskazują przeprowadzone przez Aniello i in. [2018] badania, chemosygnale ludzkiego strachu aktywowały intensywniejszą pracę serca u psów niż w przypadku neutralnych zapachów czy chemosygnali stanu radości. Co więcej, psy wydawały się być wtedy bardziej zestresowane. Węch nie jest jednak jedynym zmysłem, którym kierują się psy w sytuacji stresu. Pomimo że wzrok dla tego gatunku nie jest zmysłem dominującym, wykazano, że posiadają one zdolność rozróżniania zarówno uśmiechniętych, jak i neutralnych wyrazów ludzkich twarzy. Rozróżniają również mimikę szczęścia i smutku swojego właściciela oraz różne inne emocjonalne mimiki, takie jak strach, złość czy nawet wstręt. Co więcej, wiele wskazuje na to, że psy nie tylko rozpoznają ludzkie emocje, ale także dostosowują do nich swoje zachowanie. Wrażliwość tych zwierząt powoduje, że potrafią one w łatwy sposób odróżnić treść emocjonalną głosu człowieka. W ten sposób różnicować mogą np. głos łagodny i szorstki [Aniello i in. 2018]. Okazuje się więc, że nasze ludzkie emocje w dużej mierze wpływają na zachowanie oraz samopoczucie zwierząt.

Klinika weterynaryjna jest miejscem szczególnie stresogennym dla zwierząt. Wizyta u lekarza weterynarii jest dla psa często nieprzyjemnym, a nawet bolesnym doświadczeniem [Döring i in. 2009]. Na to jak pies znosi wizytę w gabinecie wpływa ogromna liczba czynników, jak np. brak treningu medycznego w okresie socjalizacji [Schneider i in. 2018], zapachy oraz feromony alarmowe zostawiane przez inne zwierzęta [Bidzińska i Góral-Radziszewska 2016, Girault i in. 2022], negatywne wspomnienia i traumy [Döring i in. 2009, Girault i in. 2022], lękliwość [Dreschel 2010] i wiele innych. Bodziec stresogenny powoduje wysłanie informacji do podwzgórza, która następnie aktywuje pracę nad-

¹ Studenckie Koło Naukowe Higieny Środowiska, Wydział Biotechnologii i Hodowli Zwierząt, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

nerczy. Produkują one kortyzol oraz adrenalinę, nazwane hormonami stresu, które następnie mobilizują organizm do ucieczki bądź walki, powodując m.in. wzrost ciśnienia tętniczego krwi, czy przyspieszone bicie serca [Frindt i in. 2006, Sowa i Hess 2015, Csoltova i in. 2017]. Poza fizykalnymi reakcjami stresowymi możemy też obserwować u psów liczne reakcje behawioralne. Ich ilość jest ogromna, a każdy osobnik reaguje nieco inaczej. Wśród takich reakcji wymienić możemy: ziewanie, cofnięte uszy, podkulony ogon – reakcje bardzo rzadko zauważane przez właściciela oraz identyfikowane ze strachem oraz te bardziej wyraźne, jak np. szczekanie, próba gryzienia czy ucieczki [Rudnik i in. 2022].

Choć właściciel psa może bardzo dobrze znać swojego pupila i jego zachowania w określonej sytuacji, nie zawsze potrafi on właściwie je zinterpretować. Jak pokazują liczne badania, pomimo wzrostu wiedzy opiekunowie zwierząt wciąż często ignorują lub niewłaściwie interpretują pierwsze sygnały stresu wysyłane przez zwierzęta, takie jak odwracanie wzroku, zianie czy ziewanie, które bardzo często są bardzo subtelne [Mariti i in. 2012, Grigg i in. 2021].

Do oceny stresu oraz wiążących się z tym reakcji można wykorzystać niezwykle miarodajną metodę obserwacji behawioralnej. Pozwoliłaby ona we właściwy sposób zaobserwować oraz zinterpretować zachowania właściciela oraz zwierząt przez osobę postronną. Metoda ta znana jest już od bardzo dawna i wyróżnia się dużą łatwością oraz nieinwazyjnością [Mariti i in. 2012, Ng i in. 2014, Lind i in. 2017]. Ważnym aspektem jest tutaj jednak posiadanie odpowiedniej wiedzy na temat zachowania gatunku *Canis lupus familiaris*. Odpowiednimi do tego osobami mogą okazać się, poza behawiorystami, lekarze weterynarii. Potwierdzają to badania Lind i in. [2017] wskazujące, że zarówno lekarze weterynarii, jak i pozostali personel weterynaryjny potrafili lepiej identyfikować poziom stresu u psów niż mniej wyedukowani w tym temacie właściciele zwierząt.

Cel pracy

Celem niniejszej pracy była analiza wpływu zachowania opiekuna na zachowanie oraz samopoczucie psa w gabinecie weterynaryjnym z perspektywy lekarza weterynarii, który jako osoba niezaangażowana bezpośrednio w relację właściciel-pies, a jednocześnie mająca odpowiednią wiedzę i doświadczenie, może obiektywnie ocenić sytuację w gabinecie.

Materiał i metody

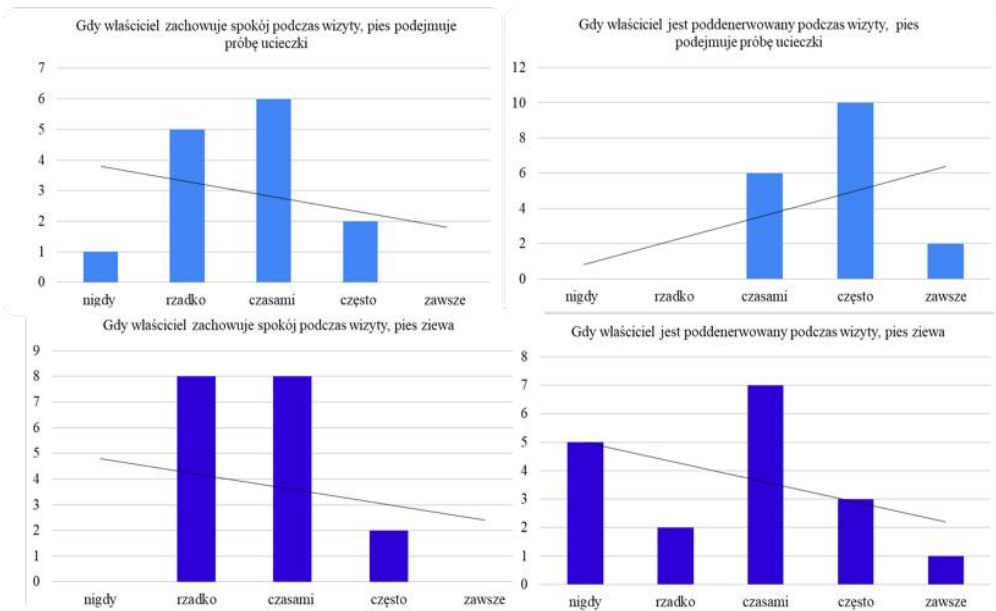
W 2021 r. przeprowadzone zostały badania ankietowe w grupie 18 lekarzy weterynarii pracujących na terenie Polski. Badania te polegały na obserwacji i opisywaniu doświadczeń lekarzy weterynarii podczas wizyt psów w gabinecie. Kwestionariusz obejmował zarówno pytania dotyczące różnych aspektów zachowania właściciela i psa, jak i dotyczące ankietowanej grupy lekarzy. W ankiecie weterynarze pytani byli o to, jak często zauważają dane zachowanie u zwierząt w przypadku, kiedy właściciel jest spokojny, oraz w przypadku, kiedy okazuje zdenerwowanie. Do oceny częstotliwości występowania jakiegoś zachowania zastosowano skalę 5-stopniową: nigdy – 1, rzadko – 2, czasami – 3,

często – 4, zawsze – 5. Poruszone zostały również aspekty wpływu zachowania lekarza na psa oraz metod mających na celu polepszenie samopoczucia zwierzęcia.

W badaniu udział wzięło 14 kobiet oraz 4 mężczyzn. Przeważającą grupą wiekową wśród badanych lekarzy weterynarii były osoby młode, znajdujące się w przedziałach wiekowych 24–30 oraz 31–36 lat. Najwięcej ankietowanych prowadziło swój gabinet w dużych miastach powyżej 300 tysięcy mieszkańców.

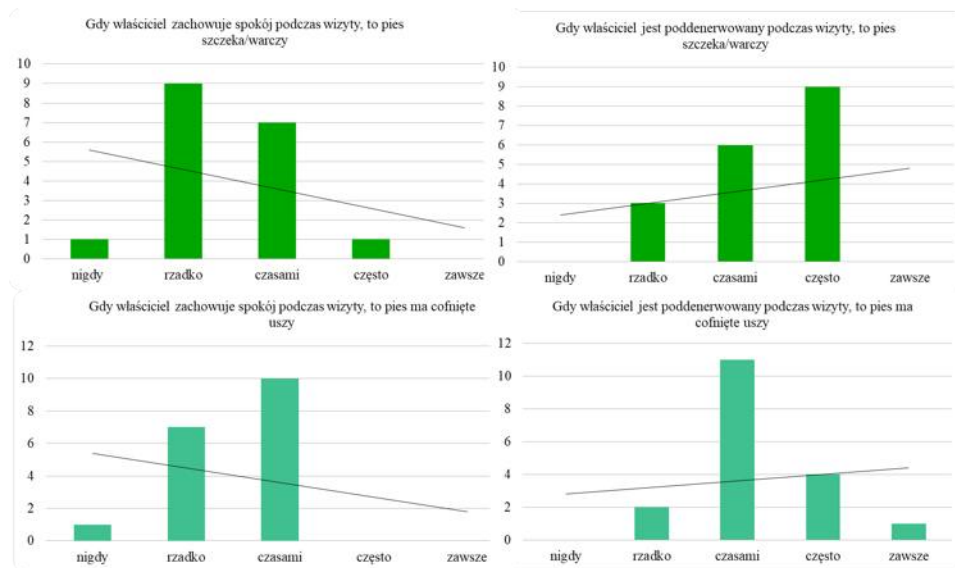
Wyniki i dyskusja

Jak pokazują uzyskane wyniki, aż 95% ankietowanych lekarzy zaobserwowało wpływ zachowania właściciela na reakcję jego psa w gabinecie. Po prawej stronie rysunków 1–4. umieszczono wyniki oceny częstotliwości występowania reakcji zwierzęcia w sytuacji, kiedy właściciel jest zdenerwowany, po lewej natomiast kiedy zachowuje spokój. Skala oceny częstotliwości występowania reakcji była 5-stopniowa, gdzie 1 – reakcja nie występowała nigdy, 2 – występowała rzadko, 3 – czasami, 4 – często, 5 – zawsze. W ankiecie wzięto pod uwagę 8 różnorodnych reakcji behawioralnych psa w gabinecie weterynaryjnym. 7 pierwszych reakcji związanych jest z odczuwaniem stresu. Należą do nich: ziewanie, próba ucieczki, szczekanie, cofnięte uszy, próba gryzienia, wrywanie się oraz podkulony ogon. Zaobserwowano zależność występowania mniejszej liczby reakcji stresowych u psów w przypadku spokojnego zachowania właściciela oraz intensywniejszego występowania oznak stresu w przypadku zdenerwowania u opiekuna (ryc. 1–4.)

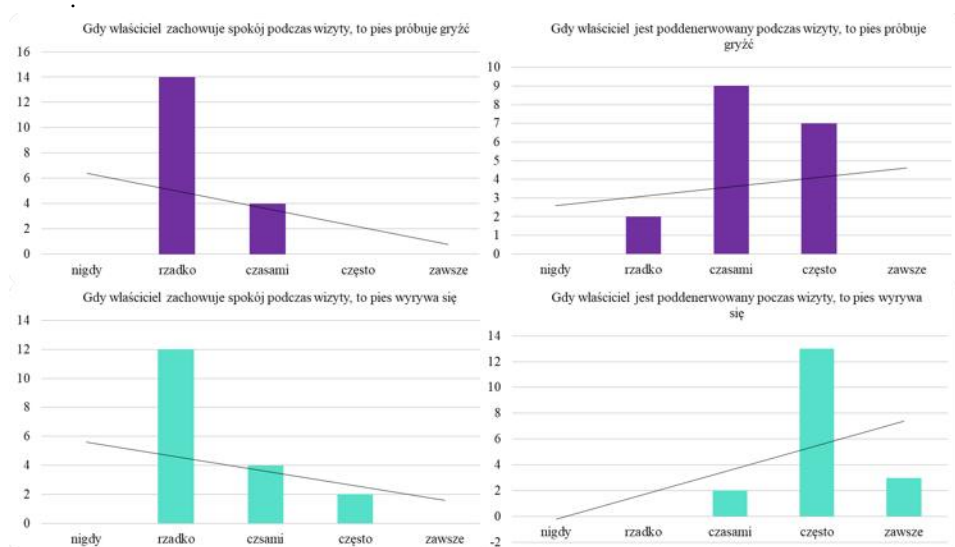


Ryc. 1. Częstotliwość występowania próby ucieczki i ziewania u psów w zależności od zachowania opiekuna

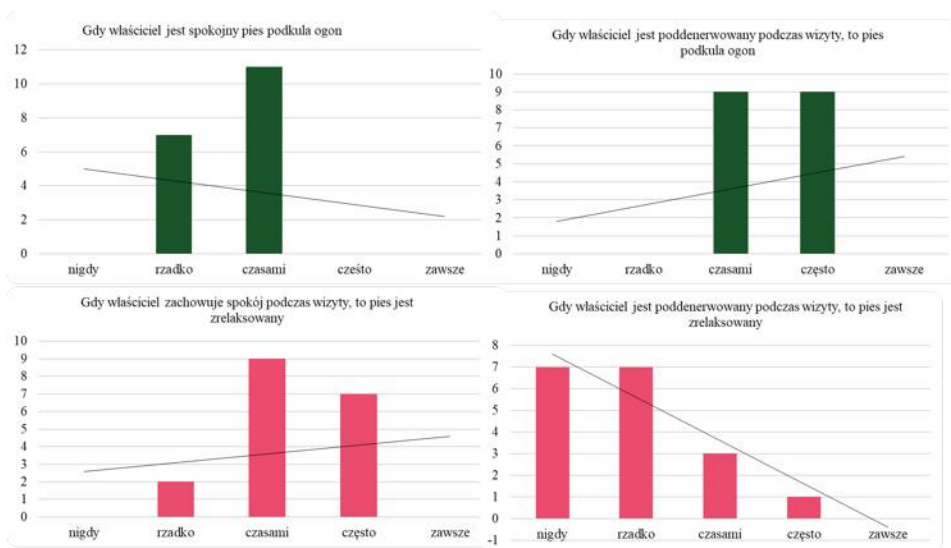
W sytuacji, gdy właściciel był zdenerwowany, zachowania stresowe występowały często lub zawsze, podczas gdy w sytuacji zachowania spokoju przez właściciela wymienione wyżej reakcje psa odnotowywane były rzadko lub wcale. Wyjątek stanowi ziewanie, kiedy to wyniki są podobne w obu sytuacjach.



Ryc. 2. Zestawienie częstotliwości występowania szczekania/ warczenia i cofniętych uszu u psów w zależności od zachowania opiekuna



Ryc. 3. Zestawienie częstotliwości występowania prób gryzienia i wrywania się u psów w zależności od zachowania opiekuna



Ryc. 4. Zestawienie częstotliwości występowania podkulania ogona oraz poczucia zrelaksowania u psów w zależności od zachowania opiekuna

Odwrotną zależność zauważyć możemy w przypadku określenia, że pies jest zrelaksowany, co obrazuje 2 para wykresów na rysunku nr 4. Wyniki w tym wypadku pokazują, że kiedy właściciele są zdenerwowani, psy nigdy lub rzadko są zrelaksowane, natomiast gdy właściciele są spokojni, to psy zrelaksowane są czasami lub często.

Zmniejszenie stresu psa podczas wizyt weterynaryjnych jest ważne z punktu widzenia dobrostanu samych pacjentów. Jedną z prostszych metod ograniczenia stresu u psów jest ich głaskanie. Jak wskazują badania, głaskanie psa prowadzi do wzrostu stężenia oksytocyny, zwanej hormonem szczęścia, oraz do zmniejszenia ciśnienia tętniczego krwi zarówno u psa, jak i głaszczącego go człowieka [Handlin i in. 2015, Csoltova i in. 2017]. Jest to więc korzyść obopólna. Bardzo ważne jest także okazywanie wsparcia psu, np. zwracanie na niego uwagi, kiedy szuka naszego zainteresowania, zapewnienie bezpiecznego miejsca itd. Okazuje się, że psy w sytuacjach stresowych bardzo często szukają kontaktu wzrokowego ze swoim właścicielem [Wells i Hepper 1999]. Na tej podstawie są w stanie określić jak mają się zachować w danej sytuacji. Okazanie wsparcia pupilowi w takim momencie jest potwierdzeniem, że wszystko jest dobrze i może przyczynić się do zmniejszenia jego stresu. Dobrym rozwiązaniem może okazać się puszczona w tle muzyka relaksacyjna. Może ona wpływać kojąco nie tylko psa, ale i ludzi: właściciela i personel [Rudnik i in. 2022].

Podsumowanie

Uzyskane wyniki potwierdzają tezę istnienia wpływu zachowania właściciela na zachowanie psa podczas wizyty weterynaryjnej. Stres właściciela generuje stres u psa oraz zwiększa jego intensywność w ciężkich warunkach, do jakich możemy zaliczyć m.in.

przebywanie w gabinecie weterynaryjnym. Jako odpowiedzialni właściciele musimy starać się stale pogłębiać swoją wiedzę na temat zwierząt towarzyszących oraz odpowiednio dbać o poprawę ich dobrostanu. Pozwoli to na zminimalizowanie stresu zwierząt, co może wpłynąć pozytywnie na ich zdrowie oraz długość życia.

Piśmiennictwo

- Aniello B.D., Semin G.R., Alterisio A., Aria M., Scandurra A., 2018. Interspecies transmission of emotional information via chemosignals: from humans to dogs (*Canis lupus familiaris*). *Animal Cognition* 21, 67–78. <https://doi.org/10.1007/s10071-017-1139-x>.
- Bidzińska B., Góral-Radziszewska K., 2016. Zastosowanie syntetycznych feromonów psów i kotów w praktyce weterynaryjnej. *Medycyna Weterynaryjna* 72(2), 92–95.
- Csoltova E., Martineau M., Boissy A., Gilbert C., 2017. Behavioral and physiological reactions in dogs to a veterinary examination: Owner-dog interactions improve canine well-being. *Physiology & Behavior* 177, 270–281. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.05.013>.
- Döring D., Roscher A., Scheipl F., Küchenhoff H., Erhard M.H., 2009. Fear-related behaviour of dogs in veterinary practice. *The Veterinary Journal* 182(1), 38–43. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.05.006>.
- Dreschel N.A., 2010. The effects of fear and anxiety on health and lifespan in pet dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 125 (3–4), 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.04.003>
- Frindt A., Zoń A., Bielański P., 2006. Stres jako forma zachowania się zwierzęcia. *Wiadomości Zootechniczne* 44, 15–18.
- Girault C., Priymenko N., Helsly M., Duranton C., Gaunet F., 2022. Dog behaviours in veterinary consultations: Part 1. Effect of the owner's presence or absence. *The Veterinary Journal* 280, 105788. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2022.105788>.
- Grigg E.K., Chou J., Parker E., Gatesy-Davis A., Clarkson S.T., Hart L.A., 2021. Stress-Related Behaviors in Companion Dogs Exposed to Common Household Noises, and Owners' Interpretations of Their Dogs' Behaviors. *Frontiers in Veterinary Science* 8, 760845. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.760845>.
- Handlin L., Hydbring-Sandberg E., Nilsson A., Ejdebäck M., Jansson A., Uvnäs-Moberg K., 2015. Short-Term Interaction between Dogs and Their Owners: Effects on Oxytocin, Cortisol, Insulin and Heart Rate – An Exploratory Study. *A Multidisciplinary Journal of the Interactions Between People and Other Animals* 24(3), 301–315. <https://doi.org/10.2752/175303711X13045914865385>.
- Lind A.K., Hydbring-Sandberg E., Forkman B., Keeling L.J., 2017. Assessing stress in dogs during a visit to the veterinary clinic: Correlations between dog behavior in standardized tests and assessments by veterinary staff and owners. *Journal of Veterinary Behavior* 17, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2016.10.003>.
- Mariti C., Gazzano A., Moore J.L., Baragli P., Chelli L., Sighieri C., 2012. Perception of dogs' stress by their owners. *Journal of Veterinary Behavior* 7(4), 213–219.
- Ng Z.Y., Pierce B.J., Otto C.M., Buechner-Mxwell V.A., Siracusa C., Werre S.R., 2014. The effect of dog-human interaction on cortisol and behavior in registered animal-assisted activity dogs. *Applied Animal Behaviour Science* 159, 69–81. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.07.009>.
- Rudnik K., Królaczyk K., Gościńska K., 2022. Dog's behaviour in a veterinary office. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis* 365(64)4, 58–67. <https://doi.org/10.21005/AAPZ2022.64.4.7>.
- Schneider B., Doring D., Ketter D., 2022. Minimalizowanie stresu małych zwierząt w praktyce weterynaryjnej. Wyd. EDRA, Wrocław.
- Sowa J., Hess G., 2015. Stres a plastyczność mózgu. *Wszechświat* 116(1–3), 15–21.
- Wells D.L., Hepper P.G., 1999. Male and female dogs respond differently to men and women. *Applied Animal Behaviour Science* 61(4), 341–349. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00202-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00202-0).

Analysis of microbiome of microplastic particles in European waters based on the selected studies

Paulina Cholewińska¹, Konrad Wojnarowski¹, Lisa Streb², Wanvisa Hussein¹, Worryanee Thammatorn¹, Anna Marcinkowska³, Przemysław Pokorny³

Introduction

More than a half of plastics are currently being produced in Asia, mostly in China which provides circa 30% of world production. In 2020 around 367 million tons of those materials were produced, and their trade balance was estimated to be approximately 16 billion EUR [Galgani et al. 2015, Geyer et al. 2017, Plastic Europe 2022]. Both their abundance in environment and some industrial processes can lead to creation of microplastic particles (MP, <5mm), which has recently became the subject of intense research due to their negative effects on the aquatic environment. Plastic, including MP, accounts for up to 95% of marine waste, and equally important is the fact that the material decomposes very slowly or not at all [Gigault et al. 2018, Frère et al. 2018, ECA 2020].

MP found in the environment, including surface water, can come from both food production, cosmetics and health care etc. [Gigault et al. 2018, ECA 2020]. Their occurrence can be linked with wide – array of adverse effects on aquatic organisms [Welden and Cowie 2016]. As evidenced by study performed by Welden and Cowie [2016] on crawfish (*Nephrops norvegicus*) in Scotland, bioaccumulation can be one of them. During the studies authors have found that both the location of individuals, their sex and their moulting stage were affecting accumulation of MP in organisms of the crawfish. In case of spatial distribution microplastics content was estimated for individuals found in the Clyde Sea 84.10%, North Minch 43% and on North Sea 28.7%. In terms of sex, females have accumulated more MP than males (0.7 vs 0.4 mg/individual). In terms of moult stage, on the other hand, the highest level of MP was detected at about 0.63 mg/individual at the intermoult stage and the lowest at the post moult stage, at about 0.48 mg/individual.

In a study by Ferreira et al. [2018] on the economically important estuarine apex predator *Cynoscion acoupa* (n = 552), it was shown that MPs were detected in more than half of the fish examined. Additionally, it was noted that MPs accumulated more frequently in adults than juveniles. With accumulation in the body, heavy metals, chemicals, polymeric or oligomeric substances can be released from MP, however, this depends on the physic-chemical structures of MP and environmental conditions [Sun et al. 2019, Kumar et al. 2021]. In addition, MP structures can be altered due to interactions with the animal body with, among other things, digestive fluids or gastrointestinal microbes, where

¹ Chair for Fish Diseases and Fisheries Biology, Ludwig-Maximilians-University of Munich, Munich, Germany

² Helmholtz Munich, Research Unit Comparative Microbiome Analysis, Neuherberg, Germany

³ Institute of Animal Breeding, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

they can then accumulate in the gut [Sun et al. 2019, Mammo et al. 2020]. Another aspect is the microbial community on microplastics. The one of study showing this problem was presented by Masó et al. [2003], where they detected the occurrence of potentially harmful *Ostreopsis* sp, *Coolia* sp on MP surfaces. On the other hand, a study by Keszy et al. [2019] conducted in the Baltic Sea showed that in addition to *Alphaproteobacteria* and *Gammaproteobacteria*, pathogenic *Vibrio* spp. were also present. The authors also suggest that *Vibrio* spp. are generally early colonizers of surfaces.

Therefore, this study undertook an analysis of the available literature in terms of MP microbiological composition.

Materials and methods

Extensive literature retrieval was carried out by searching the Scopus, World of Science and Scholar database. Various combinations of search keywords ‘Europe’, ‘microplastics’, ‘surface water’, ‘bacteria’, ‘microbiology’, were used. Based on the above-listed criteria, a total of 13 journal articles (with full access) were selected, covering a period from 2014 to 2022. The majority of studies were published from 2018 onwards.

Then the collected data on the presence of microplastics in surface waters, and their microbiome were standardized and prepare the figures.

The description of the types of microplastics was associated with the presentation of the most frequent of the analyzed publications. The analyzed publications were selected by factors of country and continent. Additionally, publications analyzing the type of microplastics (% share of individual types) were selected. Mean values of particles/m³ for microplastic content in surface waters were also calculated.

In the case of the description of the microbiome, was used the OTU and the results from a metabarcoding approach (Relative Abundance).

Results

In the case of microbial community analyzes on the MP area from the available sources, which included analyzes in Europe, Proteobacteria was the most common phyla, especially the classes: Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria, Gammaproteobacteria and Epsilonproteobacteria, where the highest values were found for Alpha and Gammaproteobacteria (the mean value was 39.1 and 53.4%, respectively).

In the class of Alphaproteobacteria, the orders of Sphingomonadales, Hyphomicrobiales, Rhodobacterales and Rhodospirillales were most frequently reported (Fig. 1). Additionally, in the case of studies carried out in Europe the following orders were shown: Thodobacterales, Pelagibacterales, Rickettsiales and Parvulaculales [Zettler et al. 2013, Frère et al. 2018, Dussud et al. 2018, Di Pippo et al. 2020]. In turn, Hyphomonadales was also shown on MP samples both in Europe [Zettler et al. 2013, Frère et al. 2018, Dussud et al. 2018, Di Pippo et al. 2020].

In turn, in the Betaproteobacteria class, the main order in the analyzed studies was Burkholderiales, including the families: *Burkholderiaceae*, *Oxalobacteraceae* and *Comamonadaceae* [Di Pippo et al. 2020].

The next class is Gamaproteobacteria, in which case the most common order are Alteromonadales, Oceanospirillales, Pseudoalteromonadales and Vibrionales [Zettler et al. 2013, Harrison et al. 2014, Ferreira et al. 2018].

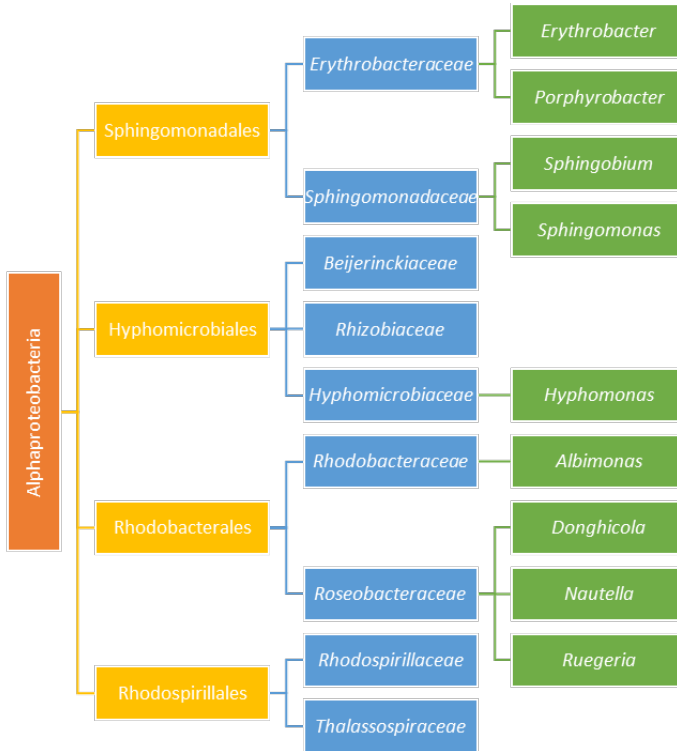


Fig. 1. Examples of order, families and genus belong to Alphaproteobacteria class

The Deltaproteobacteria class in Europe, represented mainly by the genus of Myxococcales [Zettler et al. 2013].

The remaining phylum in the study were mainly Actinobacteria, Bacteroidetes and Verruromicroba. The Actinobacteria phyla was represented mainly by the Actinomycetia class. In turn, the phyla Bacteroidetes consisted of the following classes: Cytophagia, Chitinophagia, Flavobacteria, Sparopsira [Dussud et al. 2018].

Discussion

The presence of MP particles (<5 mm) in water is related directly or indirectly to human activity. Both the textile, medical, cosmetic and food industries use different types of plastics, including plastic, depending on the needs. In addition, the sludge from the sewage treatment plant (with the content of MP) is used as a fertilizer for agricultural land,

thanks to which, along with abundant rainfall, MP may get into the water [Duis et al. 2016, Deng et al. 2020].

Additionally, during the colonization by bacteria, they often form biofilms on the MP surface [Luo et al. 2022]. The formation of biofilms can affect both the structure of MP and be a passive vector of pathogens [Galgani et al. 2015, Ma et al. 2020, Priscilla et al. 2020, Pham et al. 2021]. In the analyzed literature, among others, pathogenic bacteria were detected, in particular of the genus *Vibrio*. Bacteria of the genus *Vibrio* spp. (Gammaproteobacteria class), such as *V. fluvialis* and *V. vulnificus*, are found in coastal areas, and the dominance of a given species depends on biological and chemical factors [Ramamurthy et al. 2014]. *V. fluvialis* are transferred to humans from seafood, causing high temperatures along with severe diarrhea [Colwell et al. 1977, Pumipuntu and Indrawattana 2017]. On the other hand, in fish, it causes vibriosis, which manifests itself in animal weakness, with necrosis of the skin and appendages, leading to malformations of the body, slowing growth, liquefaction of internal organs, blindness, muscle clouding and mortality [Ina-Salwany et al. 2019].

In addition to the genus *Vibrio*, *Pseudomonas* (Gammaproteobacteria class, *Pseudomonadaceae* family) or are also shown in the literature. Detected, among others, on MP in water samples on the west coast of Norway [Radisic et al. 2020].

Escherichia coli (Gammaproteobacteria class, *Enterobacteriaceae* family) was also detected on the surface of the MP. These bacteria are associated with the contamination of the water with faeces, infections are more common in the summer than in the winter. Infection with *E. coli* can cause diarrhea, pain of various kinds, and even kidney failure in humans [Kumar et al. 2021].

As previously mentioned, MP may become a passive vectors of pathogens, changing the microbial community of the marine animal digestive system. MP can cause both mechanical damage to the digestive system in animals, as well as disrupt the host's immune system and induce the onset of diseases (including chronic ones), promote pathogenic infections, and change the capacity of genes and the expression of the intestinal microflora [Fackelmann and Sommer 2019, Li et al. 2022]. Both studies by Kurchaba et al. [2020] and Zhao et al. [2021] showed that the addition of MP influenced the composition of the microbial community in *Danio rerio* larvae.

One of the factors, apart from the habitat of MP, is its type. Both studies by Zettler et al. [2013] and Frère et al. [2018], showed a much greater variety on PE compared to PP. In turn, in the study of McGivney et al. [2020] showed general differences in the composition of the microbial community depending on the type of MP. The PE type was characterized by a higher level of Proteobacteria, *Sphingomonadaceae*, *Novosphingobium* or *Plantcomycetaceae* compared to PS and PP. In turn, PS and PP were characterized by a higher level of Alphaproteobacteria, Bacteroidetes and Sphingobacteriales.

Conclusion

Due to the fact that these particles have also become a new niche for microorganisms, in particular bacteria, they can also act as a passive vector of pathogens. The possibility of their transportation with the water current may lead to an increase in the area of occurrence and infections with pathogens. Therefore, extending the analysis both in terms

of quantity and the range over which MP particles can travel with the bacterial communities on them, may improve predictability of the spread of diseases. In addition, this aspect shows the importance of conducting research in this field, which is related to the idea of One Health, which aims to balance and optimize the health of humans, animals and ecosystems due to their mutual dependence.

References

- Colwell R.R., Kaper J., Joseph S.W., 1977. *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, and other vibrios: occurrence and distribution in Chesapeake Bay. *Science* 198(4315), 394–396.
- Deng H., Wei R., Luo W., Hu L., Li B., Shi H., 2020. Microplastic pollution in water and sediment in a textile industrial area. *Environmental Pollution* 258, 113658.
- Di Pippo F., Venezia C., Sighicelli M., Pietrelli L., Di Vito S., Nuglio S., Rossetti S., 2020. Microplastic-associated biofilms in lentic Italian ecosystems. *Water Research* 187, 116429. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116429>.
- Duis K., Coors A., 2016. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: Sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe* 28, 2.
- Dussud C., Meistertzheim A. L., Conan P., Pujol-Pay M., George M., Fabre P., Ghiglione J. F., 2018. Evidence of niche partitioning among bacteria living on plastics, organic particles and surrounding seawaters. *Environmental Pollution* 236, 807–816.
- European Chemicals Agency (ECHA). Restricting the use of intentionally added microplastic particles to consumer or professional use products of any kind. European Commission, Helsinki, 2020.
- Fackelmann G., Sommer S., 2019. Microplastics and the gut microbiome: how chronically exposed species may suffer from gut dysbiosis. *Marine Pollution Bulletin* 143, 193–203.
- Ferreira G.V.B., Barletta M., Lima A.R.A., Morley S.A., Justino A.K.S., Costa M.F., 2018. High intake rates of microplastics in a Western Atlantic predatory fish, and insights of a direct fishery effect. *Environmental Pollution* 236, 706–717. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.095>.
- Frère L., Maignien L., Chalopin M., Huvet A., Rinnert E., Morrison H., Paul-Pont I., 2018. Microplastic bacterial communities in the Bay of Brest: Influence of polymer type and size. *Environmental Pollution* 242, 614–625.
- Galgani F., Hanke G., Maes T., 2015. Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. In: Bergmann M., Gutow L., Klages M. (eds.), *Marine Anthropogenic Litter*, 1st ed. Springer Open, Cham, 29–56.
- Geyer R., Jambeck J.R., Law K.L., 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.
- Gigault J., Halle A.T., Baudrimont M., Pascal P.Y., Gauffre F., Phi T.L., El Hadri H., Grassl B., Reynaud S., 2018. Current opinion: What is a nanoplastic? *Environmental Pollution* 235, 1030–1034. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.024>.
- Harrison J.P., Schratzberger M., Sapp M., Osborn A.M., 2014. Rapid bacterial colonization of low-density polyethylene microplastics in coastal sediment microcosms. *BMC Microbiology* 14(1), 1–15.
- Ina-Salwany M.Y., Al-saari N., Mohamad A., Mursidi F.A., Mohd-Aris A., Amal M.N.A., Zamri-Saad M., 2019. Vibriosis in fish: a review on disease development and prevention. *Journal of Aquatic Animal Health* 31(1), 3–22.
- Kesy K., Oberbeckmann S., Kreikemeyer B., Labrenz M., 2019. Spatial environmental heterogeneity determines young biofilm assemblages on microplastics in Baltic Sea mesocosms. *Frontiers in Microbiology* 10, 1665.

- Kumar M., Chen H., Sarsaiya S., Qin S., Liu H., Awasthi M.K., Taherzadeh M.J., 2021. Current research trends on micro-and nano-plastics as an emerging threat to global environment: a review. *Journal of Hazardous Materials* 409, 124967.
- Kurchaba N., Cassone B.J., Northam C., Ardelli B.F., LeMoine C.M.R., 2020. Effects of MP Polyethylene Microparticles on Microbiome and Inflammatory Response of Larval Zebrafish. *Toxics* 8(3), 55. <https://doi.org/10.3390/toxics8030055>.
- Li W., Chen X., Cai Z., Li M., Liu Z., Gong H., Yan M., 2022. Characteristics of microplastic pollution and analysis of colonized-microbiota in a freshwater aquaculture system. *Environmental Pollution* 306, 119385.
- Luo H., Liu C., He D., Xu J., Sun J., Li J., Pan X., 2022. Environmental behaviors of microplastics in aquatic systems: A systematic review on degradation, adsorption, toxicity and biofilm under aging conditions. *Journal of Hazardous Materials* 423, 126915. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126915>.
- Ma J., Niu X., Zhang D., Lu L., Ye X., Deng W., Lin, Z., 2020. High levels of microplastic pollution in aquaculture water of fish ponds in the Pearl River Estuary of Guangzhou, China. *Science of the Total Environment* 744, 140679.
- Mammo F.K., Amoah I.D., Gani K.M., Pillay L., Ratha S.K., Bux F., Kumari S., 2020. Microplastics in the environment: Interactions with microbes and chemical contaminants. *Science of the Total Environment* 743, 140518.
- Masó M., Garcés E., Pagès F., Camp J., 2003. Drifting plastic debris as a potential vector for dispersing harmful algal bloom (HAB) species. *Scientia Marina* 67(1), 107–111. <https://doi.org/10.3989/scimar.2003.67n1107>.
- McGivney E., Cederholm L., Barth A., Hakkarainen M., Hamacher-Barth E., Ogonowski M., Gorokhova E., 2020. Rapid physicochemical changes in microplastic induced by biofilm formation. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* 8, 205.
- Pham D.N., Clark L., Li M., 2021. Microplastics as hubs enriching antibiotic-resistant bacteria and pathogens in municipal activated sludge. *Journal of Hazardous Material Letters* 2, 100014. <https://doi.org/10.1016/j.hazl.2021.100014>.
- Plastic Europe. Quarterly Report Q3/2021. European plastics manufacturers (EU 27). *PlasticsEurope AISBL*, Brussels, 2022.
- Priscilla V., Patria M.P., 2020. Comparison of microplastic abundance in aquaculture ponds of milkfish *Chanos chanos* (Forsskål, 1775) at Muara Kamal and Marunda, Jakarta Bay. *IOP Conf. Ser: Earth and Environmental Sciences* 404, 012027.
- Pumipuntu N., Indrawattana N., 2017. *Vibrio parahaemolyticus*: a seafood-borne pathogen. *Journal of Tropical Medicine Parasitology*, 40, 50–62.
- Radisic V., Nimje P. S., Bienfait A. M., Marathe N. P., 2020. Marine plastics from Norwegian west coast carry potentially virulent fish pathogens and opportunistic human pathogens harboring new variants of antibiotic resistance genes. *Microorganisms*, 8(8), 1200.
- Ramamurthy T., Chowdhury G., Pazhani G.P., Shinoda S., 2014. *Vibrio fluvialis*: an emerging human pathogen. *Frontiers in Microbiology* 5, 91
- Sun B., Hu Y., Cheng H., Tao S., 2019. Releases of brominated flame retardants (BFRs) from microplastics in aqueous medium: Kinetics and molecular-size dependence of diffusion. *Water Research* 151, 215–225.
- Welden N.A., Cowie P.R., 2016. Environment and gut morphology influence microplastic retention in langoustine, *Nephrops norvegicus*. *Environmental Pollution* 214, 859–865.
- Zettler E.R., Mincer T.J., Amaral-Zettler L.A., 2013. Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. *Environmental Science & Technology* 47(13), 7137–7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>.
- Zhao Y., Qin Z., Huang Z., Bao Z., Luo T., Jin Y., 2021. Effects of polyethylene microplastics on the microbiome and metabolism in larval zebrafish. *Environmental Pollution* 282, 117039.

Jakie warunki utrzymywania powinny spełniać ośrodki rehabilitacji dzikich zwierząt w aspekcie dobrostanu ptaków?

Klaudia Kuciara¹, Monika Budzyńska²

Ośrodki rehabilitacji dzikich zwierząt to miejsca, w których prowadzi się leczenie i rehabilitację zwierząt dziko występujących, wymagających okresowej opieki człowieka, celem przywrócenia ich do środowiska przyrodniczego [Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880, Mullineaux 2014]. Umiejętność postępowania ze zwierzętami dzikimi, wymaga nie tylko znajomości ich biologii, zachowań, ale także wiedzy o czynnikach wpływających na ich dobrostan. Szeroko rozumiane pojęcie dobrostanu coraz częściej opisywanego w literaturze odnosi się głównie do zwierząt gospodarskich i jest przedstawiane jako stan, w którym zwierzęta potrafią poradzić sobie z presją danego środowiska życia [Broom 1996, Budzyńska 2015]. W szczegółowym ujęciu opisywany jest jako stan behawioralnego oraz fizycznego komfortu zwierząt bytujących w danym środowisku, a jego cechy określa lista 5 wolności: 1) wolność od głodu i pragnienia, 2) wolność od dyskomfortu, 3) wolność od bólu, urazów i chorób, 4) wolność od strachu i stresu, 5) wolność w wyrażaniu naturalnego behawioru [FAWC 1992, Budzyńska 2015]. W stosunku do zwierząt dzikich pojęcie dobrostanu ma zupełnie odmienne znaczenie niż do zwierząt udomowionych, czego powodem jest fakt, że funkcjonowanie tych zwierząt w warunkach naturalnych nie jest zależne wprost od działania człowieka [Flis 2019]. Jednakże w przypadku gatunków nieudomowionych trafiających z różnych powodów do ośrodków rehabilitacji dzikich zwierząt przestrzeganie zasad postępowania ze zwierzętami, wcześniej podanych jako tzw. 5 wolności, nabiera istotnego znaczenia.

Pacjentami lecznic weterynaryjnych oraz ośrodków rehabilitacji są różne gatunki zwierząt dziko żyjących, wśród których stosunkowo często spotykane są dzikie ptaki. Ptaki trafiają do ośrodków rehabilitacji z przyczyn związanych z ludzką działalnością, takich jak urazy związane z rozbudową sieci komunikacyjnych, linii wysokiego napięcia, ekranów i przeszkolonych budynków [Mąka i in. 2018]. Również nieznamość biologii gatunku oraz podstawowych zachowań (np. wychów potomstwa) może doprowadzić do tego, że ptaki trafiają do ośrodka. W miejscu tym mogą znaleźć się pisklęta, podloty zabrane przez ludzi, ptaki wyczerpane po niekorzystnej pogodzie, ofiary zatruc pokarmowych (często poprzez celowe otrucia przez człowieka), ofiary postrzałów, kolizji drogowych, zderzeń z obiektami, ofiary pułapek i drapieżników [Klem 2006, Kruszewicz i Czujkowska 2007, Anderwald 2009, Rodriguez i in. 2010, Mąka i in. 2018]. Duża część rehabilitowanych ptaków trafia ponownie na wolność [Kruszewicz 2006]. W niektórych przypadkach leczenie wymaga amputacji uszkodzonej kończyny. Ptaki trwale kalekie zostają do końca życia w ośrodku, wspierając programy reintrodukcji zagrożonych gatun-

¹ Behawiorystyka Zwierząt – studia II stopnia (studentka), Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

² Katedra Etologii Zwierząt i Łowiectwa, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ków [Kruszewicz i Czujkowska 2006, 2007, Mąka i in. 2018]. Wszystkie ptaki, niezależnie od przyczyny przebywania w ośrodku, powinny mieć w nim zapewnione odpowiednie warunki bytowania.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie warunków, jakie powinny spełniać ośrodki rehabilitacji dzikich zwierząt utrzymujące ptaki, aby zapewnić im odpowiedni poziom dobrostanu. Warunki utrzymywania oraz zasady opieki nad zwierzętami opisano na przykładzie wybranych gatunków ptaków, tj. myszołów zwyczajny, puszczyk zwyczajny, bocian biały, jerzyk, kruk, kos.

Charakterystyka wybranych gatunków

Gatunki ptaków, które trafiają do ośrodków, często bardzo różnią się od siebie pod względem wymogów utrzymywania, dlatego ważne jest ich prawidłowe rozpoznanie. To pozwoli na odpowiednie dobranie diety [Kruszewicz i Czujkowska 2007] oraz wyposażenia miejsca, w którym ptak będzie przebywał na czas rehabilitacji.

Myszołów zwyczajny to jeden z najliczniejszych gatunków ptaków szponiastych w Polsce. Terenem siedliskowym myszołowa są rozległe lasy i zadrzewienia, a preferowanymi miejscami do zakładania gniazd są środki koron drzew usytuowanych blisko skraj lasu. Ptaki żerują na otwartych powierzchniach, uprawach rolnych, często też w pobliżu dróg [Zawadzka i Zawadzki 2008, Mąka i in. 2018]. Typową techniką żerowania jest czatowanie i obserwowanie z wysoko położonych miejsc (słup, drzewo), skąd bezpośrednio atakują zauważoną zdobycz. Myszołów często trafia do ośrodków rehabilitacji z powodu przebywania i żerowania blisko gospodarstw lub ruchliwych ulic [Mąka i in. 2018].

Puszczyk zwyczajny jest najliczniejszym gatunkiem sowy występującym w Polsce [Mąka i in. 2018]. Powodem znajdowania się w ośrodkach są zatrucia oraz kolizje z obiektami wolno stojącymi (np. z siłowniami wiatrowymi) [Mąka i in. 2018]. Puszczyk jest gatunkiem osiadłym, jego siedliskiem są lasy liściaste lub mieszane, gdzie występują drzewa dziuplaste. Gniazda może także zakładać w pobliżu osad ludzkich oraz na terenach cementarzy. Sowa ta ma duże możliwości adaptacyjne, co pozwala jej na gniazdowanie w miejscach opuszczonych przez inne ptaki [Bylicka 2011, Marchowski 2015, Matysek i in. 2015].

Bocian biały, licznie występujący w Polsce, przylatuje na łęgowska w marcu i kwietniu, a odlatuje w sierpniu [Kruszewicz i Czujkowska 2007]. Jako siedliska preferuje doliny rzeczne, stawy, zalewy i brzegi jezior [Nowakowski 2003, Marchowski 2015, Sikora 2017]. Gatunek związany z człowiekiem, gniazda zakłada na słupach energetycznych, budynkach i czasem na ambonach [Marchowski 2015, Sikora 2017]. Poluje na różne sposoby, w tym poprzez czatowanie przy norach oraz zbieranie pokarmu z ziemi, a także łowi zwierzęta w locie i w wodzie [Bocheński i in. 2006].

Jerzyk zwyczajny jest niewielkim ptakiem, przypominającym z daleka jaskółkę. Do Polski przylatuje w maju, odlatuje w połowie sierpnia. Gatunek związany z siedzibami ludzkimi, żyje w centrach dużych miast, występuje też w małych miastach i wsiach. Gniazda zakłada w szczelinach budynków, na wieżach kościelnych, w blokach [Marchowski 2015]. Głównym zagrożeniem dla tego gatunku jest remontowanie budynków, ponieważ ptaki powracają zawsze do tych samych siedlisk i jeśli zastają zamurowane miejsca, gdzie były gniazda, próbują się do nich dostać. Osłabione osobniki po bezskutecznej próbie dostania się do gniazda znajdujące się przez ludzi i tak trafiają do ośrodków rehabilitacji [Marchowski 2015, Mąka i in. 2018, Ksit i Gatniejewski 2020].

Kruk to największy krukowaty w Polsce, podobny wielkością do myszołowa. Jego siedliskiem lęgowym są lasy, żeruje na polach uprawnych. Ptak wykształcił różne strategie pobierania pokarmu, od patrolowania terenu, przez „śledzenie” drapieżników w poszukiwaniu ofiar, atakowanie zwierząt, do odbierania zdobyczy innym zwierzętom. Kruki uważane są za ptaki inteligentne, potrafią się uczyć i używać narzędzi. Ptaki te trafiają do ośrodków głównie jako ofiary postrzelenia lub zatrucia [Zawadzka 2006, Mąka i in. 2018].

Kos jest średniej wielkości ptakiem z długim ogonem. Zasiedla tereny leśne, parki, ogrody, preferuje drzewostany liściaste. Występuje też powszechnie w miastach. Gniazda zakłada na niskich drzewach lub w wysokich krzewach. Żeruje głównie na ziemi, na trawnikach [Williams 2006, Marchowski 2015]. Gatunek płochliwy, ale może przyzwyczać się do obecności człowieka np. w ogrodzie i przebywać blisko niego, żerując na terenach przekopywanych w ramach prac ogrodniczych.

Różnorodność gatunkowa ptaków, które trafiają do ośrodków może sprawiać trudności podczas opieki nad nimi, dlatego ważna jest wiedza na temat każdego z nich. W tabeli 1 przedstawiono informacje na temat podstawowych wymagań pokarmowych i wyposażenia woliery dla opisanych gatunków ptaków.

Tabela 1. Wymagania pokarmowe oraz wyposażenia woliery dla wybranych gatunków ptaków

Gatunek	Wymagania pokarmowe	Wymagania wyposażenia woliery	Bibliografia
Myszołów zwyczajny (<i>Buteo buteo</i>)	małe ssaki (nornik zwyczajny), płazy gady, owady	wysokie słupki lub grzędę pionową	Miller [2000], Zawadzka i Zawadzki [2008]
Puszczyk zwyczajny (<i>Strix aluco</i>)	nietoperze, drobne gryznie (myszy leśne, nornik zwyczajny)	dziuple, naturalne lub sztuczne kryjówki, grzędę	Miller [2000], Gryz i Krauze-Gryz [2017]
Bocian biały (<i>Ciconia ciconia</i>)	drobne gryznie (nornik zwyczajny), bezkręgowce (ślimaki, dżdżownice, duże owady), ryby, pisklęta innych ptaków	płytki basen/oczko wodne, grzędę głównie pionową	Miller [2000], Bocheński i in. [2006], Kruszewicz i Czujkowska [2006]
Jerzyk zwyczajny (<i>Apus apus</i>)	owady (meszki, komary)	przestrzeń pionową, konstrukcje z materiału ułatwiające przyczepianie się, dwie grzędę	Miller [2000], Ksit i Gatniejewski [2020]
Kruk zwyczajny (<i>Corvus corax</i>)	wszystkożerny (głównie padlina, bezkręgowce, owoce, zielone części roślin, odpadki spożywcze, małe ssaki)	co najmniej dwie grzędę z różnych materiałów, materiały do budowy gniazda	Miller [2000], Zawadzka [2006]
Kos (<i>Turdus merula</i>)	dżdżownice, ślimaki, owady, jagody, owoce krzewów	naturalne lub sztuczne kryjówki, dwie grzędę z różnych materiałów	Williams [2006]

Sposoby utrzymywania ptaków w ośrodku rehabilitacji z uwzględnieniem poziomu aktywności

Warunki utrzymywania należy dostosować w zależności od etapu rehabilitacji, w którym uwzględni się poziom aktywności pacjenta, w związku z tym wyróżniane są trzy etapy [Miller 2000].

Etap I – zakaz aktywności. W wielu przypadkach ten etap leczenia wymaga maksymalnego ograniczenia ruchu ptaka, zapewniając jednocześnie jak najwyższy poziom dobrostanu, np. w przypadku leczenia złamanej kończyny. W takim przypadku przestrzeń klatki/woliery powinna być dopasowana do gatunku, charakteru urazu oraz specyfiki leczenia. Warunki do zakazu aktywności to m.in. hipotermia, pooperacyjnie unieruchomione skrzydło, podawanie kroplówek, stan wyniszczenia organizmu oraz urazy/choroby neurologiczne zaburzające lokomocję. Przestrzeń dla ptaków powinna uniemożliwiać ruch jednocześnie pozwalając na przyjęcie naturalnej pozycji ciała, wyprostowanie nóg i ogona. Taka przestrzeń ma ułatwić schwytywanie oraz zapobiegać ponownym urazom. Ptaki drapieżne, głównie puszczyki i myszołowy, mając więcej miejsca, zrywają opatrunki, co przedłuża leczenie [Kruszewicz i Czujkowska 2007]. Do tego etapu wykorzystywane są inkubatory, klatki weterynaryjne oraz transportery.

Etap II – ograniczona aktywność. Ten etap rehabilitacji następuje po zakończeniu leczenia urazu lub problemu fizjologicznego, wymaga on jeszcze okresowego schwytywania zwierzęcia i oceny jego stanu. Stopniowo wprowadza się aktywność ruchową, która jest niezbędna do procesu zdrowienia. Miejsce utrzymywania zwierzęcia powinno zapewnić możliwość krótkiego lotu i eksploracji. W przypadku piskląt i podlotów miejsce to stanowi plac do nauki latania i przyzwyczajania się do samodzielnego pobierania pokarmu. Wymagane wyposażenie: grzędy, schronienia i płytkie baseny wodne.

Etap III – nieograniczona aktywność. W tym etapie wymagane są duże i w pełni wyposażone klatki/woliery zewnętrzne, które pozwolą na fizyczne oraz psychiczne zaaklimatyzowanie się zwierząt. Woliery powinny umożliwić pełny lot, spacer oraz eksploatację, co pozwoli im na poprawę kondycji, rozwój koordynacji ruchowej i odbudowanie mięśni. Nieograniczona aktywność pozwoli ptakom wychowywanym w ośrodku przygotować się do życia w środowisku naturalnym oraz zwiększyć dystans do człowieka. Niezbędnym wyposażeniem są wzbogacenia środowiska: m.in. grzędy na różnych wysokościach, schronienia, gniazda, zbiorniki wodne [Miller 2000].

U wielu gatunków, np. u ptaków drapieżnych, zachodzi proces habituacji wobec człowieka, który polega na przyzwyczajeniu się do jego obecności dzięki kojarzeniu jego sylwetki z podawaniem pokarmu. Zjawisko to jest niebezpieczne dla zwierząt i znacznie utrudnia im funkcjonowanie w środowisku naturalnym. Przyzwyczajone do człowieka ptaki nie będą potrafiły żerować ani polować, co może skutkować oczekiwaniem na pokarm od człowieka po wypuszczeniu na wolność. Aby zapobiec temu zjawisku, można zastosować półki karmowe, które będą znajdować się na zabudowanej ścianie woliery. Pokarm podawany będzie na półkę przez otwór w ścianie woliery, a ptaki nie zobaczą człowieka, który się za nią kryje.

Podstawowe elementy wyposażenia woliery

Woliera powinna być zbudowana z solidnych materiałów. Ptaki są wrażliwe na przeciągi. Aby uniknąć narażenia ich na ten czynnik, co najmniej jedna ze ścian konstrukcji powinna być jednolicie zabudowana. Część dachu można pokryć jednolitym materiałem, aby umożliwić schronienie przed silnymi opadami. Pozostałe ściany i sklepienie należy pokryć siatką o drobnych oczkach – taka siatka minimalizuje ryzyko zaplatania się oraz urazu. Podstawowe elementy wyposażenia woliery to:

- podłoże naturalne – kora, runo leśne, igły sosnowe. Podłoże należy dostosować do przebywającego w wolieryze gatunku (nie należy stosować igieł dla gatunków żerujących na ziemi – bocian, kos). Podłoże takie jak żwirek, piasek, podkłady higieniczne oraz gazy należy regularnie wymieniać i dezynfekować [Miller 2000].

- grzędy – miejsce do odpoczynku lub żerowania, wykonane z solidnego materiału (kłody drewna, słupki) i zamocowane na różnych wysokościach. Takie wyposażenie jest niezbędne w wolieryze dla myszołowa, puszczyka i kruka – grzędy służą jako stanowisko do patrolowania powierzchni z góry. Dla wszystkich gatunków ptaków dają poczucie bezpieczeństwa i minimalizują ryzyko stresu.

- oczko wodne – ważne wyposażenie ptaków brodzących (bocian biały). Bociany, żerując, często popijają pokarm i czyszczą dziób w wodzie. W okresie letnim oczko wodne powinno znaleźć się w wolieryze wszystkich gatunków ptaków. Naturalne oczko może zastąpić basen lub miska z regularnie wymienianą wodą.

- gniazda – niezbędne wyposażenie woliery. Możliwość skorzystania z gniazd daje ptakom poczucie bezpieczeństwa oraz zmniejsza stres. W przypadku ptaków trwale kalekich, które sparują się z przebywającymi okresowo ptakami (np. bociany), gniazda są wykorzystywane do wyprowadzenia lęgów. Inne wzbogacenia środowiskowe – np. miska wypełniona korą, runem, ziemią oraz owocami krzewów – wzbogacenie dla kosów, które żerują głównie na ziemi.

- ogrodzenie – wolieryza zewnętrzna powinna znajdować się za dodatkowym ogrodzeniem, które będzie oddziało ją od reszty ośrodka. Ogrodzenie, najlepiej drewniane, pozwoli na wygłuszenie drzewików z pozostałej części ośrodka, zapewni spokój płochliwym gatunkom (kos), oraz ochroni ptaki przed niepotrzebnym ploszeniem przez ludzi poruszających się po terenie.

Opieka w ośrodku

Odpowiednie warunki w ośrodkach to nie tylko leczenie i umieszczenie w dostosowanej wolieryze, ale także opieka i postępowanie ze zwierzętami oraz unikanie działań, które mogą obniżyć ich dobrostan. Ptaki powinny mieć dietę zbliżoną najbardziej do naturalnej. Spożywanie pokarmu nieodpowiedniego biologicznie może powodować choroby, wydłużając rehabilitację i wywołując stres u ptaków. Personel ośrodka, który zajmuje się dzikim ptactwem powinien być odpowiednio przeszkolony, bowiem od niego zależy cały proces zdrowienia zwierząt [Miller 2000]. Czynnością wywołującą duży stres jest schwywanie i immobilizacja przez człowieka, dlatego, gdy to możliwe, należy ograniczyć tę czynność. Aby zmniejszyć stres u ptaków drapieżnych (myszołów, puszczyk, bocian), należy ograniczyć ich pole widzenia poprzez zakrycie głowy ciemnym materiałem, transport w zakrytych klatkach/pudełkach kartonowych. Ptaki, nie widząc, co się wokół

nich dzieje, często zastygają w bezruchu, więc obsługa ich staje się łatwiejsza i bezpieczniejsza.

Podczas odchowu piskląt i podlotów w ośrodku może dojść do imprintingu, czyli wpajania. Ptaki mogą uznać człowieka za partnera seksualnego, co stanowi niebezpieczeństwo zarówno dla ptaków, jak i dla ludzi (np. atakowanie człowieka – partnera). Wdrukowanie złego wzorca może doprowadzić do zaburzeń psychicznych uniemożliwiających fizycznie prawidłowo rozwiniętemu zwierzęciu przystąpienie do rozrodu. Aby ograniczyć zachodzenie tego naturalnego procesu, można zastosować przebrania (żeby pisklęta nie kojarzyły sylwetki człowieka), kukielki – zostawiane młodym w gnieździe podczas nieobecności człowieka, które stanowią również ochronę przed drapieżnikami. Najlepszym sposobem jest wykorzystanie zwierząt trwale kalekich, które mogą służyć jako zastępczy rodzic lub starsze rodzeństwo. Równie niebezpieczne jest oswojenie z człowiekiem, którego konsekwencjami są: zmniejszenie dystansu i lęku przed człowiekiem, ufność do człowieka, zaburzenie behawioru żywieniowego – ptaki nie poszukują pożywienia, występuje tzw. żebranie o pokarm.

Opieka zapewniająca odpowiedni poziom dobrostanu to również zadbanie o to, aby minimalizować czynniki wywołujące stres u zwierząt. Są to m.in. transport, opatrunki ograniczające ruch, obecność innych zwierząt, nienaturalne podawanie pokarmu [Czujkowska 2012]. Niektóre czynności podczas rehabilitacji, np. bliski kontakt z człowiekiem, są nieuniknione, jednak wiele czynników wywołujących stres można ograniczyć. W ośrodkach należy zachować ciszę, zwykle rozmowy mogą być dla ptaków bardzo głośne. Nie należy umieszczać gatunków dziennych, płochliwych (np. kos, jerzyk) obok tych o nocnej aktywności (np. sowy). Nie należy też łączyć ze sobą osobników agresywnych [Czujkowska 2012].

W przypadku braku poprawy lub niemożliwości leczenia, co skutkuje niezapewnieniem dobrostanu zwierzętom, niezbędna może okazać się eutanazja. Zabieg ten skróci cierpienie zwierzęcia z powodu np. trwałego zaburzenia neurologicznego lub nieoperacyjnego urazu. Humanitarne przeprowadzenie eutanazji jest najlepszym rozwiązaniem dla takich przypadków [Mullineaux 2014].

Podsumowanie

Zapewnienie dobrostanu zwierzętom dzikim, a zwłaszcza ptakom, w ośrodkach rehabilitacji nie jest łatwe ze względu na duży dystans oraz lęk przed człowiekiem. Podstawowa wiedza o biologii gatunków, środowisku ich występowania, zachowaniach i potrzebach oraz znajomość zasad opieki nad zwierzętami dzikimi pozwoli na stworzenie odpowiednich warunków dla tych zwierząt w ośrodkach. Zadbanie o wysoki poziom dobrostanu podczas utrzymywania ptaków zapewni sukces w leczeniu i rehabilitacji tych ptaków, a tym samym przywrócenie ich do środowiska przyrodniczego.

Piśmiennictwo

Anderwald D., 2009. Przyczyny śmiertelności ptaków szponiastych i sów na podstawie analizy danych „Kartoteki ptaków martwych i osłabionych” Komitetu Ochrony Orłów. *Studia i Materiały CEPL* 3(22), 125–151.

- Bocheński M., Jerzak L., Tryjanowski P., Sparks T.H., 2006. Behaviour of the White Stork *Ciconia ciconia*: a review. The White Stork in Poland: studies in biology, ecology and conservation. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, 296–324.
- Broom D.M., 1996. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 27, 22–28.
- Budzyńska M., 2015. Współczesne zagadnienia w badaniach i nauczaniu dobrostanu zwierząt. *Wiadomości Zootechniczne* 53, 58–64.
- Bylicka M., 2011. Sowy terenów leśnych zachodniej części Pogórza Przemyskiego. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 67(5), 415–425.
- Czujkowska A., 2012. Podstawy rehabilitacji dzikich zwierząt. Przewodnik po dostępnej wiedzy na temat biologii i leczenia w kontekście rehabilitacji dzikich zwierząt. SMŻ, Warszawa, 32–35.
- Farm Animal Welfare Council (FAWC), 1992. FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record* 131, 357.
- Flis M., 2019. Ocena dobrostanu zwierząt dzikich na przykładzie ssaków z rodziny jeleniowatych w aspekcie działań z zakresu gospodarki łowieckiej. *Życie Weterynaryjne* 94(12), 809–813.
- Gryz J., Krauze-Gryz D., 2017. Ssaki w pokarmie puszczyka zwyczajnego *Strix aluco* w zachodniej części Nadleśnictwa Skierniewice (środkowa Polska). *Leśne Prace Badawcze* 78(4), 297–302.
- Klem D., 2006. Glass: A Deadly Conservation Issue for Birds. *Bird Observatory* 2(34), 73–81.
- Kruszewicz A., 2006. Rehabilitacja szponiastych w Azylu dla ptaków. *Studia i Materiały CEPL* 2(12), 129–131.
- Kruszewicz G.A., Czujkowska A., 2006. Weterynaryjne aspekty rehabilitacji bocianów. *Życie Weterynaryjne* 81(12), 819–823.
- Kruszewicz G.A., Czujkowska A., 2007. Rola lekarzy weterynarii w rehabilitacji ptaków drapieżnych. *Życie Weterynaryjne* 82(12), 1008–1014.
- Ksit B., Gatniejewski A., 2020. Naturalne siedliska jerzyków a prace termomodernizacyjne budynków. *Przegląd Budowlany* 3, 39–41.
- Marchowski D., 2015. Ptaki Polski: kompletna lista 450 stwierdzonych gatunków. Wyd. SBM, Warszawa, 40–350.
- Matysek M., Figarski T., Wieczorek P., Wyka J., Kajtoch Ł., 2015. Występowanie puszczyka zwyczajnego *Strix aluco* i puszczyka uralskiego *S. uralensis* w pofragmentowanych lasach centralnej Małopolski. *Ornis Polonica* 56, 287–297.
- Mąka H., Kamieniarz R., Mąka M., 2018. Rehabilitacja ptaków drapieżnych i sów w stacji badawczej Polskiego Związku Łowieckiego w Czempiniu. *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* 17(4), 307–315.
- Miller E.A., 2000. Minimalne Standardy dla Ośrodków Rehabilitacji Dzikich Zwierząt, 3. ed. NWRA, St. Cloud, 29–46, 59.
- Mullineaux E., 2014. Veterinary treatment and rehabilitation of indigenous wildlife. *Journal of Small Animal Practice* 55, 293–300.
- Nowakowski J.J., 2003. Habitat structure and breeding parameters of the White Stork *Ciconiaciconia* in the Kolno upland (NE Poland). *Acta Ornithologica* 38, 39–46.
- Rodriguez B., Rodriguez A., Siverio F., Siverio M., 2010. Causes of raptor admissions to a wildlife rehabilitation center in Tenerife (Canary Islands). *Journal of Raptor Research* 44(1), 30–39.
- Sikora A., 2017. Rozmieszczenie, zmiany liczebności i produktywność bociana białego *Ciconia ciconia* na Żuławach Wiślanych. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 73(5), 363–378.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880).
- Williams P.A., 2006. The role of blackbirds (*Turdus merula*) in weed invasion in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 30(2), 285–291.
- Zawadzka D., 2006. Monografie przyrodnicze. Kruk. Wyd. Klubu Przyrodników 15, 71–108, 121–130.
- Zawadzka D., Zawadzki J., 2008. Myszołów – najpospolitszy szponiasty. *Brać Łowiecka* 6, 36–37.

Znaczenie etologii konia w hodowli i użytkowaniu koni

Marta Wnęk¹, Elżbieta Wnuk²

Wstęp

Od niepamiętnych czasów konie towarzyszą człowiekowi i zajmują szczególne miejsce w społecznościach ludzkich. Pełniły i nadal pełnią wiele ważnych funkcji, które od początku udomowienia zmieniały się znacząco [Stefaniuk 2013]. Praca z końmi związana jest z zachowaniem podstawowych zasad bezpieczeństwa. Wiąże się to ze znajomością zachowania się koni, które wynika z wrodzonych cech ukształtowanych w procesie ewolucji oraz zróżnicowanego wpływu środowiska [Drewka i in. 2015]. Aby poprawnie interpretować zachowania koni i modyfikować je, należy dokładnie zapoznać się z biologią gatunku. Często niewłaściwe warunki utrzymania, użytkowania czy nawet nieodpowiednie żywienie może wywoływać u koni silny stres, a tym samym wpływać na ogólne samopoczucie zwierzęcia, zmniejszać jego wydajność oraz efekty w treningu [Budzyńska i in. 2023].

Potrzeba ciągłego ruchu i pobierania pokarmu oraz instynkt stadny w życiu koni

Koń ewoluował jako potencjalny łup drapieżnika. Jego poczucie bezpieczeństwa zależy od możliwości przebywania w grupie [Smolira 2005c]. Samotny lub słaby osobnik narażony jest na ataki drapieżników. W razie zagrożenia konie tworzą zamknięte koło, w środku którego znajdują się osobniki młode i słabe, a silniejsze stoją na zewnątrz i bronią stada kopytami. Jest to możliwe tylko w przypadku zdyscyplinowania całej grupy, funkcjonującej według ustalonej hierarchii [Drewka i in. 2015]. Konie są zwierzętami społecznymi, tworzącymi we wspólnym życiu w grupie hierarchię. Również w kontaktach z człowiekiem koń szybko rozwija stosunki społeczne [Płatos i Szpakowska 2010]. Konie mają bardzo silny instynkt stadny. Raz utworzona rodzina zachowuje stabilność na lata. Ogiery wraz ze swoimi klaczami wiążą się na całe życie [Drewka i in. 2015]. Zachowania socjalne koni w stadzie, najbardziej ze wszystkich zwierząt udomowionych, są zbliżone do ludzkich zachowań, co pozwala nam na przełożenie doświadczeń i kontaktu na nasze ludzkie relacje [Kos 2022]. Izolacja jest jednym z najgorszych wrogów koni [Iwaszko-Simonik 2010]. Nienaturalną i stwarzającą dyskomfort psychiczny sytuacją jest izolacja pojedynczego osobnika od grupy. W naturze jedynie niektóre stare ogiery po stracie tabunów zostają zmuszone do prowadzenia samotniczego trybu życia [Smolira 2005b].

¹ Sekcja Hipologiczna Studenckiego Koła Naukowego Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

² Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Koń z natury jest zwierzęciem stepowym, przystosowanym do ciągłego przemieszczania się. Przed udomowieniem zmienne warunki środowiskowe zmuszały konie do przemierzania wielu kilometrów dziennie w poszukiwaniu pokarmu [Drewka i in. 2015]. Pokarm spożywany przez konie w warunkach naturalnych to pokarm niskoenergetyczny, objętościowy i bardzo zróżnicowany. W celu zaspokojenia swoich potrzeb konie pasą się 16–18 godzin w ciągu doby, pokonując przy tym znaczne odległości [Smolira 2005b]. Konie przebywające na pastwisku odżywiają się w sposób zgodny z naturą i mogą poruszać się wiedzione naturalnymi instynktami. Takie warunki życia znacznie zmniejszają możliwość wystąpienia u koni zaburzeń psychogennych [Iwaszko-Simonik 2010]. Ruch bardzo korzystnie wpływa na psychikę konia oraz cały organizm. Niedostatek ruchu jest przyczyną wielu schorzeń fizycznych oraz psychicznych. Istotnym rodzajem ruchu jest zabawa, bardzo chętnie bawią się żrebięta, które wierzgają i biegają bez celu. Koń stojący wiele dni w boksie po wypuszczeniu na pastwisko również rozładowuje swoją energię, wierzgając i biegając bez celu. Aby zaspokoić potrzebę ruchu, koń powinien codziennie mieć zapewnioną możliwość wychodzenia na padok lub pastwisko oraz wykonywać regularną pracę pod siodłem [Drewka i in. 2015].

Płochliwość jako naturalna reakcja organizmu

Konie są zwierzętami płochliwymi z natury. Cecha ta w powiązaniu ze stosunkowo dużą masą ciała stanowi o potencjalnym niebezpieczeństwie dla osób z nimi pracujących. Należy mieć jednak świadomość, że naturalna płochliwość koni była przez tysiące lat strategią przetrwania gatunku. Jedynym mechanizmem obronnym przed potencjalnym zagrożeniem, jest natychmiastowa ucieczka „na ślepo” [Smolira 2005b]. Konie jako zwierzęta ofiary są płochliwe. W naturze jak najbardziej ważne i prawidłowe jest przywiązywanie uwagi do najmniejszych sygnałów dochodzących ze środowiska, aby w razie konieczności podjąć odpowiednie kroki; najczęściej jest to ucieczka w przód lub w tył, co dla jeźdźcy może być niestety czasami nieprzyjemne. Konie mogą przestraszyć się nawet najbardziej banalnych przedmiotów codziennego użytku [Płatos i Szpakowska 2010]. Konie są z natury neofobiczne, czyli wykazują niechęć lub strach w stosunku do nieznanymi przedmiotów lub obiektów. Szczególnie intensywną reakcję wzbudzają u koni bodźce pojawiające się nagle, poruszające się, zbliżające do konia lub takie, których źródło ciężko zidentyfikować [Budzyńska i in. 2023]. Hałas demonstracji ulicznych, maszerowanie w towarzystwie orkiestry dętej czy pokonywanie jaskrawo pomalowanych przeszkód dalekie jest od tego, co można by nazwać sytuacją naturalną dla konia. Jednakże wiele osobników przywyka do tych skrajnie nienaturalnych sytuacji pod warunkiem, że nie wiążą się z nimi żadne bolesne doznania. Nierzadko zdarza się, że ten sam osobnik spokojnie znosi wrzawę wesołego miasteczka, a reaguje strachem i próbą ucieczki na widok kowala czy weterynarza. Wszystkie bowiem reakcje konia na bodźce, których źródłem jest człowiek, są efektem uczenia się. Jeżeli jakiś bodziec obojętny zostanie przez konia skojarzony ze strachem lub bólem, będzie on klasyfikowany jako bodziec sygnalizujący zagrożenie i będzie wyzwał reakcję ucieczki [Smolira 2005b].

Czy konie są agresywne?

Agresja u zwierząt gospodarskich jest zjawiskiem niekorzystnym, gdyż osobniki ją przejawiające zużywają zapasy energetyczne, które powinny zostać wykorzystane na produkcję mięsa, mleka, jaj czy też np. u koni przekładać się na wyniki sportowe. Zachowania agresywne mogą być skierowane także na człowieka, co może prowadzić do bardzo groźnych sytuacji, a także śmiertelnych wypadków. Poznanie mechanizmów wyzwalających agresję oraz znajomość jej form naturalnych oraz patologicznych jest bardzo istotnym elementem współpracy człowieka ze zwierzęciem [Petrynka i in. 2014].

Zachowania agresywne w dużym stopniu są warunkowane hormonalnie. Wpływ androgenów na występowanie agresji potwierdza m.in. obniżony jej poziom po kastracji koni. Wprawdzie wałachy w dalszym ciągu przejawiają zachowania agresywne, jednak ich występowanie jest o wiele rzadsze oraz nie są one tak nieustępliwe jak ogiery [Haupt 1986]. U kłaczki opisana została zależność między agresywnością a naturalnie występującym u samic testosteronem [van Dierendonck i in. 1995]. Troskliwość i matczyzna opieka nad odchowanym potomstwem ma duże znaczenie dla późniejszych zachowań zwierząt. Zaobserwowano, że źrebięta uczą się agresywnych zachowań od swoich matek [Petrynka i in. 2014].

Bardzo ważnym czynnikiem w rozwoju agresji jest uczenie się. Dowiedziono, że człowiek może wykształcić u konia zachowania agresywne. Koń przyzwyczaja się do karmienia z ręki i czasem domaga się tego, zaczynając od grzebania przednią kończyną. Człowiek nieświadomie wzmacnia reakcję, dając mu smakołyk w momencie, gdy ten żąda nagrody. Następnym razem, gdy grzebanie nie pomaga, koń posuwa się w reakcji dalej, zazwyczaj szturchając człowieka lub skubiąc go za ubranie. Jeżeli taka reakcja również będzie wzmacniana pozytywnie, może doprowadzić do powstania odruchu warunkowego – koń na wejście człowieka będzie reagował agresją objawiającą się gryzieniem [Petrynka i in. 2014]. Wiele osób, bojąc się ogierów ze względu na ich pobudliwość, zamyka je i pozostawia w odizolowaniu. Takie postępowanie potęguje tylko problemy w obcowaniu ze zwierzęciem oraz sprzyja powstawaniu mitów o „strasznych ogierach”. Brak swobody i możliwości ruchu oraz kontaktu z innymi osobnikami wpływa niekorzystnie na psychikę zwierzęcia [Petrynka i in. 2014].

Agresja może być również wywołana lękiem, a często zostaje mylnie zinterpretowana jako chęć dominacji. Agresja wywołana strachem przejawiana jest najczęściej w sytuacji, gdy zwierzę nie ma możliwości ucieczki. Wchodząc do ciasnego boksu konia, można przekroczyć „dystans krytyczny” i koń, który nie ma dokąd uciec, w „akcie desperacji” może zaatakować [Petrynka i in. 2014].

Pracując z końmi, powinniśmy pamiętać, że pracujemy ze zwierzętami tchórzliwymi, nad wyraz ostrożnymi, o bardzo wyczulonych zmysłach, reagujących bardzo impulsywnie [Łozowska 2009]. Znajomość naturalnych, typowych zachowań agresywnych oraz przyczyn ich występowania umożliwi dobór odpowiednich metod postępowania, pracy i obsługi zwierząt oraz zapewnienia im odpowiednich warunków bytowania. Przewodzone liczne badania nad zachowaniem zwierząt przyczyniają się do coraz lepszego ich zrozumienia, czego efektem jest lepsze wykorzystanie ich potencjału produkcyjnego przy jednoczesnym zapewnieniu właściwego dobrostanu [Petrynka i in. 2014].

Zaburzenia zachowania występujące u koni

Użytkownicy koni zwykle nie zdają sobie sprawy z tego, że dobrostan powierzonych im zwierząt jest niski, dopóki nie zaobserwują jego negatywnych efektów w postaci zaburzeń behawioralnych lub złego stanu zdrowia swojego zwierzęcia. Zaburzenia behawioralne będące oznakami obniżonego dobrostanu koni to zachowania stereotypowe nazywane popularnie nałogami. Nałogi powszechnie występujące u koni to: tkanie, nawykowe krążenie po boksie, łykawość, żucie drewna, grzebanie nogą, kopanie w drzwi boksu, samookaleczanie i wiele innych [Smolira 2005b]. Konie utrzymywane przez większość czasu w boksach lub na zbyt małych wybiegach są szczególnie narażone na stres przewlekły, ponieważ nie mają możliwości zdystansowania się od bodźców stresogennych oraz przejawiania naturalnych zachowań zgodnie z etogramem gatunku. Stres przewlekły działa destrukcyjnie, prowadząc do problemów zdrowotnych i zaburzeń behawioralnych [Budzyńska i in. 2023].

Niepożądane zachowania koni, których podłożem są odruchy warunkowe na bodźce pochodzące bezpośrednio od człowieka (tzn. jego fizycznej obecności w pobliżu konia), nazywamy narowami. Do najczęściej występujących narowów należą: stawanie dęba, wierzganie, kopanie, niechęć do podawania kończyn przy podkuwaniu, obrona przed kąsaniem i siodłaniem, niewłaściwe zachowanie podczas badania weterynaryjnego i wiele innych. Każda osoba pracująca z końmi powinna mieć świadomość, że żaden koń nie rodzi się narowisty oraz każdego konia można znarowić przy brutalnym traktowaniu lub nadmiernym obciążeniu pracą. Narowy są efektem nieuzasadnionego strachu lub cierpienia zadawanego koniowi w przeszłości. Praca z końmi narowistymi jest trudna i bywa niebezpieczna. Należy mieć świadomość, że narowy to reakcje wyuczone, a przy odrobinie dobrej woli i konsekwentnym postępowaniu konie można oduczać narowów. Warunkiem koniecznym do ich wygaszenia jest zmiana sposobu postępowania człowieka, ponieważ to człowiek stanowi źródło bodźców wyzwalających narowy [Smolira 2005b].

W niesprzyjających warunkach każdy koń może stać się zwierzęciem nerwowym, zestresowanym i łatwo wpadającym w panikę [Iwaszko-Simonik 2010]. Konie żyjące w naturze są całkowicie wolne od nałogów, narowów i chorób [Smolira 2005a]. W kontaktach z końmi zawsze powinniśmy pamiętać, że mają one odmienną psychikę, wrażliwość i inne od naszego postrzeganie świata. Ze względu na niezwykłą wrażliwość psychiczną powinniśmy mieć na uwadze, iż niezaspokojone instynkty naturalne, tj. ruch, tarzanie się, zabawa i wzajemna pielęgnacja z rówieśnikami, mogą prowadzić do zaburzeń zachowania, tj. narowów i nałogów [Iwaszko-Simonik 2010].

Stres w życiu koni

Wiele współczesnych koni utrzymywanych jest w warunkach, w których zwierzęta nie mają możliwości przejawiania naturalnych zachowań i zaspokajania potrzeb właściwych swojemu gatunkowi. Wymagania związane z użytkowaniem koni też nierzadko zbliżają się do adaptacyjnych granic zachowań tego gatunku lub nawet je przekraczają. Jedna i druga grupa czynników prowadzić może do rozwoju konfliktu, deprywacji i frustracji. Wywołuje to u koni silne podniecenie i przewlekły stres, a możliwą konsekwencją takiego stanu są zaburzenia zachowania [Zeitler-Feicht 2014]. Stres powodować może u koni nie tylko zaburzenia zachowania, ale również zaburzenia w funkcjonowaniu układu

pokarmowego, sercowo-naczyniowego, nerwowego, oddechowego, rozrodczego czy osłabienie odporności na czynniki chorobotwórcze [Tischner i in. 2005]. Życie w warunkach permanentnego stresu powoduje u ludzi wiele schorzeń somatycznych. Można więc przypuszczać, że dystres towarzyszący wielu współcześnie żyjącym koniom również stanowi istotny czynnik sprawczy wielu zaburzeń zdrowia, potwierdzonym przykładem jest choćby choroba wrzodowa żołądka u koni, której jedną z przyczyn jest właśnie stres [Niemczycka i Walczak 2019].

Dobrostan

Tryb życia koni domowych zależy jest od rodzaju użytkowania, do jakiego dane zwierzę jest przeznaczone [Smolira 2005b]. Konie powinny mieć dostęp do przestrzeni umożliwiającej im przejawianie naturalnych zachowań [Budzyńska i in. 2023]. Zapewnienie podstawowych potrzeb bytowych przez człowieka, takich jak: pożywienie, woda, ruch na świeżym powietrzu i utrzymanie optymalnej temperatury w stajni, wpływa na dobre samopoczucie konia [Drewka i in. 2015].

Dobrostan zwierząt definiujemy jako stan, w którym zwierzę znajduje się w harmonii ze środowiskiem, jest w stanie zaspokajać wszystkie swoje potrzeby fizjologiczne i behawioralne oraz nie doznaje nieuzasadnionego strachu i cierpienia. Istnieje pięć elementów oceny dobrostanu zwanych wolnościami: 1) wolność od pragnienia, głodu i niedożywienia, 2) wolność od dyskomfortu psychicznego i fizycznego, 3) wolność od bólu, urazów i chorób, 4) swoboda przejawiania zachowań typowych dla gatunku, 5) wolność od strachu i cierpienia [Smolira 2005a, 2005b].

Niezapewnienie koniowi którejkolwiek z pięciu wolności nazywane jest obniżeniem dobrostanu. W warunkach obniżonego dobrostanu konie nie mogą pracować wydajnie, stają się podatne na choroby, rozwijają się też u nich narowy, nałogi i inne zachowania niepożądane [Smolira 2005a]. Im większa jest ingerencja człowieka w naturalny sposób życia koni, tym bardziej obciążona jest ich psychika [Albinson 2006]. Wiele koni pozbawionych jest niestety jakiegokolwiek namiastki ich naturalnego środowiska [Fibakiewicz 2006]. Nie wszystkie pracujące konie mają możliwość regularnego korzystania z pastwisk. Ponadto wiele naturalnych zachowań pokarmowych koni (takie jak żucie drewna czy grzebanie nogą) postrzeganych jest przez ludzi jako zachowania niepożądane. Widzimy zatem, że tryb życia, jaki w imię własnych potrzeb człowiek narzuca koniom domowym, może być bardzo odległy od sytuacji naturalnej, czyli sytuacji, którą moglibyśmy nazwać komfortową z punktu widzenia konia [Smolira 2005b].

Dzikie konie żyjące na wolności mają zapewniony dobrostan zgodnie z przyjętą przez nas definicją, ponieważ: 1) znajdują się w harmonii ze środowiskiem, gdyż są doskonale przystosowane do warunków, w jakich bytują, 2) mogą zaspokajać swoje potrzeby fizyczne, społeczne i fizjologiczne oraz swobodnie przejawiać dowolne rodzaje zachowań, 3) odczuwany przez nie strach i cierpienie zawsze ma swoje uzasadnienie w walce o przetrwanie gatunku, np. cierpiąc głód, konie podejmują migrację w poszukiwaniu zasobniejszych siedlisk [Smolira 2005a]. Dzikie konie same decydowały o pożywieniu noclegu oraz ilości pokonanych kilometrów dziennie [Drewka i in. 2015].

Podsumowanie

Mimo długich lat związku człowieka z koniem, wciąż trzeba doskonalić znajomość konia, jego natury i potrzeb, właściwości psychicznych i naturalnych form zachowań, mających źródło w historii ewolucyjnej tego gatunku, zasad pielęgnacji i obchodzenia się z nim. Wzbogacając naszą wiedzę na temat związku człowieka z koniem oraz tego, jak zwierzęta wzbogacają nasze życie, możemy doskonalić jakość życia zarówno ludzi, jak i zwierząt [Łojek i Łojek 2015]. Badania prowadzone w grupie koni gorącokrwistych potwierdziły, że metody treningu oparte na znajomości i wykorzystywaniu naturalnych zachowań oraz języka ciała koni redukują stres zwierząt zarówno podczas początkowego, jak i dalszego szkolenia [Janczarek i in. 2013]. Tradycyjne metody trenowania koni są obecnie uzupełniane przez szkolenie koni metodami naturalnymi [Miller 2007]. Jeździectwo naturalne odwołuje się do etologii koni i potrzeby zrozumienia ich naturalnych zachowań, języka ciała oraz specyfiki tego, w jaki sposób się uczą [Birke i Brandt 2009]. Stworzenie odpowiedniej relacji pomiędzy człowiekiem a szkolonym zwierzęciem jest podstawą treningu naturalnego [Górecka i in. 2007].

Wśród głównych przyczyn braku możliwości przejawiania naturalnych zachowań i zaspokajania potrzeb gatunkowych wymenić należy utrzymywanie koni w stajniach bez możliwości codziennego, swobodnego ruchu na świeżym powietrzu, brak możliwości kontaktu z innymi końmi czy niewłaściwe żywienie zbyt małą ilością pasz objętościowych i zbyt dużą pasz treściwych [Tischner i in. 2005]. Wzbogacenia środowiska życia zwierząt pomagają w realizacji ich potrzeb gatunkowych, przeciwdziałają monotonii i nudzie, jak również mogą redukować stres i ryzyko rozwoju zaburzeń behawioralnych. Poszczególne typy urozmaiceń środowiskowych (pokarmowe, sensoryczne, społeczne, zajęciowe i fizyczne) mogą mieć istotne znaczenie w poprawie dobrostanu koni, umożliwiając realizację poszczególnych tzw. pięciu wolności, np. zwiększenie udziału pasz objętościowych oraz różne sposoby ich zadawania wiążą się nie tylko z zaspokojeniem głodu, ale też możliwością wyrażania naturalnego behawioru pokarmowego [Budzyńska i in. 2023].

W świetle dotychczasowych badań i obserwacji okazuje się, że zwierzęta te posiadają dosyć złożoną osobowość, co z jednej strony pozwala na stawianie przed nimi wysokich wymagań, z drugiej jednak wiąże się z występowaniem wielu zaburzeń zachowania. Stają się one polem do działania dla behawiorystów, a także przyczyną rozwoju dziedziny nauki, jaką jest psychologia koni [Niemycka i Walczak 2019].

Piśmiennictwo

- Albinson C., 2006. Koń. Poradnik miłośnika. Wydawnictwo Bellona, Warszawa.
- Birke L., Brandt K., 2009. Mutual corporeality: Gender and human/horse relationships. *Women's Studies International Forum* 32, 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.wsif.2009.05.015>.
- Budzyńska M., Jarosz M., Kapustka J., 2023. Możliwości ograniczania strachliwości i stresu u koni poprzez działania profilaktyczne i stosowanie terapii behawioralnych. *Medycyna Weterynaryjna* 79(2), 65–71. <https://doi.org/dx.doi.org/10.21521/mw.6690>.
- van Dierendonck M., de Vries H., Schilder M.B., 1995. An analysis of dominance, its behavioural parameters and possible determinants in a herd of Icelandic horses in captivity. *Netherlands Journal of Zoology* 45(3–4), 362–385.
- Drewka M., Mlynek J., Halo M., Kapelański W., Monkiewicz M., Mlynekova E., 2015. Wybrane aspekty chowu i użytkowania koni, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Bydgoszcz.

- Fibakiewicz A., 2006. Pastwisko – namiastka wolności. *Świat Koni* 8(28), 24–27.
- Górecka A., Bakuniak M., Chruszczewski M.H., Jezierski T.A., 2007. A note on the habituation to novelty in horses: handler effect. *Animal Science* 25, 143–152.
- Haupt K., 1986. *Equine Practice* 4, 113–124.
- Iwaszko-Simonik A., 2010. Zaburzenia psychiczne u koni. *Konie i Rumaki* 12(368), 36–39.
- Janczarek I., Stachurska A., Kędziński W., Wilk I., 2013. Responses of horses of various breeds to a sympathetic training method. *Journal Equine Veterinary Science* 33(10), 794–801. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2012.12.014>.
- Kos P., 2022. Czego jeździec może nauczyć się od koni? *Koń Polski* 2, 24–26.
- Łojek J., Łojek A., 2015. Człowiek i koń – próba równoważenia interesów. *Przegląd Filozoficzny – Nowa Seria*, 24, 2 (94).
- Łozowska S., 2009. Socjalizacja. *Koński Targ* 1, 36–37.
- Miller R.M., 2007. *Jeździectwo naturalne bez tajemnic. Z serca prosto do rąk*. PDM, Warszawa.
- Niemczycka E.A., Walczak M., 2019. Rozwój psychiatrii koni wyzwaniem dla współczesnej medycyny weterynaryjnej. *Życie Weterynaryjne* 94(11), 749–752.
- Petrynka M., Olczak K., Klocek C., 2014. Zachowania agresywne zwierząt. *Przegląd Hodowlany* 4, 30–32.
- Platos D., Szpakowska M., 2010. Trening z klikerem, cz. IV. *Koński Targ* 10, 22–26.
- Smolira M., 2005a. Czy mój koń jest szczęśliwy? *Świat Koni* 5(13), 58–59.
- Smolira M., 2005b. Czy mój koń jest szczęśliwy? *Świat Koni* 6(14), 60–62.
- Smolira M., 2005c. Tkanie. *Świat Koni* 7(15), 28–29.
- Stefaniuk M., 2013. *Wszechświat* 114(4–6), 142.
- Tischner M., Niezgoda J., Wrońska-Fortuna D., 2005. Wpływ krótkotrwałego transportu na natężenie reakcji stresowych u klaczy i źrebiąt. *Medycyna Weterynaryjna* 61, 451–554.
- Zeitler-Feicht M.H., 2014. *Zachowania koni. Przyczyny, terapia i profilaktyka*. Świadome Jeździectwo, Warszawa.

Suplementy witaminowo-mineralne dla starszych psów dostępne na polskim rynku

Maciej Bąkowski¹, Bożena Kiczorowska¹, Agata Bielak¹, Julia Krupa¹

Wstęp

W XIX w. uważano, że fizjologicznie kompletna dieta wymaga jedynie wystarczającej ilości białek, węglowodanów, tłuszczów, elementów mineralnych i wody. Już w latach 1880–1912 Lunin i Hopkins stwierdzili, że zwierzęta karmione oczyszczonymi mieszaninami składników pokarmowych pochodzących z żywności nie rosły lub traciły na masie. W tej grupie notowano również wysoką śmiertelność. Wprowadzenie do dziennej diety niewielkich ilości mleka, zdecydowanie poprawiło stan zdrowotny zwierząt, co skłoniło badaczy do zwrócenia uwagi na „dodatkowe czynniki pokarmowe”, które występując nawet w śladowych ilościach pozwalają zwierzętom na optymalny rozwój i wzrost [Lanska 2010]. Już w 1916 r. badacze sugerowali, że niedobory śladowych związków, które nazwali „witaminami”, błędnie uznając je za „niezbędne aminy”, były odpowiedzialne za takie choroby, jak: beri-beri, szkorbut, krzywica i pelagra [Vedder 1916]. Od tej pory obserwuje się wzrost zainteresowania rolą elementów mineralnych i witamin w żywieniu zwierząt. Za tym idzie aktywna odpowiedź przemysłu paszowego w postaci szerokiej oferty handlowej tego typu produktów paszowych adekwatnej do potrzeb hodowców i właścicieli zwierząt [Pilarska i in. 2013].

W oferowanych na rynku premiksach czy preparatach mineralno-witaminowych obserwuje się szeroką gamę związków bioaktywnych. W zakresie występujących w nich składników mineralnych notuje się na mikro- i makroelementy. Do mikroelementów zalicza się pierwiastki, których zawartość w organizmie jest mniejsza niż 0,01% suchej masy, a dzienne zapotrzebowanie mniejsze niż 100 mg. Natomiast makroelementy to pierwiastki, których zawartość w organizmie jest większa niż 0,01% suchej masy, a dzienne zapotrzebowanie większe niż 100 mg. Zarówno mikro-, jak i makroelementy pełnią wiele funkcji w organizmie: są materiałem budulcowym, utrzymują równowagę kwasowo-zasadową, pełnią funkcję regulatorową i transportową [Sekuła 2017]. Podczas ciąży, laktacji, w przypadku psów pracujących lub charakteryzujących się dużą aktywnością ruchową, chorych i starych zapotrzebowanie na składniki mineralne jest większe w porównaniu ze zdrowymi osobnikami o umiarkowanej aktywności fizycznej. Wchłanianie elementów mineralnych zależy od formy związków, ilości oraz wzajemnych interakcji [Ceregrzyn i in. 2013].

Witaminy są to niskocząsteczkowe związki organiczne, których obecność w organizmie w niewielkich ilościach jest niezbędna do prawidłowego przebiegu wielu procesów metabolicznych. Witaminy ze względu na kryterium rozpuszczalności dzieli się na roz-

¹ Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

puszczalne w wodzie (m.in. B, C, PP i kwas foliowy) oraz tłuszczach (A, D, E i K). Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach wchłaniają się wraz ze związkami lipidowymi diety i wszelkie zaburzenia w trawieniu mają wpływ na ich przyswajanie. Witaminy rozpuszczalne w wodzie mogą ulec biernej dyfuzji lub być absorbowane przez aktywne systemy transportowe. Zapotrzebowanie na większość witamin rozpuszczalnych w tłuszczach skorelowane jest z zapotrzebowaniem zwierzęcia na energię [Ceregrzyn i in. 2013].

Witamina A to rozpuszczalna w tłuszczach pochodna karotenu (prowitamina A) – związku wyjściowego, przekształcającego się w ścianie jelit i wątrobie w witaminę [Ceregrzyn i in. 2013]. Aktywną biologicznie czynną formą witaminy A jest retinol, występujący wyłącznie w produktach zwierzęcych [Sekuła 2017]. Prekursorem retinolu jest beta karoten. Duże ilości tego związku zawiera marchew oraz warzywa i owoce mające barwę żółtą, pomarańczową lub czerwoną. W badaniach przeprowadzonych w 1934 r. przez Turnera wykazano, że psy spożywające marchew mają wyższe stężenie witaminy A w wątrobie i nerkach w porównaniu z psami niespożywającymi w diecie tego warzywa. Retinol bierze udział w procesie widzenia, jest niezbędny do prawidłowego rozwoju organizmu oraz uczestniczy w procesach rozrodczych. Niedobór tej witaminy objawia się najczęściej zaburzeniami wzroku, utratą masy ciała czy zaburzeniami rozrodu. U młodych psów żywionych karmą o zbyt małej zawartości witaminy A znacznie częściej występowały problemy układu kostnego [Mirowski 2014]. Suplementacja jest skuteczna w leczeniu niektórych chorób, czego przykładem jest dermatoza pozytywnie reagująca na leczenie witaminą A, występującą głównie u psów rasy cocker spaniel [Ihrke i Goldschmidt 1983].

Pod nazwą witamina D oznacza się grupę związków rozpuszczalnych w tłuszczach o podobnej budowie. Witamina D występuje w przyrodzie w postaci cholekalcyferolu (witamina D₃), występującego w produktach i tkankach zwierzęcych oraz ergokalcyferolu (witamina D₂), występującego w produktach pochodzenia roślinnego. Psy i koty nie są w stanie syntetyzować go w skórze poprzez ekspozycję na słońce [Morris 1999]. Poziom witaminy D jest zależny od jej ilości w diecie i jest ona niezbędna do prawidłowego wchłaniania, metabolizmu wapnia oraz resorpcji wapnia z kości [Case 2010]. Witamina D w dużych ilościach występuje w produktach pochodzenia zwierzęcego, takich jak: jaja, drożdże, tłuste ryby, mleko i przetwory mleczne. Niedobór może wynikać z współistniejących zaburzeń wchłaniania wapnia i fosforu. U młodych psów efektem tego zjawiska może być krzywica i rozmiękanie kości, a u dorosłych osobników – osteomalacja. Badania wykazały związek między niskim poziomem witaminy D a niektórymi rodzajami raka [Weidner i in. 2017], zastoinową niewydolnością serca [Kraus i in. 2014], chorobami przewodu pokarmowego [Allenspach i in. 2017] i ostrym zapaleniem trzustki [Kim i in. 2017]. Jednak zbyt wysoki poziom witaminy w organizmie psa może prowadzić do zatrucia, czego objawami są między innymi: wymioty, biegunka, brak apetytu, trudności w oddychaniu oraz drgawki [Case 2010].

Tiamina (witamina B₁) jest witaminą rozpuszczalną w wodzie i niezbędnym składnikiem odżywczym w żywieniu zwierząt. W postaci difosforanu tiaminy (TDP) odgrywa kluczową rolę jako kofaktor w metabolizmie węglowodanów, w produkcji nukleotydów i dinukleotydu nikotynamidoadeninowego (NADH) oraz w funkcjonowaniu układu nerwowego. Psy nie potrafią zsyntetyzować tiaminy, dlatego konieczna jest jej suplementacja w formie syntetycznego monoazotanu tiaminy lub chlorowodoru tiaminy [Song i Jung 2020]. Przyczyny niedoboru witaminy B₁ u psów i kotów obejmują spożycie ryb zawierających tiaminazę lub zniszczenie tiaminy w diecie poprzez gotowanie lub przetwarzanie [Ceregrzyn i in. 2013].

Niedobór tiaminy powoduje niewystarczającą produkcję adenozyntrifosforanu (ATP) w organizmie, a następnie dysfunkcję ogólnoustrojową. Tkanki neurologiczne mają szczególnie wysokie wymagania energetyczne, a energia potrzebna do utrzymania prawidłowego funkcjonowania mózgu pokrywana jest głównie z degradacji glukozy. Dlatego niedobór tiaminy prowadzi do uszkodzenia mózgu i powoduje charakterystyczne objawy neurologiczne oraz patologiczne u psów i kotów [Palus i in. 2010]. Dysfunkcje neurologiczne u zwierząt towarzyszących zazwyczaj obejmują ataksję, deficyty proprioceptywne, objawy przedsionkowe, zmiany umysłowe, spastyczne zgięcie brzucha, ślepotę, rozszerzenie źrenic i napady padaczkowe. Najlepszymi źródłami witaminy B1 są całe ziarna, drożdże, wątroba i produkty mięsne [Ceregrzyn i in. 2013].

Nazwą „witamina B₆” określa się grupę związków, które są naturalnie występującymi pochodnymi pirydyny: pirydoksyna, pirydoksal i pirydoksamina [Ceregrzyn i in. 2013]. Są to substancje dostarczane z naturalnym, nieprzetworzonym pokarmem, w niewielkiej ilości wytwarzane przez bakterie symbiotyczne występujące w jelitach. Niedobory występują bardzo często, gdy zwierzęta żywione są dietą wysoko przetworzoną lub występuje u nich upośledzone wchłanianie składników odżywczych, a także podczas infekcji [Sekula 2019].

Witamina B₆ pełni wiele funkcji w organizmie: bierze udział w regulacji funkcji umysłowych i nastroju, jest niezbędnym kofaktorem ponownej metylacji homocysteiny, a jej niedobór wiąże się ze wzrostem poziomu homocysteiny we krwi. Homocysteina jest czynnikiem ryzyka chorób naczyniowo-mózgowych i może mieć również bezpośredni toksyczny wpływ na neurony ośrodkowego układu nerwowego [Malouf i Grimley Evans 2003]. Niedobór witaminy B₆ powoduje zaburzenia wzrostu, brak łaknienia, słabość mięśni, nieźborność lub drgawki, co w konsekwencji może prowadzić do niedokrwistości, zahamowania syntezy białka w szpiku kostnym, czy zmian anatomicznych w korze nadnerczy i układzie nerwowym. Jej głównym źródłem są: drożdże, ryż biały i brązowy, mięso wołowe i wieprzowe [Ceregrzyn i in. 2013].

Kobalamina to witamina rozpuszczalna w wodzie, nazywana również witaminą B₁₂. Biologicznie czynnymi formami tej witaminy są metylokobalamina (wymagana do transferów grup metylowych) i adenozylokobalamina (wymagana do transferów grup adenozylowych), ale są też inne cząsteczki należące do tej grupy witamin, jak hydroksykobalamina, czy cyjanokobalamina. Kobalamina pełni ważne funkcje w metabolizmie aminokwasów i syntezie DNA. Jej źródłem są najczęściej produkty pochodzenia zwierzęcego: wątroba, nerki, mięso, jaja, mniejsze ilości mogą być również wytwarzane przez mikroflorę jelitową. Mięsożercy, w odróżnieniu od roślinożerców nie posiadają zdolności wytwarzania kobalaminy. Zaburzenia metabolizmu witaminy B₁₂ są coraz częściej rozpoznawane w medycynie małych zwierząt i mają różne przyczyny, od przewlekłej choroby przewodu pokarmowego po dziedziczne wady metabolizmu kobalaminy. Mikroflora jelitowa psów i kotów może wytwarzać kobalaminę w obecności kobaltu, ale ponieważ miejsce jej produkcji znajduje się dalej od miejsca jej wchłaniania, wydaje się, że ta zdolność jest mało korzystna dla zwierzęcia [Kather i in. 2020]. Ponadto niektóre rasy psów (sznaucer olbrzym, border collie, australijski pies pasterski i beagle) mogą mieć pierwotny, dziedziczny niedobór witaminy B₁₂ (zespół Imerslunda-Gräsbecka) [Grützner i in. 2012]. Kliniczne objawy niedoboru kobalaminy obejmują: anoreksję, wymioty, biegunkę, brak prawidłowego rozwoju i neuropatie. Przy podejrzeniu hipokobalaminemii, u psów i kotów, stężenie kobalaminy mierzy się za pomocą testu immunologicznego. Ponieważ stężenia witaminy we krwi i komórkach mogą się różnić, sam pomiar stężenia ma ograniczoną

wartość informacyjną. Leczenie zależy od choroby podstawowej i ma na celu wyeliminowanie przyczyny hipokobalaminemii. Jednak skuteczna terapia chorób przewodu pokarmowego często wymaga dodatkowej doustnej lub pozajelitowej suplementacji kobalaminy. U pacjentów z zespołem Imerslunda-Gräsbecka niezbędna jest suplementacja witaminy B₁₂ przez całe życie [Hanisch i in. 2018].

Witaminy i składniki mineralne odgrywają również istotną rolę w regulacji niepożądanych zachowań behawioralnych. Zachowanie jest determinowane przez neuroprzekazniki i hormony. Zmiany w dostępności prekursorów neuroprzekazników i hormonów mogą mieć istotny wpływ na zachowania zwierząt [Bosch i in. 2007].

Biodostępność to stopień wchłaniania składnika odżywczego do komórek organizmu, zależna jest od formy chemicznej związku lub pierwiastka oraz od obecności antagonistów i synergistów. Synergizm to współdziałanie ze sobą związków chemicznych, co skutkuje wysoką biodostępnością obu składników. Antagonistyczne składniki odżywcze wzajemnie blokują swoje wchłanianie, co w konsekwencji powoduje niedobory substancji (tab. 1). Niektóre związki są dla siebie jednocześnie synergistami i antagonistami, co związane jest z różnym poziomem ich wchłaniania. Związki będące dla siebie synergistami wzajemnie się uzupełniają, aby przeniknąć z jelita do krwioobiegu, antagonistami są dla siebie na poziomie komórkowym [Sekuła 2017]. Wiedza ta jest niezbędna przy komponowaniu składów premiksów mineralno-witaminowych dla psów.

Tabela 1. Synergizm/antagonizm witamin i pierwiastków
[opracowanie własne na podstawie: Sekuła 2017]

Witamina/pierwiastek	Synergista	Antagonista
1	2	3
B ₁ – tiamina	selen, wapń, sód, kobalt, mangan, witamina A, E, B ₅ , B ₆ , B ₁₀	potas, cynk, witamina B ₂ , B ₆ , B ₁₂
B ₂ – ryboflawina	potas, fosfor, kobalt, miedź, żelazo, magnez, mangan, selen, wapń i cynk, witamina C, E, B ₂ , B ₃ , B ₅ , B ₆ , B ₁₀ , B ₁₂	wapń, sód, selen, witamina B ₁
B ₃ – niacyna	potas, żelazo, chrom, fosfor, cynk, selen, sód, witamina E A, B ₁ , B ₂ , B ₅ , B ₁₀	wapń, miedź, sód
B ₅ – kwas pantotenowy	fosfor, potas, chrom, sód, cynk	miedź
B ₆ – pirydoksyna	fosfor, potas, chrom, żelazo, magnez, mangan, selen, sód, cynk, witamina A, E, B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₁₀	miedź, wapń, żelazo, witamina B ₁
B ₁₂ – metylokobalanina	wapń, sód, kobalt, miedź, żelazo, witamina D, E, C, B ₁ , B ₃ , B ₆ , B ₅ , B ₁₀ ,	cynk, potas, magnez, witamina C, B ₁
A – retinol	potas, fosfor, mangan, selen, cynk, witamina K, C, E, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₆	kobalt, mangan, miedź, witamina D, E, K, B ₁ , B ₁₂

cd. tabeli 1

1	2	3
D – cholekalcyferol	selen, sól, wapń, kobalt, magnez, witamina E, B ₁₂	fosfor, cynk, potas, magnez
E-α – tokoferol	fosfor, potas, wapń, żelazo, magnez, selen, sól, cynk, witamina A, D, C, B ₃ , B ₅ , B ₆ , B ₁₀ , B ₁₂ ,	żelazo, mangan, wapń, cynk, magnez, witamina D, B ₁ , B ₁₀ , B ₁₂
Wapń	potas, sól, fosfor, miedź, selen, magnez, witamina K, D	magnez, fosfor, sól, ołów, potas, cynk, żelazo, mangan, kadm, witamina A, C, B ₁ , B ₃ , B ₆ , E
Magnez	potas, mangan, wapń, cynk, fosfor, chrom	mangan, wapń, fosfor, sól, ołów, witamina D, E, B ₁ , B ₁₀ , B ₁₂
Miedź	sól, żelazo, kobalt, wapń, selen	molibden, żelazo, rtęć, ołów, cynk, mangan, A, C, B ₅ , B ₆
Żelazo	chrom, mangan, potas, sól, miedź, fosfor, selen	chrom, kobalt, kadm, rtęć, wapń, fosfor, ołów, cynk, mangan, miedź witamina D, E, B ₁₂
Chrom	potas, magnez, cynk, wanad	mangan, żelazo, ołów, wapń, wanad, kobalt, cynk, witamina D, B ₁₀ , B ₁₂
Mangan	potas, fosfor, cynk, magnez, żelazo	żelazo, chrom, wapń, fosfor, ołów, kadm, witamina E, B ₁₂
Selen	sól, potas, wapń, mangan, żelazo, miedź, witamina E	cynk, rtęć, witamina A, B ₂

Cel pracy

Celem pracy jest analiza wybranych, dostępnych na rynku suplementów mineralno-witaminowych dla psów pod kątem zawartości elementów mineralnych i witamin w aspekcie pokrycia potrzeb żywieniowych zwierząt w tym zakresie.

Materiały i metody

W pracy dokonano oceny zawartości składników mineralno-witaminowych w 10 wybranych suplementach dla starszych psów dostępnych na polskim rynku: Dolfos Dolvit Canis Senior, Eurowet Wita-Vet Senior, Mikita Geriagog, Dolfos Dolvit Canis Senior, DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów, Orling Gelacan Senior, Canvit Senior, 8in1 Multi Vitamin Senior, Wita-Vet Senior, Vetfood Brainactive Balance Senior. Zestawienie ilości elementów mineralnych i witamin przeprowadzono na podstawie analizy informacji od producenta lub sprzedawcy. Te dane pozyskano z etykiet produktów

paszowych, stron internetowych, a także informacji ze sklepów stacjonarnych zajmujących się sprzedażą produktów przeznaczonych dla zwierząt towarzyszących.

Składy produktów przedstawiono w formie tabelarycznej. Zawartość składników mineralno-witaminowych przeliczono i usystematyzowano, wykorzystując ogólnodostępne informacje podane przez producentów danych suplementów. Informacje na temat zapotrzebowania psów opracowano na podstawie wytycznych żywieniowych dotyczących pełnoporcjowych i uzupełniających karm dla kotów i psów – The European Pet Food Industry z 2019 r. [FEDIAF 2019].

Wyniki i omówienie

Wszystkie suplementy mineralno-witaminowe dla psów na europejskim, w tym polskim, rynku powinny być opracowane z uwzględnieniem aktualnej wiedzy żywieniowej (tab. 2) [FEDIAF 2019]. Wytyczne żywieniowe zalecają odnośnienie się przeciętnego dziennego pobrania energii odpowiadającemu 95 kcal/kg^{0,75}.

Tabela 2. Zalecane zawartości składników odżywczych dla psów – jednostka na 100 g pobranej suchej masy (opracowanie własne na podstawie danych FEDIAF 2019 r.)

Składnik odżywczy	Jednostka	Zalecane minimum dla dorosłego osobnika od 52. tygodnia życia
Wapń	g	0,58
Fosfor	g	0,46
Potas	g	0,58
Sód	g	0,12
Chlor	g	0,17
Magnez	g	0,08
Miedź	mg	0,83
Jod	mg	0,12
Żelazo	mg	4,17
Mangan	mg	0,67
Selen	µg	35,00
Cynk	mg	8,34
Witamina A	IU	702,00
Witamina D	IU	63,90
Witamina E	IU	4,17
Witamina B ₁	mg	0,25
Witamina B ₂	mg	0,69
Witamina B ₃	mg	1,89
Witamina B ₅	mg	1,64
Witamina B ₆	mg	0,17
Witamina B ₇	µg	–
Witamina B ₁₂	µg	3,87
Witamina K	µg	–

Suplementy diety, premiksy oraz specjalistyczne zestawy witamin dla psów seniorów dostępne są w sklepach zoologicznych pod wieloma postaciami. Spośród wymienionych suplementów najpopularniejszymi są preparaty w formie tabletek i sypkiej. Szczególnie ważne jest to w żywieniu psów starszych, ponieważ taka forma ułatwia podanie go zwierzęciu np. z pokarmem, m.in. suplement Vetfood Brainactive Balance Senior, który występuje w formie kapsułek (tab. 3).

W analizowanej grupie suplementów określono pulę preparatów zawierających w swoim składzie najniższe/najwyższe zawartości poszczególnych składników w 100 g suchej masie, jak:

- witamina A – Happy Dog Multivitamin Mineral Forte/Euphoria Multi-Vitum Dog; 40% suplementów poddanych analizie nie zawiera w swoim składzie witaminy A,
- witamina D – Canvit Senior/ Euphoria Multi-Vitum Dog; 40% suplementów przedstawionych w badaniu nie zawiera w swoim składzie witaminy D,
- witamina E – Euphoria Multi-Vitum Dog/Eurowet Wita-Vet Senior; 10% suplementów poddanych analizie nie zawiera w swoim składzie witaminy E,
- witamina K – Euphoria Multi-Vitum Dog to jedyny suplement zawierający w swoim składzie witaminę K.

Natomiast około 40% ocenianych suplementów mineralno-witaminowych charakteryzowało się kompletem witamin nierozpuszczalnych w tłuszczach (tab. 5).

Tabela 3. Zestawienie formy suplementów mineralno-witaminowych dla starszych psów, o masie ciała 20 kg

Suplement	Typ suplementu	Ilość produktu w opakowaniu	Liczba dawek
Vetfood Brainactive Balance Senior	kapsułki	30 szt.	15
Euphoria Multi-Vitum Dog	płyn	100 g	13
Happy Dog Multivitamin Mineral Forte	proszek	1000 g	83
Eurowet Wita-Vet Senior	tabletki	80 szt.	40
Canvit Senior	proszek	100 g	25
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	tabletki	200 szt.	80
8in1 Multi Vitamin Senior	tabletki	70 szt.	35
Mikita Geriadog Seniorzy	tabletki	50 szt.	12
Dolfos Dolvit Canis Senior	tabletki	90 szt.	45
Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze	proszek	1000 g	500

Analizując wybrane dostępne na rynku produkty paszowe, stwierdzono, iż tylko jeden suplement posiada w swoim składzie chemicznym komplet witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (Euphoria Multi-Vitum Dog). Natomiast suplement Pokusa RawDietLine drożdże browarnicze nie posiada witamin A, D, E i K, co potwierdza zróżnicowanie produktów dla psów na polskim rynku (tab. 4).

Tabela 4. Zawartość witamin rozpuszczalnych w tłuszczach w suplementach diety dla starszych psów w 100 g suchej masy suplementu/w dziennej dawce suplementu wyrażona w [mg]

Suplement	Witamina A	Witamina D	Witamina E	Witamina K
Vetfood Bra-inactive Balance Senior	–	–	1006,00/20,13	–
Euphoria Multi-Vitum Dog	30,00/0,61	1,25/0,01	75,00/5,63	10,00/0,75
Happy Dog Multivitamin Mineral Forte	5,10/0,61	0,04/0,01	150,00/18,00	–
Eurowet Wita-Vet Senior	–	–	4000,00/80,00	–
Canvit Senior	6,00/0,24	0,03/0,001	500,00/20,00	–
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	6,75/0,27	0,06/0,002	143,75/5,75	–
8in1 Multi Vitamin Senior	21,00/0,48	0,20/0,004	170,00/3,91	–
Mikita Geriagog Seniorzy	–	–	710,00/12,78	–
Dolfos Dolvit Canis Senior	15,00/0,30	0,10/0,002	1200,00/24,00	–
Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze	–	–	–	–

Wśród analizowanych preparatów znalazły się suplementy o najniższej/najwyższej zawartości witamin z grupy B w 100 g suchej masie, jak:

– witamina B₁ – DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów/Euphoria Multi-Vitum Dog; 30% suplementów poddanych analizie nie zawiera w swoim składzie witaminy B₁,

– witamina B₂ – Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze/ Euphoria Multi-Vitum Dog; 30% suplementów przedstawionych w badaniu nie zawiera w swoim składzie witaminy B₂,

– witamina B₃ – Euphoria Multi-Vitum Dog/8in1 Multi Vitamin Senior; 40% ocenianych suplementów nie zawiera w swoim składzie witaminy B₃,

– witamina B₅ – Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze/Canvit Senior; wśród suplementów branych udział w zestawieniu 30% z nich nie zawiera w swoim składzie witaminy B₅,

Tabela 5. Zawartość witamin nierozpuszczalnych w tłuszczach w suplementach diety dla starszych psów w 100 g suchej masy suplementu/w dziennej dawce suplementu wyrażona w [mg]

Suplement	Witamina							
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₅	B ₆	B ₇	B ₁₂	C
Vetfood Brainactive Balance Senior	–	–	–	–	–	–	–	2000,00/ 40,00
Euphoria Multi-Vitum Dog	200,00/ 15,00	200,00/ 15,00	25,00/ 1,88	22,50/ 1,69	9,00/ 0,68	1,04/ 0,08	0,40/ 0,03	99,00/ 7,43
Happy Dog Multivitamin Mineral Forte	8,00/ 0,96	18,00/ 2,16	38,00/ 4,56	38,00/ 4,56	4,00/ 0,48	0,25/ 0,03	0,12/ 0,001	150,00/ 18,00
Eurowet Wita-Vet Senior	–	–	–	–	–	–	–	8000,00/ 80,00
Canvit Senior	20,00/ 0,80	20,00/ 0,80	225,00/ 9,00	100,00/ 4,00	15,00/ 0,60	25,00/ 1,00	0,20/ 0,01	800,00/ 32,00
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	6,31/ 0,25	14,38/ 0,58	–	57,38/ 2,30	7,19/ 0,28	0,58/ 0,02	0,14/ 0,06	–
8in1 Multi Vitamin Senior	64,00/ 1,47	77,00/ 1,77	383,00/ 8,81	42,00/ 0,97	7,70/ 0,18	0,90/ 0,02	0,02/ 0,0004	260,00/ 5,98
Mikita Geria-dog Seniorzy	–	–	–	–	–	–	–	280,00/ 5,04
Dolfos Dolvit Canis Senior	9,10/ 0,18	15,00/ 0,30	63,00/ 1,26	10,85/ 0,22	9,00/ 0,18	1,00/ 0,02	0,36/ 0,007	–
Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze	7,00/ 0,14	3,20/ 0,06	43,00/ 0,86	3,00/ 0,06	1,60/ 0,03	–	0,002/ 0,0004	–

– witamina B₆ – Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze/Canvit Senior; 30% suplementów, w których dokonano porównania zawartości składników mineralno- witaminowych nie zawiera w swoim składzie witaminy B₆,

– witamina B₇ – Happy Dog Multivitamin Mineral Forte/Canvit Senior; 40% suplementów porównanych w badaniu nie zawiera w swoim składzie witaminy B₇,

– witamina B₁₂ – Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze/Euphoria Multi-Vitum Dog; 30% ocenianych suplementów nie zawiera w swoim składzie witaminy B₁₂,

– witamina C – Euphoria Multi-Vitum Dog/Eurowet Wita-Vet Senior; wśród suplementów branych udział w zestawieniu 30% z nich nie zawiera w swoim składzie witaminy C.

Żaden z ocenianych suplementów nie posiadał kompletu makroelementów. Najczęściej występującymi pierwiastkami w składzie komponentowym preparatów okazały się wapń i fosfor, które były obecne w 30% suplementów (tab. 6).

Tabela 6. Zawartość związków mineralnych (makroelementów) w suplementach diety dla starszych psów w 100 g suchej masy suplementu/w dziennej dawce suplementu wyrażona w [mg]

Suplement	Ca	P	Na	Mg	K	Ca:P
Vetfood Brainactive Balance Senior	–	–	–	–	–	–
Euphoria Multi-Vitum Dog	–	–	–	–	–	–
Happy Dog Multivitamin Mineral Forte	–	–	–	–	–	–
Eurowet Wita-Vet Senior	–	–	–	–	–	–
Canvit Senior	–	–	–	–	–	–
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	10700,00/ 428,00	7400,00/ 296,00	–	–	–	1,44
8in1 Multi Vitamin Senior	–	–	–	–	–	–
Mikita Geriadog Seniorzy	–	–	–	–	–	–
Dolfos Dolvit Canis Senior	11400,00/ 228,00	5700,00/ 114,00	700,00/ 14,00	2500,00/ 50,00	–	2
Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze	280,00/ 5,60	1100,00/ 22,00	–	–	1800,00/ 36,00	0,25

Stwierdzono, że w produktach dla psów seniorów producenci częściej zwracają uwagę na obecność mikroelementów i witamin, dlatego obecność makroelementów odnotowano jedynie w 30% ocenianych suplementów (DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów, Dolfos Dolvit Canis Senior, Pokusa RawDietLine Drożdże browarnicze).

W ocenianych suplementach jedynie 20% z nich posiadało bogaty skład mikroelementów, jednak przy stosowaniu dawkowaniu zgodnie z zaleceniami producenta nie byłyby w stanie pokryć dobowego zapotrzebowania na te składniki bioaktywne u psów (tab. 7 i 8).

Spśród ocenianych suplementów dla psów żaden nie posiadał pełnego składu witamin i składników mineralnych potrzebnych tym zwierzętom. Jedynie suplement Dolfos

Dolvit Canis Senior, który oprócz zawartości witamin posiadał również dużą ilość związków mineralnych (tab. 9). Interesującym wydaje się również produkt firmy Pokusa Raw-DietLine Drożdże browarnicze dla psa i kota. Producent deklaruje, że jest to produkt w 100% naturalny, wolny od GMO. Mimo tej informacji produkt zawiera w swoim składzie toksyczny kadm na poziomie aż 0,05 mg/kg.

Tabela 7. Zawartość związków mineralnych (mikroelementów) w suplementach diety dla starszych psów w 100 g suchej masy suplementu/w dziennej dawce suplementu wyrażona w [mg]

Suplement	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Se
Vetfood Brainactive Balance Senior	–	–	–	–	–	–
Euphoria Multi-Vitum Dog	–	–	–	–	–	–
Happy Dog Multivitamin Mineral Forte	7,00/ 0,84	25,00/ 3,00	3,50/ 0,42	16,00/ 1,92	0,80/ 0,01	0,05/ 0,006
Eurowet Wita-Vet Senior	–	–	–	–	–	1,00/ 0,05
Canvit Senior	300,00/ 3,00	125,00/ 1,25	20,00/ 0,20	50,00/ 0,50	2,50/ 0,03	0,03/ 0,0001
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	250,00/ 10,00	170,00/ 6,80	165,00/ 0,66	–	1,45/ 0,06	0,28/ 0,01
8in1 Multi Vitamin Senior	213,00/ 4,79	224,00/ 5,05	5,00/ 0,11	6,70/ 0,15	19,90/ 0,45	–
Mikita Geriadog Seniorzy	–	–	–	–	–	–
Dolfos Dolvit Canis Senior	150,00/ 3,00	80,00/ 1,60	20,70/ 0,41	–	3,00/ 0,06	1,50/ 0,03
Pokusa Diet Line Drożdże browarnicze	7,00/ 0,14	5,00/ 0,01	0,50/ 0,01	0,07/ 0,001	–	0,14/ 0,003

Spśród wybranych do oceny suplementów tylko 10% produktów charakteryzowało się bogatą zawartością i różnorodnością witamin. Producenci zwracają dużą uwagę na obecność i zawartość witaminy E, która występuje w większości środków. Analizowane produkty się najczęściej zawierały w swoim składzie najmniejszą ilość witaminy K. Wszystkie składniki występujące w suplementach pokrywały dzienne zapotrzebowanie na dany związek mineralno-witaminowy w 100%.

Tabela 8. Pokrycie dziennego zapotrzebowania na składniki witaminowe przez suplement w suplementach dla starszych psów

Suplement	Witamina											
	A	D	E	K	B ₁	B ₂	B ₃	B ₅	B ₆	B ₇	B ₁₂	C
Vetfood Brainactive Balance Senior	X	X	+	X	X	X	X	X	X	X	X	+
Euphoria Multi-Vitum Dog	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Happy Dog Multi-vitamin Mineral Forte	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+
Eurowet Wita-Vet Senior	X	X	+	X	X	X	X	X	X	X	X	+
Canvit Senior	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	+	+	+	X	+	+	X	+	+	+	+	X
8in1 Multi Vitamin Senior	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	+
Mikita Geriagog Seniorzy	X	X	+	X	X	X	X	X	X	X	X	+
Dolfos Dolvit Canis Senior	+	+	+	X	+	+	+	+	+	+	+	X
Pokusa DietLine Drożdże browarnicze	X	X	X	X	+	+	+	+	+	X	+	X

+ – pokrywa dzienne zapotrzebowanie,
 -- nie pokrywa dziennego zapotrzebowania,
 X – nie występuje w suplementcie

Wszystkie analizowane suplementy pokrywają dzienne zapotrzebowanie organizmu zwierzęcia na substancje mineralno-witaminowe. Wśród elementów mineralnych obecnych w badanych preparatach, najrzadziej występowały potas oraz selen.

Pełnowartościowa i dobrze zbilansowana karma to podstawa żywienia psów, jednak zwierzęta te w niektórych stanach fizjologicznych mają zwiększone zapotrzebowanie na składniki mineralno-witaminowe, np. wiek starczy [FEDIAF 2019]. Ponadto suplementy mineralno-witaminowe dostosowane do zapotrzebowania zwierząt mogą przeciwdziałać wielu chorobom i/lub zaburzeniom behawioralnym.

Tabela 9. Pokrycie dziennego zapotrzebowania na składniki mineralne przez suplement w suplementach dla starszych psów

Suplement	Ca	P	Na	Mg	K	Fe	Zn	Cu	Mn	I	Se
Vetfood Brainactive Balance Senior	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Euphoria Multi-Vitum Dog	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Happy Dog Multivitamin Mineral Forte	X	X	X	X	X	+	+	+	+	+	+
Eurowet Wita-Vet Senior	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	+
Canvit Senior	X	X	X	X	X	+	+	+	+	+	+
DermaPharm dr Seidel Flawitol dla psów seniorów	+	+	X	X	X	+	+	+	X	+	+
8in1 Multi Vitamin Senior	X	X	X	X	X	+	+	+	+	+	X
Mikita Geriagog Seniorzy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dolfos Dolvit Canis Senior	+	+	+	+	X	+	+	+	X	+	+
Pokusa DietLine Drożdże browarnicze	+	+	X	X	+	+	+	+	+	X	+

+ – pokrywa dziennie zapotrzebowanie
 -- nie pokrywa dziennego zapotrzebowania
 X – nie występuje w suplementach

Uważa się, że pies w wieku 7–8 lat staje się seniorem. Wiele jednak zależy od dyspozycji rasy, wielkości zwierzęcia i jego indywidualnych cech osobniczych. Zmiany w organizmie zachodzą stopniowo, dlatego istotna jest uważna obserwacja psa, aby wyeliminować choroby i w odpowiednim czasie zastosować właściwe leczenie oraz suplementację. Starzejące osobniki często borykają się z problemami z poruszaniem się, bólem kości czy obniżoną sprawnością mięśni i stawów [Madany 2011]. Postępujący wiek odbija się także na układzie krążenia i układzie oddechowym, a przede wszystkim na zmysłach słuchu i wzroku. Regularne i długotrwale stosowanie suplementów może zauważalnie poprawić kondycję i samopoczucie psa oraz usprawnić pracę jego organizmu [Pęzińska-Kijak i Felska-Błaszczak 2018].

Jednak dzienna dawka witamin i minerałów podawana zwierzęciu powinna być ściśle przestrzegana i podawana zgodnie z zaleceniami producenta zamieszczonych na opa-

kowaniu. Nadmiar niektórych substancji w organizmie jest równie groźny, co ich niedobór. W związku z tym należy się konsultować się także z lekarzem weterynarii w celu dobrania jak najbardziej odpowiedniej suplementacji.

Wnioski

Po przeprowadzonej ocenie suplementów mineralno-witaminowych dostępnych na polskim rynku stwierdzono, że producenci zwracają dużą uwagę na różnorodność mikroelementów i witamin w swoich produktach. Makroelementy występują w niewielkiej liczbie suplementów.

Przeprowadzona ocena wykazała, że:

- ocenione suplementy nie zawsze pokrywały zapotrzebowanie na wszystkie związki mineralno-witaminowe,
- 10% ocenianych suplementów mineralno-witaminowych zawierało komplet witamin rozpuszczalnych w tłuszczach, a 40% z nich zawierało w swoim składzie wszystkie witaminy nierozpuszczalne w tłuszczach,
- żaden z ocenianych badanych suplementów mineralno-witaminowych nie posiadał pełnego kompletu makroelementów, a tylko 20% z nich zawierało pełny zestaw mikroelementów,
- suplementy posiadające w swoim składzie określone związki mineralno-witaminowe w 100% pokrywały dzienne zapotrzebowanie psów na te substancje bioaktywne.

Piśmiennictwo

- Allenspach K., Rizzo J., Jergens A.E., Chang Y.M., 2017. Hypovitaminosis D is associated with negative outcome in dogs with protein losing enteropathy: A retrospective study of 43 cases. *BMC Veterinary Research*. Hertfordshire 13(1), 96.
- Bosch G., Beerda B., Hendriks W.H., van der Poel A.F.B., Verstegen M.W.A., 2007. Impact of nutrition on canine behaviour: current status and possible mechanisms. *Nutrition Research Reviews*. Wageningen, 180–194.
- Case L.P., 2010. Pies – zachowanie żywienie i zdrowie. Wyd. Galaktyka, Łódź, 415–450.
- Ceregrzyn M., Lechowski R., Barszczewska B., 2013. Podstawy żywienia psów i kotów. Wydawnictwo Elsevier Urban & Partner, Wrocław.
- FEDIAF, 2019, Nutritional guidelines for complete and complementary Pet food for cats and dogs. European Pet Food Industry Federation, Brussels.
- Grützner N., Cranford S.M., Norby B., Suchodolski J.S., Steiner J.M., 2012. Evaluation of serum cobalamin concentrations in dogs of 164 dog breeds (2006–2010). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 24(6), 1105–1114.
- Hanisch F., Toresson L., Spillmann T., 2018. Cobalamin deficiency in dogs and cats. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere Heimtiere* 46(5), 309–314.
- Ihrke P.J., Goldschmidt M.H., 1983. Vitamin A-responsive dermatosis in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 182(7), 687–690.
- Song J.H., Jung D.I., 2020. Thiamine deficiency in a dog associated with exclusive consumption of boiled sweet potato (*Ipomoea batatas*): Serial changes in clinical findings, magnetic resonance imaging findings and blood lactate and thiamine concentrations. *Veterinary Medicine and Science* 7(1), 69–76.

- Kather S., Grützner N., Kook H.P., Dengler F., Heilmann R.M., 2020. Review of cobalamin status and disorders of cobalamin metabolism in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 34(1), 13–28.
- Kim D.I., Kim H., Son P., Kang J.H., Kang B.T., Yang M.P., 2017. Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in dogs with suspected acute pancreatitis. *Journal of Veterinary Medical Science* 79(8), 1366–1373.
- Kraus M.S., Rassnick K.M., Wakshlag J.J., Gelzer A.R.M., Waxman A.S., Struble A.M., Refsal K., 2014. Relation of vitamin D status to congestive heart failure and cardiovascular events in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 28(1), 109–115.
- Lanska D.J., 2010. Chapter 29: historical aspects of the major neurological vitamin deficiency disorders: overview and fat-soluble vitamin A. *Handbook of Clinical Neurology* 95, 435–444. [https://doi.org/10.1016/S0072-9752\(08\)02129-5](https://doi.org/10.1016/S0072-9752(08)02129-5).
- Madany J., 2011. Kliniczne aspekty chorób układu ruchu u psów w starszym wieku. *Weterynaria w Praktyce* 8, 1–2.
- Malouf R., Grimley Evans J., 2003. The effect of vitamin B6 on cognition. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 4. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004393>.
- Mirowski A., 2014. Witamina A w żywieniu psów i kotów. *Życie Weterynaryjne* 89(6), 497–499.
- Morris J.G., 1999. Ineffective vitamin D synthesis in cats is reversed by an inhibitor of 7-dehydrocholesterol- Δ^7 -reductase. *The Journal of Nutrition* 129(4), 903–908.
- Palus V., Penderis J., Jakovljevic S., Cherubini G.B., 2010. Thiamine deficiency in a cat: Resolution of MRI abnormalities following thiamine supplementation. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 12(10), 807–810.
- Pęzińska-Kijak K., Felska-Błaszczuk L., 2018. Schorzenia stawów u psów. *Higiena i Profilaktyka w Chowie i Hodowli Psów, Piąte Warsztaty Kynologiczne*, 41.
- Pilarska A., Dach J., Boniecki P., 2013. Produkcja i wykorzystywanie pasz w Polsce: stan aktualny i tendencje. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 6, 24–27.
- Sekula I., 2017. *W zgodzie z naturą*. Wyd. Dolna 30. Warszawa, 108–124.
- Sekula I., 2019. *W zgodzie z naturą. Dieta a zdrowie psa*. Wyd. Dolna 30, Warszawa, 401–408.
- Vedder E.B., 1916. The Relation of Diet to Beriberi and the Present Status of Our Knowledge of the Vitamins. *Journal of the American Medical Association* LXVII, 21, 18, 1494–1497. <https://doi.org/10.1001/jama.1916.02590210012005>.
- Weidner N., Woods, J.P., Conlon P., Meckling K.A., Atkinson J.L., Bayle J., Verbrugghe A., 2017. Influence of various factors on circulating 25 (OH) vitamin D concentrations in dogs with cancer and healthy dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 31(6), 1796–1803.

Przestrzeganie zasad bezpieczeństwa w czasie pandemii koronawirusa na podstawie sklepów spożywczych

Agata Szymczak¹, Anna Winiarska-Mieczan¹, Małgorzata Kwiecień¹,
Maciej Bąkowski¹, Robert Krusiński¹, Karolina Jachimowicz-Rogowska¹,
Renata Klebaniuk¹

Wstęp

Koronawirusy są patogenami mającymi zdolność do przenoszenia się ze zwierząt na ludzi. Do najbardziej patogennych należą SARS-CoV, MERS-CoV oraz SARS-CoV-2 [Zhu i in. 2019]. Zakażenie wirusem SARS-CoV-2 prowadzi do wystąpienia choroby COVID-19, której głównym objawem jest ostra niewydolność płuc [Özdemir 2020]. Wykazano, że okres inkubacji wirusa wynosi ok. 2 tygodni. Wirus ten został przyporządkowany do 3 grupy czynników szkodliwych, łatwo się rozprzestrzeniających drogą kropelkową (kaszel, kichanie, śmianie się, rozmowa, głęboki wydech) oraz charakteryzujących się wywoływaniem szczególnie ciężkich chorób u ludzi [Socha 2020]. Podczas kaszlu do powietrza wydalanych jest ponad 2000 kropelek śliny, natomiast podczas rozmowy niemal 7000 kropelek śliny [Chao i in. 2009]. Kropelki w połączeniu z powietrzem tworzą aerozol biologiczny, w którym znajdują się wirusy. Aerozol może być bezpośrednio wchłaniany przez drogi oddechowe lub pokarmowe, może także osiadać na przedmiotach i dostawać się do organizmu poprzez dotykanie ich powierzchni, a następnie dotykanie twarzy, oczu, nosa lub ust [Nowakowska i in. 2020]. Objawy zakażenia koronawirusem przypominają zapalenie płuc, są jednak bardziej nasilone, w związku z czym choroba ma znacznie cięższy przebieg i może zakończyć się śmiercią. Zapalenie płuc o ciężkim przebiegu, którego skutkiem jest trwale uszkodzenie pęcherzyków płucnych, dotyczy około 5% chorych [Huang i in. 2020]. Niekiedy zdarza się, że zakażenie przebiega bezobjawowo, może jednak również dojść do wstrząsu septycznego, którego skutkiem jest zanik pracy wielu narządów w organizmie [Wang i in. 2020]. Często zakażenie prowadzi do ciężkiego zapalenia płuc, a w następstwie do śmierci. U niektórych osób w wyniku zakażenia obserwuje się kilkudniową utratę węchu i smaku [Nowakowska i in. 2020], niekiedy też notuje się nadwrażliwość na smak słony, co jest skutkiem dysfunkcji w receptorach smakowych spowodowaną zaburzeniem funkcjonowania nerwów czaszkowych odpowiedzialnych za przekazywanie smaku [Asadi i in. 2021].

Ryzyko zawodowe związane z narażeniem na wirus SARS-CoV-2 jest zależne od kilku czynników: (1) rodzaj stanowiska pracy, (2) praca wykonywana na otwartym oraz (3) praca w zamkniętym pomieszczeniu [Stobnicka-Kupiecka i in. 2020]. Ryzyko zwiększa się w przypadku wykonywania pracy w obecności innych ludzi, którzy mogą stanowić źródło zakażenia. Bardzo wysokie ryzyko dotyczy pracowników służby zdrowia wykonujących procedury medyczne, w czasie których istnieje prawdopodobieństwo generacji

¹ Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

bioaerozolu przez osoby chore (lekarze, pielęgniarki, dentyści, ratownicy medyczni, osoby pobierające i/lub analizujące materiał biologiczny). Wysokie ryzyko dotyczy personelu medycznego i pomocniczego mającego kontakt z osobami chorymi (pracownicy transportu medycznego, pracownicy zajmujący się przygotowaniem ciał do pochówku lub kremacji osób chorych), a także strażaków i policjantów. Średnie ryzyko zakażenia dotyczy osób wykonujących prace wymagające częstego i/lub bliskiego kontaktu z osobami, które mogą być zarażone (personel naziemny lotnisk, stewardesy, pracownicy oświaty, pracownicy handlu detalicznego i transportu publicznego). Niskie ryzyko natomiast szacowane jest u osób wykonujących pracę zdalnie, pracowników zakładów produkcyjnych i przemysłowych, którzy nie mają częstego i/lub bliskiego kontaktu ze współpracownikami i klientami oraz kierowców ciężarówek na długich dystansach [Stobnicka-Kupiec i in. 2020].

Pomimo że narażenia pracowników na SARS-CoV-2 nie da się wyeliminować, pracodawca ma obowiązek wdrożyć zasady, które umożliwią zminimalizowanie ryzyka zachorowania w miejscu pracy. Zgodnie z zaleceniami WHO [2000] najważniejsze jest umożliwienie stworzenia dystansu społecznego pomiędzy współpracownikami. Co więcej, wszystkie objawy chorobowe występujące u pracowników muszą być zgłaszane, a osoby takie należy natychmiast kierować do wyznaczonych placówek medycznych w celu wykonania badań [WHO 2020]. Natomiast bezwzględny obowiązek każdego pracownika jest przestrzeganie zasad higieny i używanie środków ochrony indywidualnej.

Aby zmniejszyć ryzyko transmisji choroby między ludźmi, zalecono wprowadzenie limitów osób w każdym pomieszczeniu zamkniętym [WHO 2020]. W przypadku sklepów na drzwiach umieszczano informacje dotyczące liczby osób mogących przebywać w tym samym czasie w pomieszczeniu. Z kolei, aby zapewnić większe bezpieczeństwo pracownikom sklepów, kasy zostały wyposażone w płyty pleksi. Wprowadzono wymóg częstego mycia rąk za pomocą mydła i ciepłej wody oraz ich dezynfekcji preparatami, które muszą zawierać minimum 60 procent alkoholu [WHO 2020]. Ważne jest korzystanie ze środków ochrony indywidualnej, jak maseczki ochronne oraz jednorazowe rękawiczki. Udowodniono, że stosowanie maseczek FFP2 i FFP3 zapewnia lepszą ochronę niż stosowanie maseczek medycznych. Dodatkową zaletą noszenia maseczek jest unikanie mimowolnego dotknięcia twarzy, dzięki czemu ogranicza się przeniesienie wirusów w okolice błon śluzowych [Michalski i in. 2020]. Stosowanie jednorazowych rękawiczek ochronnych jest skuteczne jedynie pod warunkiem, że są one często zmieniane, nie zastępuje też mycia rąk. Jest to szczególnie ważne w branży spożywczej, gdzie podczas wykonywania jakiegokolwiek czynności niezwiązanej z żywnością rękawiczki muszą być wymieniane na nową parę po uprzednim umyciu rąk [Szczepaniak i in. 2020].

Celem pracy było zbadanie skuteczności działań zapobiegających rozprzestrzenieniu się wirusa SARS-CoV-2 oraz znajomości i praktykowania zasad bezpieczeństwa w miejscu pracy przez pracowników sklepów spożywczych.

Material i metody

W badaniu wykorzystano autorską listę kontrolną, zawierającą 27 pytań, na które respondenci odpowiadali poprzez zaznaczenie odpowiedzi „Tak” lub „Nie”. Badanie

przeprowadzono w okresie od grudnia 2021 do stycznia 2022 r. w 18 sklepach spożywczych na terenie Lublina (8 sklepach wielkopowierzchniowych i 10 sklepach osiedlowych).

Wyniki i dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wyniki list kontrolnych uzyskane w sklepach wielkopowierzchniowych, natomiast w tabeli 2 – w sklepach osiedlowych.

Respondenci wskazali, że ich zdaniem zasady dotyczące reżimu sanitarnego w badanych sklepach były przestrzegane zarówno w sklepach wielkopowierzchniowych, jak i osiedlowych. Analiza wyników badań wykazała jednak, że niektóre obowiązujące zasady były przez pracowników lekceważone. Najczęściej wskazywano brak regularnego korzystania z miejsc sanitarnych oraz dezynfekowania rąk. Istotne, że we wszystkich sklepach osiedlowych pracownicy stwierdzili, że w ich miejscu pracy nie istniał obowiązek dezynfekowania rąk, co sugeruje, że takie zachowanie było normą. Należy zaznaczyć, że w okresie pandemii wszystkie miejsca pracy miały obowiązek zapewnienia pracownikom i klientom środków do dezynfekcji. Z drugiej strony, ogromne zapotrzebowanie na tego typu środki spowodowało obniżenie ich jakości [Piwowarczyk i in. 2021]. W związku z tym pracownicy sklepów używający takich środków regularnie skarżyli się na wysuszoną skórę dłoni, co często skutkowało uszkodzeniami naskórka i dyskomfortem [Piwowarczyk i in. 2021]. Ze względu na drażniący zapach oraz bezpieczeństwo w kontakcie ze skórą nie należy stosować do dezynfekcji rąk produktów zawierających nadtlenek wodoru [Piwowarczyk i in. 2021].

Badanie własne wykazało także brak przestrzegania dystansu społecznego w większych sklepach, co częściowo można tłumaczyć trudnościami w zachowaniu dyscypliny wśród klientów. Niemniej jednak pracownicy stwierdzili, że nie zawsze liczono klientów wchodzących do sklepów, pomimo że wszędzie na drzwiach wejściowych umieszczona była informacja dotycząca maksymalnej liczby klientów robiących zakupy w tym samym czasie. Łatwiejsze jest utrzymanie dystansu w mniejszych sklepach osiedlowych, ponieważ w nich pracownicy mają pojedyncze stanowiska pracy, mniej jest również klientów. Wszyscy respondenci, niezależnie od miejsca pracy, stwierdzili także, że nie trzymali dystansu pomiędzy sobą, co świadczyć może o świadomym lekceważeniu zasad przeciwpandemicznych. Co więcej, jedynie 25% pracowników w sklepach wielkopowierzchniowych oraz 60% w sklepach osiedlowych stosowało się do orientacyjnych linii wyznaczających dystans. Zgodnie z zarządzeniem Ministra Zdrowia ludzie w przestrzeni publicznej powinni utrzymywać dystans wynoszący co najmniej 1,5 metra [<https://www.gov.pl/>].

Zgodnie z deklaracjami respondentów we wszystkich analizowanych sklepach zapewniono były środki do dezynfekcji, lecz nie każda placówka dostarczała swoim pracownikom rękawiczek, natomiast w żadnym z nich nie zapewniono masek ochronnych. Nakładano na pracowników obowiązek zapewnienia środków ochrony osobistej we własnym zakresie. Zgodnie z wytycznymi WHO [2020] noszenie masek chroni układ oddechowy przed patogennymi czynnikami biologicznymi w środowisku pracy w okresie trwającej pandemii. Pomimo że maski chirurgiczne, które stosowane są najczęściej, nie są skuteczne w przypadku zagrożeń biologicznych, są rekomendowane przez WHO [2020], ponieważ skutecznie chronią przed zakażeniem drogą kropelkową [Michalski i in. 2020]. Natomiast certyfikowanymi środkami ochrony indywidualnej są maski jednorazowe FFP2 i FFP3,

Tabela 1. Wyniki listy kontrolnej w sklepach wielkopowierzchniowych

Lp.	Pytanie	Sklep							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Czy w miejscu pracy dostępne są dla pracowników miejsca sanitarne?	T	T	T	T	T	T	T	T
2.	Czy pracownicy regularnie korzystają z miejsc sanitarnych?	N	N	N	T	T	N	T	N
3.	Czy w miejscach sanitarnych jest dostępne mydło?	T	T	T	T	T	T	T	T
4.	Czy w miejscach sanitarnych jest dostępna ciepła woda?	T	T	T	T	T	T	T	T
5.	Czy w miejscach sanitarnych widnieje informacja jak skutecznie myć ręce?	T	T	T	T	T	T	T	T
6.	Czy w zakładzie pracy są dostępne dla pracowników płyny do dezynfekcji?	T	T	T	T	T	T	T	T
7.	Czy pracownicy regularnie dezynfekują ręce?	N	N	N	N	N	N	N	N
8.	Czy jest obowiązek dezynfekowania rąk przez klientów wchodzących do sklepu?	T	T	N	N	N	N	N	N
9.	Czy widnieje informacja na drzwiach wejściowych sklepu dotycząca liczby osób mogących robić zakupy w tym samym czasie?	T	T	T	T	T	T	T	T
10.	Czy pracownicy stosują dystans społeczny pomiędzy sobą?	N	N	N	N	N	N	N	N
11.	Czy pracownicy stosują dystans społeczny pomiędzy sobą a klientami?	N	N	N	N	N	N	N	N
12.	Czy na podłodze widnieje orientacyjne linie w odstępnie co najmniej 1,5 metra?	T	T	N	T	T	T	T	T
13.	Czy klienci stosują się do orientacyjnych linii?	N	T	N	N	N	N	N	N
14.	Czy stanowiska kasjerskie są wyposażone w pleksi?	T	T	T	T	T	T	T	T
15.	Czy w miejscu pracy jest obowiązek noszenia maseczek ochronnych?	T	T	T	T	T	T	T	T
16.	Czy zakład pracy zapewnia tego typu ochronę?	N	N	N	N	N	N	N	N
17.	Czy pracownicy stosują się do prawidłowego noszenia maseczek ochronnych?	T	N	T	N	T	N	T	N
18.	Czy pracodawca zapewnia pracownikom rękawiczki ochronne?	T	T	T	T	T	T	T	T
19.	Czy pracownicy pracujący bezpośrednio z żywnością stosują rękawiczki ochronne?	T	T	T	T	T	T	T	T
20.	Czy widnieje informacja jak prawidłowo zdejmować / zmięniać rękawiczki?	T	T	T	T	T	T	T	T
21.	Czy pracownicy regularnie zmieniają rękawiczki?	N	N	N	N	N	N	N	N
22.	Czy pracownicy zmieniają rękawiczki ochronne tak jak należy?	T	T	T	T	T	T	T	T
23.	Czy wszystkie odpady środków ochrony wyrzucane są do zamkniętego kosza?	N	N	N	N	N	N	N	N
24.	Czy wszystkie ekspozowane półki z żywnością są wyposażone w pleksi?	T	T	T	T	T	T	T	T
25.	Czy w miejscu pracy mierzona jest temperatura ciała?	T	T	N	N	N	N	T	N
26.	Czy pracownicy są poinformowani, aby natychmiast sygnalizować przełożonemu symptomy choroby?	T	T	T	T	T	T	T	T
27.	Czy pracownicy są poinformowani, aby zgłaszać nieobecność w pracy gdy podejrzewają u siebie zakażenie wirusem Sars-Cov-2?	T	T	T	T	T	T	T	T

Objaśnienia: N – nie; T – tak

Tabela 2. Wyniki listy kontrolnej w sklepach osiedlowych

Lp.	Pytanie	Sklep											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.	Czy w miejscu pracy dostępne są dla pracowników miejsca sanitarne?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
2.	Czy pracownicy regularnie korzystają z miejsc sanitarnych?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
3.	Czy w miejscach sanitarnych jest dostępne mydło?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
4.	Czy w miejscach sanitarnych jest dostępna ciepła woda?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5.	Czy w miejscach sanitarnych widnieje informacja jak skutecznie myć ręce?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
6.	Czy w zakładzie pracy są dostępne dla pracowników płyny do dezynfekcji?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
7.	Czy pracownicy regularnie dezynfekują ręce?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8.	Czy jest obowiązek dezynfekowania rąk przez klientów wchodzących do sklepu?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
9.	Czy widnieje informacja na drzwiach wejściowych sklepu dotycząca liczby osób mogących robić zakupy w tym samym czasie?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
10.	Czy pracownicy stosują dystans społeczny pomiędzy sobą?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
11.	Czy pracownicy stosują dystans społeczny pomiędzy sobą a klientami?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
12.	Czy na podłodze widnieją orientacyjne linie w odstępach co najmniej 1,5 metra?	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
13.	Czy klienci stosują się do orientacyjnych linii?	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
14.	Czy stanowiska kasjerskie są wyposażone w pleksi?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
15.	Czy w miejscu pracy jest obowiązek noszenia maseczek ochronnych?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
16.	Czy zakład pracy zapewnia tego typu ochronę?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17.	Czy pracownicy stosują się do prawidłowego noszenia maseczek ochronnych?	N	T	N	T	N	N	N	T	N	T	N	N
18.	Czy pracodawca zapewnia pracownikom rękawiczki ochronne?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19.	Czy pracownicy pracujący bezpośrednio z żywnością stosują rękawiczki ochronne?	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
20.	Czy widnieje informacja jak prawidłowo zdejmować / zmieniać rękawiczki?	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T
21.	Czy pracownicy regularnie zmieniają rękawiczki?	N	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T
22.	Czy pracownicy zmieniają rękawiczki ochronne tak jak należy?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
23.	Czy wszystkie odpady środków ochrony wyrzucane są do zamkniętego kosza?	N	N	N	T	N	N	T	N	N	N	N	N
24.	Czy wszystkie eksponowane półki z żywnością są wyposażone w pleksi?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
25.	Czy w miejscu pracy mierzona jest temperatura ciała?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
26.	Czy pracownicy są poinformowani, aby natychmiast sygnalizować przełożonemu symptomy choroby?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
27.	Czy pracownicy są poinformowani, aby zgłaszać nieobecność w pracy gdy podejrzewają u siebie zakażenie wirusem Sars-Cov-2?	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T

Objaśnienia: N – nie; T – tak

a także półmiski z możliwością wymiany filtra P2 i P3. Ponieważ działanie masek polega na wytworzeniu ujemnego ciśnienia między twarzą a maską najważniejsze jest zachowanie szczelności w okolicach twarzy [Michalski i in. 2020]. Badania własne wykazały, że respondenci wiedzieli, w jaki sposób należy nosić maskę, jednakże nie wszyscy przestrzegali tych zasad. Aż 50% pracowników dużych sklepów i 60% osób pracujących w małych sklepach przyznało, że używa maski w sposób nieprawidłowy. Prawidłowe używanie masek dotyczy m.in. prawidłowego jej nakładania (oby ściśle przylegała do twarzy), niedotykania zewnętrznej strony maski, wymiany jej na nową w przypadku jej zawilgocenia lub uszkodzenia oraz nieużywania wielokrotnie masek jednorazowych [Krzyżak i in. 2020].

Dodatkowym środkiem ochrony pracowników sklepów przed zakażeniem koronawirusem jest stosowanie płyt pleksi. Badanie własne wykazało, że we wszystkich analizowanych sklepach stanowiska kasjerskie oraz miejsca, gdzie eksponowano nieopakowane produkty żywnościowe były wyposażone w pleksi. Płyty takie zatrzymują wszystkie wydychane przez klientów drobnoustroje na powierzchni [WHO 2020].

Lista kontrolna wykazała, że pracownicy wszystkich badanych sklepów posiadali dostęp do ciepłej wody i mydła. Dezynfekcja dłoni jest równie ważna, jak mycie ich wodą z mydłem, lecz nie może zastąpić mycia [WHO 2020]. W celu pełnej ochrony należy stosować zarówno mycie rąk, jak i ich dezynfekcję.

Badania własne wykazały, że w żadnym z analizowanych sklepów osiedlowych oraz w połowie sklepów wielkopowierzchniowych nie stosowano pomiaru temperatury ciała pracowników przed rozpoczęciem pracy. Zgodnie z prawem nie istnieje obowiązek mierzenia temperatury ciała pracownikom przez pracodawców, ponieważ podwyższona temperatura może być wynikiem szeregu innych czynników niż COVID-19, w tym chorób. Tym bardziej że niektóre osoby zakażone wirusem SARS-CoV-2 mogą przechodzić chorobę bezobjawowo i gorączka może u nich nie występować [<https://www.gov.pl/>]. Natomiast pracownicy wszystkich analizowanych sklepów zadeklarowali, że zostali poinformowani, aby natychmiast sygnalizować przełożonemu symptomy choroby. W przypadku pogorszenia samopoczucia pracownika i/lub wystąpienia podwyższonej temperatury ciała obowiązkiem jest odsunięcie go od pracy i skierowanie na kwarantannę lub poddanie się hospitalizacji. Obowiązek kwarantanny spoczywa na osobach niezaszczepionych przeciwko COVID-19 oraz osobach odizolowanych w warunkach domowych oraz szpitalnych [Tyska i Smoliński 2021].

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w większości analizowanych sklepów stosowano zalecane zasady reżimu sanitarnego, chociaż nie zawsze pracownicy poddawali się tym zasadom. Aby działania były skuteczne, każda ze stron musi zaangażować się w sposób odpowiedzialny, czyli pracodawca musi zapewnić środki ochrony osobistej, a pracownik musi je stosować.

Piśmiennictwo

- Asadi M.M., Shankayi Z., Bahrami F., Mohammadzadeh T., Amini H., Naderi M., 2021. Quantitative analysis of taste disorder in COVID-19 patients, the hypersensitivity to salty quality. *New Microbes and New Infections* 43, 100919. <https://doi.org/doi:10.1016/j.nmni.2021.100919>.
- Chao C.Y.H., Wan M.P., Morawska L., Johnson G.R., Ristovski Z.D., Hargreaves M., Mengersen K., Corbett S., Li Y., Xie X., Katoshevski D., 2009. Characterization of expiration air jets and droplet size distributions immediately at the mouth opening, 2009. *Journal of Aerosol Science* 40(2), 122–133.
- Huang C., Wang Y., Li X., Ren L., Zhao J., Hu Y., Zhang L., Fan G., Xu J., Gu X., Cheng Z., Yu T., Xia J., Wei Y., Wu W., Xie X., Yin W., Li H., Liu M., Xiao Y., Gao H., Guo L., Xie J., Wang G., Jiang R., Gao Z., Jin Q., Wang J., Cao B., 2020. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet* 395(102230), 497–506.
- Krzyżak K., Kościelecka K.E., Kuć A.J., Kubik D.M., Męcik-Kronenberg T., 2020. Maseczki – ochrona czy zagrożenie? Analiza postaw społecznych wobec nakazu zasłaniania ust i nosa w czasie pandemii COVID-19. *Wiadomości Lekarskie* 73(8), 1641–1649. <https://doi.org/10.36740/WLek202008110>.
- Michalski A., Bielawska-Drózd A., Panikas J., Kozik J., 2020. Ochrona dróg oddechowych przed zagrożeniami biologicznymi – zmiana paradygmatu wobec masywnej transmisji Sars-Cov-2. *Wiedza Medyczna*, 38–45. <https://doi.org/10.36553/wm.50>.
- Nowakowska E., Sulimiera-Michalak S., 2020. Covid-19 – choroba wywołana zakażeniem wirusem Sars-Cov-2 globalnym zagrożeniem dla zdrowia publicznego. *Postępy Mikrobiologii – Advancements of Microbiology* 59(3), 227–236. <https://doi.org/10.21307/PM-2020.59.3.16>.
- Özdemir Ö., 2020. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): diagnosis and management. *Erciyes Medical Journal* 42(3), 242–247.
- Piowarczyk J., Wróbel R., Parobczy K., Jasik K., 2021. Instrukcja stosowania produktów do dezynfekcji w celu redukcji zagrożenia epidemicznego COVID-19. *MediNews 1 (wyd. spec.)*. https://sterylizacja.org/pl/pliki/publikacje/Medinews_Nr_6.pdf.
- Stobnicka-Kupiec A., Górny R. L., Gołofit-Szymczak M., Ławniczek-Wałczyk A., Cyprowski M., 2020. Koronawirusy – niewidzialne zagrożenie o globalnym zasięgu. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy* 4(106), 5–35.
- Socha K., 2020. Zagrożenie i zapobieganie COVID-19 w miejscu pracy. *Poradnik dla służby medycyny pracy*. Instytut Medycyny Pracy im. Prof. J. Nofera, Łódź.
- Szczepaniak I., Ambroziak Ł., Drożdż J., Mroczek R., 2020. Przemysł spożywczy w obliczu pandemii COVID-19. *Przemysł Spożywczy* 74(5), 2–7.
- Tyska M., Smoliński T., 2021. Sposób świadczenia pracy przez pracownika podczas odbywania kwarantanny. *Z Problematyki Prawa Pracy i Polityki Socjalnej* 19(2), 1–16. <https://doi.org/10.31261/zpppips.2021.19.10>.
- Wang M.Y., Zhao R., Gao L.J., Gao X.F., Wang D.P., Cao J.M., 2020. SARS-CoV-2: structure, biology, and structure-based therapeutics development. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 10, 587269. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.587269>.
- WHO 2020. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>.

Nieprawidłowości w obrocie zwierzętami i materiałem biologicznym

Jadwiga Topczewska¹, Wanda Krupa², Zofia Sokołowicz¹

Wstęp

Zapewnienie bezpieczeństwa żywności pochodzenia zwierzęcego stało się w ostatnich kilku dekadach poważnym wyzwaniem w krajach Unii Europejskiej. Konsumenci oczekują bowiem nie tylko produktów o określonych cechach jakościowych, ale są zainteresowani także warunkami utrzymania zwierząt w aspekcie szeroko pojętego dobrostanu oraz wpływu na środowisko. Zainteresowanie dobrostanem zwierząt przeznaczonych do uboju wpisuje się także w koncepcję pozyskiwania mięsa odpowiedniej jakości. Jednym z elementów utrzymania zaufania konsumentów jest stosowanie dobrych praktyk w hodowli i transporcie zwierząt [Grunert 2005, Tekień i in. 2018, Gutkowska i in. 2019, Zawadzki i Kaizer 2021, Fonseca i Sanchez-Sabate 2022]. W Polsce monitorowanie warunków, w jakich zwierzęta są utrzymywane oraz przewożone, jest możliwe dzięki sprawowanie nadzoru przez Inspekcję Weterynaryjną [Misiewicz 2020, Dz.U. 2004 nr 69]. Nadzór w produkcji zwierzęcej powinien oczywiście dotyczyć wszystkich zaangażowanych w hodowlę i obrót podmiotów, ale szczególne znaczenie w kontekście dobrostanu zwierząt mają kontrole transportu oraz czynności z nim związanych, takich jak załadunek i rozładunek, kompletowanie wysyłki czy postępowanie przed ubojem [Miranda-de la Lama i in. 2020]. Nadzór nad obrotem zwierzętami gospodarskimi na poszczególnych jego etapach ma w założeniu wyeliminować naruszenia obowiązujących przepisów zarówno w zakresie ochrony zwierząt, jak i bezpieczeństwa żywności [Kleter i in. 2018].

Celem pracy była ocena skali naruszeń stwierdzanych podczas kontroli prowadzonych w ramach nadzoru weterynaryjnego przez Inspekcję Weterynaryjną w podmiotach prowadzących działalność w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w obrocie lub skupie zwierząt; zarobkowego przewozu zwierząt; miejsc gromadzenia zwierząt; środków transportu zatwierdzonych do transportu powyżej 8 godz. oraz prowadzących działalność w zakresie pozyskiwania i dystrybucji materiału biologicznego.

Material i metody

Materiał badawczy stanowiły dane publikowane przez Główny Inspektorat Weterynarii w ramach weterynaryjnej sprawozdawczości statystycznej (RRW) za lata 2016–2021. W analizie uwzględniono dane dotyczące kontroli podmiotów prowadzących obrót zwierzętami, pośrednictwo w obrocie lub skup zwierząt; zarobkowy przewóz zwierząt; miejsca gromadzenia zwierząt; środki transportu zatwierdzone do transportu powyżej

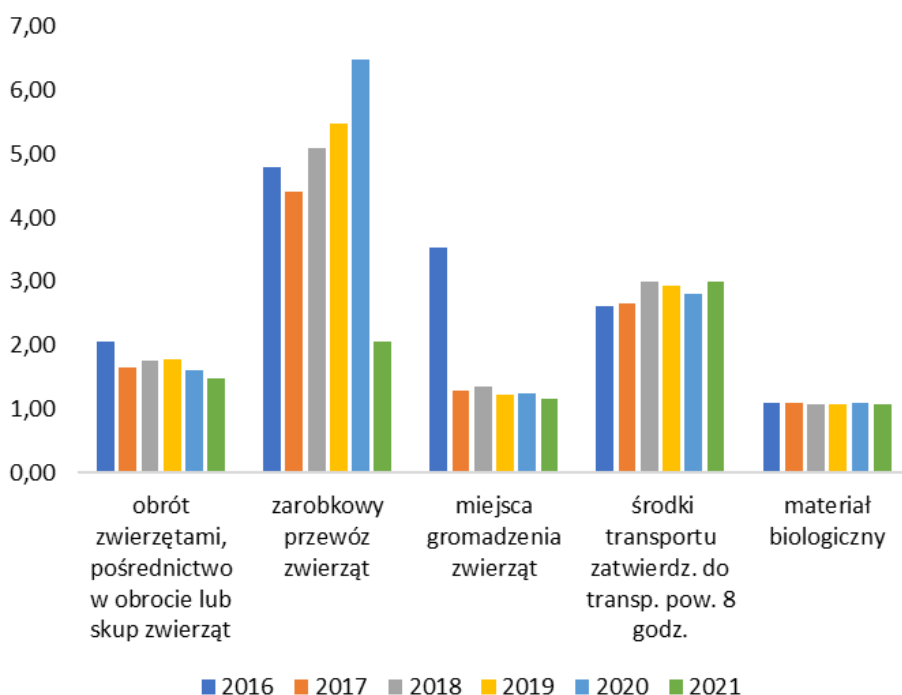
¹ Kolegium Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Rzeszowski

² Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

8 godz. oraz prowadzących działalność w zakresie pozyskiwania i dystrybucji materiału biologicznego. Obliczono średnie wskaźniki struktury. W analizie wykorzystano pakiet Excel.

Wyniki i ich omówienie

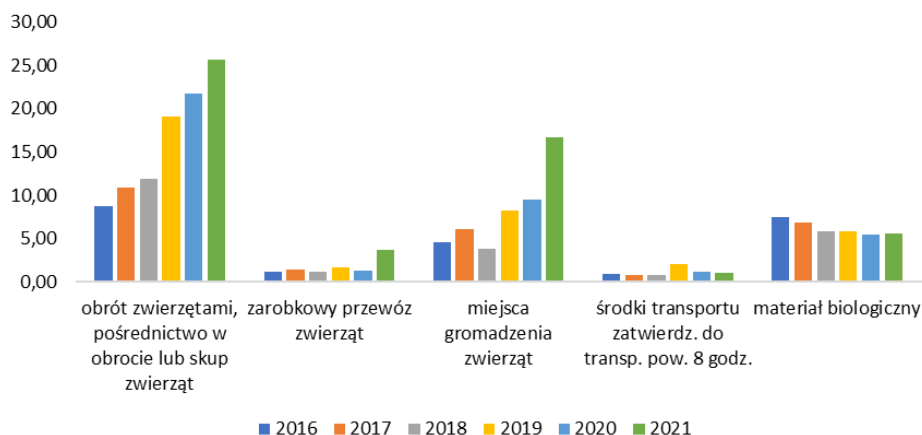
W latach 2016–2021 największa średnia liczba kontroli prowadzonych przez Inspekcję Weterynaryjną w Polsce dotyczyła podmiotów realizujących zarobkowy przewóz zwierząt. Były one kontrolowane od 2,06 w 2021 r. do 6,49 w 2020 r. (ryc. 1). Tak wysoka częstotliwość kontroli może wynikać zarówno z obowiązku prowadzenia nadzoru weterynaryjnego nad kompletowaniem przesyłki zwierząt, jak i kontroli prowadzonych już w trakcie realizowanych przewozów. Inspekcja Weterynaryjna podczas przeprowadzanych kontroli środków wykorzystywanych do transportu zwierząt jest zobowiązana dokonać dokładnej weryfikacji pod względem niezgodności, nieprawidłowości oraz rewizji postępowań administracyjnych w szczególnych przypadkach [Kleter i in. 2018]. Kontrole dotyczą również spełnienia wymogów odnośnie stanu zdrowia i identyfikacji zwierząt.



Ryc. 1. Średnia liczba kontroli w podmiotach nadzorowanych przez Inspekcję Weterynaryjną w latach 2016–2021

Zgodnie z wymaganiami i warunkami, zawartymi w ustawie z dnia 6 września 2003 r. o transporcie drogowym, nie tylko Inspekcja Weterynaryjna, ale także Inspekcja

Transportu Drogowego jest uprawniona do przeprowadzania kontroli w transporcie zwierząt. Transport zwierząt to trudny proces, w którym zbyt często pojawiają się nieprawidłowości, dotyczące głównie niezdolności zwierząt do przewozu, środków transportu oraz czasu pracy kierowców czy uprawnień konwojentów. Jak podaje Tereskiewicz i in. [2018], w latach 2012–2017 stwierdzono aż 205 naruszeń w przewozach zwierząt (głównie bydła i świń). Aż 48,78% stanowiły nieprawidłowości odnoszące się do dokumentacji związanej z czasem pracy kierowców oraz uprawnień do przewozu zwierząt. Nadal dużym problemem jest niewłaściwy stan techniczny pojazdów (23,41%), co może wynikać z używania adaptowanych środków transportu, w przypadku których część nie spełnia wymaganych przepisami standardów.



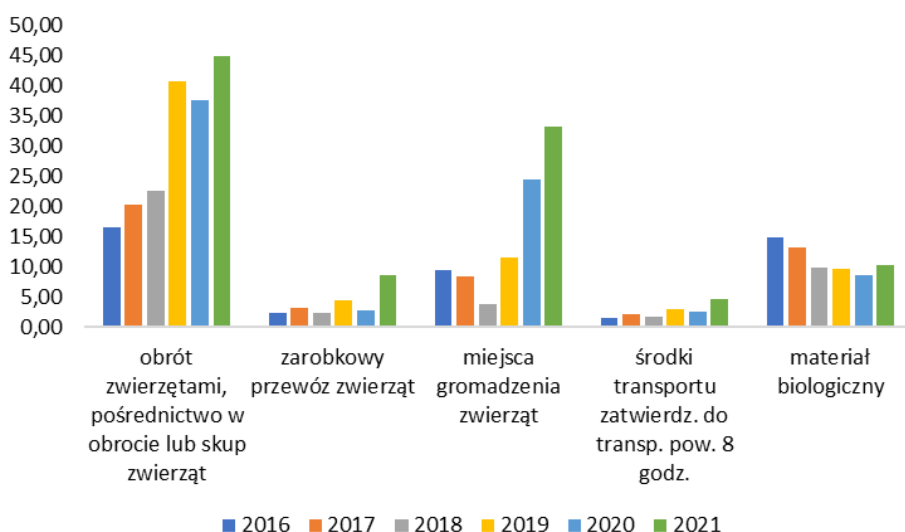
Ryc. 2. Nieprawidłowości stwierdzone podczas kontroli w podmiotach nadzorowanych przez Inspekcję Weterynaryjną w latach 2016–2021 (%)

Analiza stwierdzonych nieprawidłowości w podmiotach nadzorowanych przez Inspekcję Weterynaryjną w latach 2016–2021 w Polsce wykazała największą ich skalę w prowadzących działalność w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w obrocie lub skupu zwierząt (ryc. 2). Wzrost w analizowanym okresie wynosił blisko 300%.

Na podstawie analizy wywiadów przeprowadzonych przez Thodberg i in. [2020], wśród duńskich kierowców transportujących zwierzęta potwierdzono występowanie wielu nieprawidłowości. Ankietowani podawali, że wielokrotnie mieli poważne wątpliwości co do przydatności przewożonych zwierząt do transportu. Kolejnym problemem były warunki pogodowe, które znacząco utrudniały zachowanie prawidłowego poziomu dobrostanu przewożonych zwierząt. Wyniki tych badań wskazują, że kluczowe znaczenie w prawidłowym realizowaniu transportu żywych zwierząt gospodarskich mają kompetencje pracowników tego sektora. Powinno się kłaść nacisk na edukację kierowców, konwojentów oraz pracowników obsługujących miejsca gromadzenia, ponieważ to oni w głównej mierze odpowiadają za dobrostan zwierząt podczas ich przemieszczania z miejsc chowu do ubojni.

Niezgodności są podobnie często stwierdzane podczas prowadzonych kontroli przez Inspekcję Weterynaryjną. Stopień ich występowania był wyraźnie wyższy w toku prowa-

dzonych kontroli w latach 2016–2021 w stosunku do nieprawidłowości. Podobnie największa skala z tendencją wzrostową została wykazana w podmiotach prowadzących działalność w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwo w obrocie lub skupu zwierząt (ryc. 3). W przypadku nadzoru nad podmiotami prowadzącymi działalność w zakresie pozyskiwania i obrotu materiałem biologicznym, najczęściej niezgodności dotyczyły punktów kopolacyjnych i punktów unasienniania zwierząt. Pozyskiwanie, produkcja, przetwarzanie lub przechowywanie materiału biologicznego może odbywać się wyłącznie w certyfikowanych obiektach [Lipińska 2021]. Rejestracja takiej działalności jest konieczna, ponieważ pozwala właściwemu organowi nadzorować pozyskiwanie i gromadzenie materiału, co służy zapobieganiu, kontroli i zwalczaniu przenoszeniu chorób zwierząt. Ustawodawca pod pojęciem materiału biologicznego wskazuje nasienie, komórki jajowe, zarodki i tkanki użyte do ich produkcji, pochodzące od zwierząt.



Ryc. 3. Niezgodności stwierdzone podczas kontroli w podmiotach nadzorowanych przez Inspekcję Weterynaryjną w latach 2016–2021 (%)

Na prawidłowy transport zwierząt ma wpływ wiele czynników. Ważne jest przeprowadzenie weryfikacji, mającej na celu sprawdzenie zwierząt pod względem przydatności do przewozu przed jego wykonaniem. Przy ocenie stanu zdrowia zwierząt bierze się pod uwagę wiele aspektów. U krów główną przyczyną brakowania, ale również problemem związanym z kwalifikacją do transportu jest wyraźna kulawizna. Ocenę kulawizny powierza się zazwyczaj rolnikom, lekarzom weterynarii oraz kierowcom przewożącym zwierzęta. Badania prowadzone przez Dahl-Pedersena i in. [2018] w zakresie zgodności oceny kulawizny wskazują na dużą niezgodność wśród rolników, którzy oceniali stopień jej występowania poniżej umiarkowanego. Zarówno lekarze weterynarii, jak i przewoźnicy różnie punktowali zwierzęta pod względem występowania kulawizny. Wskazuje to na konieczność zwrócenia większej uwagi oraz upowszechnienie wiedzy dotyczącej określania

przydatności zwierząt do transportu, szczególnie w aspekcie możliwości ich poruszania się bez bólu.

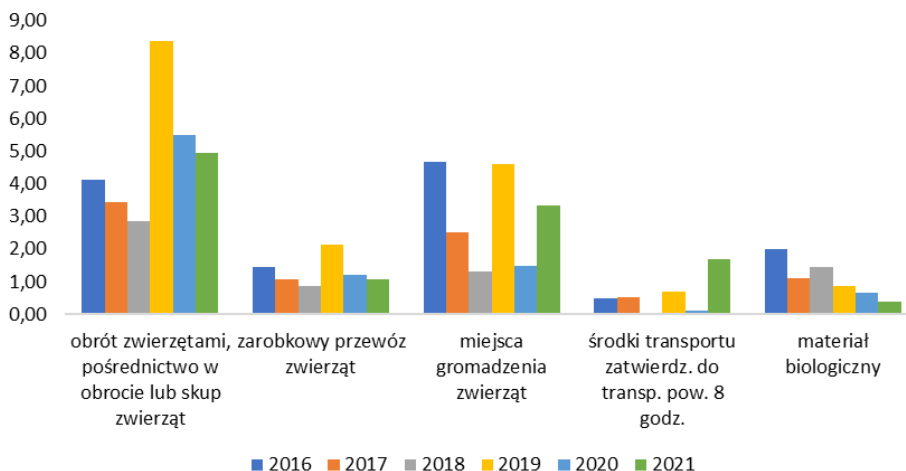
Transport zwierząt pomimo realizowania przez wykwalifikowanych przewoźników, czy zastrzonych przepisów prawnych jest ciągle narażony na szereg nieprawidłowości. Związane są one głównie z czynnikami stresowymi, które w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do śmierci pojedynczych osobników. Jak podaje Temple i in. [2014], Europa jest odpowiedzialna za wysoką śmiertelność zwierząt transportowanych na terenie krajów Unii Europejskiej i przebywających również trasy krótsze niż 8 godzin. Na współczynnik śmiertelności przewożonych świń duży wpływ ma zarówno sposób postępowania ze zwierzętami, zwłaszcza na etapie załadunku i późniejszego rozładunku, konstrukcja pojazdu, jak i nieodpowiednie zagęszczenie. Przykładem może być przewóz świń w Hiszpanii, przeprowadzony na zwiększonej powierzchni (większej od 0,40 m²/100 kg masy ciała). Pozwoliło to zmniejszyć wskaźnik śmiertelności z 0,7% na 0,04%. Przypadki śmiertelności zwierząt w trakcie przewozu są wbrew wszelkim zasadom i obowiązującym przepisom, dlatego też okoliczności i przyczyny takich upadków muszą być dokładnie wyjaśnione.

Dzięki stosowaniu nowoczesnych technologii w pojazdach, przewożonym zwierzętom zapewnia się stały dostęp do poideł i pasz, skraca się również ich czas podróży. Istotne są ponadto właściwe warunki mikroklimatyczne wewnątrz przyczep i klatek transportowych, a mimo trudnych warunków pogodowych na zewnątrz, w pojeździe zapewniona jest prawidłowa wentylacja oraz temperatura. Jednak z powodu dużych nakładów finansowych nie wszystkie pojazdy są wyposażane w takie rozwiązania [Tereszkiewicz i Molenda 2015].

Gęstość załadunku określa strefę dostępną dla zwierząt w poszczególnych przedziałach środka transportu. Należy zauważyć, iż ze względów ekonomicznych często ładuje się zwierzęta dosyć gęsto, ograniczając tym samym ich swobodę ruchu. Zbyt duża liczba zwierząt w danym przedziale powoduje naruszenie przepisów oraz prowadzi do pogorszenia dobrostanu. Udowodniono, że przy zbyt wysokim (0,89 m²/zwierzę) oraz niskim (1,39 m²/zwierzę) zagęszczeniu była liczba urazów, pojawiających się na ciele jest odpowiednio 4 i 2 razy wyższa niż przy średnim zagęszczeniu (1,16 m²/zwierzę). Wskazuje to na zasadność stosowania przepisów, odnoszących się do odpowiedniej gęstości ładunku, uwarunkowanej zarówno wiekiem, jak i gatunkiem zwierząt [Schwartzkopf-Genswein i in. 2016].

Według wyników kontroli przeprowadzonej przez Najwyższą Izbę Kontroli [2017], Inspekcja Weterynaryjna oraz Inspekcja Transportu Drogowego ujawniły nieprawidłowości w co piątej kontrolowanej ubojni oraz w co setnym kontrolowanym pojeździe przewożącym zwierzęta. Jednocześnie stwierdzono, że współpraca organów Inspekcji Transportu Drogowego i Inspekcji Weterynaryjnej realizowana była w niewielkim stopniu, chociaż taki obowiązek wynika z przepisów. Podkreślono w raporcie, że Policja nie gromadziła danych o wynikach przeprowadzonych kontroli środków transportu zwierząt gospodarskich pod względem ich dobrostanu oraz o liczbie nałożonych mandatów karnych, czy liczbie spraw skierowanych do sądu. Podobnie Główny Lekarz Weterynarii nie gromadził w analizowanym przez NIK okresie danych dotyczących kontroli przeprowadzonych przez organy Inspekcji Weterynaryjnej wspólnie z Policją [NIK 2017]. Natomiast powiatowi lekarze weterynarii uczestniczą najczęściej w procedurach związanych z załadunkiem i rozładunkiem zwierząt, posługując się instrukcją opracowaną przez Głównego Lekarza Weterynarii. Przy skontrolowanych w latach 2014–2015 690 tys. środkach trans-

portu, stwierdzono 2518 przypadków nieprawidłowości, dotyczących najczęściej niezdolności zwierząt do transportu, niewłaściwie prowadzonej dokumentacji, nieodpowiednich praktykach stosowanych podczas transportu i sprawności samych środków transportu [NIK 2017].



Ryc. 4. Wszczęte postępowania administracyjne lub karne jako konsekwencja wyniku prowadzonych kontroli w podmiotach nadzorowanych przez Inspekcję Weterynaryjną w latach 2016–2021 (%)

Zarówno prowadzone kontrole, jak i stwierdzone nieprawidłowości i niezgodności skutkują wszczęciem postępowań administracyjnych i karnych. Analiza tego parametru nie wykazała tendencji spadkowej (ryc. 4). Konsekwencją skali stwierdzanych naruszeń w latach 2016–2021 najczęściej były postępowania dotyczące podmiotów prowadzących działalność w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w obrocie lub skupu zwierząt oraz miejsc gromadzenia zwierząt (ryc. 4).

Podsumowanie

Największa liczba kontroli prowadzonych w ramach nadzoru weterynaryjnego przez Inspekcję Weterynaryjną obejmowała podmioty prowadzące działalność w zakresie zarobkowego przewozu zwierząt oraz środki transportu zatwierdzone do transportu powyżej 8 godzin. Analiza stwierdzonych nieprawidłowości wykazała największą ich skalę w podmiotach prowadzących działalność w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w obrocie lub skupu zwierząt. Wzrost ich w analizowanym okresie wynosił blisko 300%. Wysoki był również odsetek stwierdzanych niezgodności, wykazany również w przypadku miejsc gromadzenia zwierząt oraz podmiotów prowadzących działalność w zakresie pozyskania i obrotu materiałem biologicznym. Najwięcej w analizowanym okresie wszczęto

postępowania administracyjnych lub karnych w przypadku podmiotów prowadzących działalność w zakresie obrotu zwierzętami, pośrednictwa w obrocie lub skupu zwierząt oraz miejsc gromadzenia zwierząt.

Piśmiennictwo

- Dahl-Pedersen K., Foldager L., Herskin M.S., Houe H., Thomsen P.T., 2018. Lameness scoring and assesment of fitness for transport in dairy cows: agreement among and between farmers, veterinarians and livestock drivers. *Research in Veterinary Science* 119, 162–166. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.06.017>.
- Fonseca R.P., Sanchez-Sabate R., 2022. Consumers' Attitudes towards Animal Suffering: A Systematic Review on Awareness, Willingness and Dietary Change. *International Journal of Environmental Research Public Health* 19(23), 16372. <https://doi.org/10.3390/ijerph192316372>.
- Grunert K.G., 2005. Food quality and safety: consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics* 32(3), 369–391. <https://doi.org/10.1093/eurrag/jbi011>.
- Gutkowska K., Guzek D., Głąbska D., Batóg A., Czarnecki J., Gantner A., 2019. Consumers perception of the meat quality determined by the animal welfare aspects – case study of the Świętokrzyskie voivodeship. *Animal Science Papers and Reports* 37(4), 409–418.
- Kleter G., McFarland S., Bach A., Bernabucci U., Bikker P., Busani L., Kok E., Kostov K., Nadal A., Pla M., Ronchi B., Terre M., Einspanier R., 2018. Surveying selected European feed and livestock production chains for features enabling the case-specific post-market monitoring of livestock for intake and potential health impacts of animal feeds derived from genetically modified crops. *Food and Chemical Toxicology* 117, 66–78. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.004>.
- Lipińska I., 2021. Legislative Conditions for Trade in Biological Material of Farm Animals from a Health Perspective. *EU Agrarian Law* 10(2), 1–6. <https://doi.org/10.2478/eual-2021-0006>.
- Miranda-de la Lama G.C., Villarroel M., Maria G.A., 2014. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Science* 98, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.005>.
- Misiewicz J., 2020. Odpowiedzialność karna za naruszenia przepisów ustawy o ochronie zwierząt i o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych, cz. II. *Życie Weterynaryjne* 95(4), 205–206.
- NIK, 2017. Nadzór nad transportem i ubojem zwierząt gospodarskich. Informacja o wynikach kontroli. Warszawa.
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 1/2005 z dnia 22 grudnia 2004 r. w sprawie ochrony zwierząt podczas transportu i związanych z tym działań oraz zmieniające dyrektywy 64/432/EWG i 93/119/WE oraz rozporządzenie (WE) nr 1255/97
- Schwartzkopf-Genswein K., Ahola J., Edwards-Callaway L., Hale D., Paterson J., 2016. Symposium paper: transportation issues affecting cattle well-being and considerations for the future. *The Professional Animal Scientist* 32(6), 707–716.
- Tekień A., Gutkowska K., Żakowska-Biemans S., Józwik A., Krótki M., 2018. Using cluster analysis and choice-based conjoint in research on consumers preferences towards animal origin food products. Theoretical review, results and recommendations. *Animal Science Papers and Reports* 36(2), 171–184.
- Temple D., Mainau E., Manteca X., 2014. Ekonomiczne skutki stresu u trzody chlewnej spowodowanego transportem drogowym. Publikacja nt. Dobrostanu Zwierząt Hodowlanych 9. https://www.fawec.org/media/com_lazy/pdf/pdf/fs9-pl.pdf.
- Tereszkiewicz K., Molenda P., 2015. Transport i ubój zwierząt – prawda i stereotypy z perspektywy społeczno-kulturowej. *Przegląd Hodowlany* 83(6), 1–4.

- Tereszkiewicz K., Molenda P., Wałęga K., 2018. Wyniki kontroli transportu zwierząt przeprowadzonych przez Wojewódzki Inspektorat Transportu Drogowego w Rzeszowie w latach 2012–2017. *Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 19(12), 816–819.
- Thodberg K., Gould L.M., Støier S., Anneberg I., Thomsen P.T., Herskin M.S., 2020. Experiences and opinions of Danish livestock drivers transporting sows regarding fitness for transport and management choices relevant for animal welfare. *Translational Animal Science* 4, 1070–1081, DOI:10.1093/tas/txaa015
- Ustawa o Inspekcji Weterynaryjnej z dnia 29 stycznia 2004 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 2629; zm. Dz. U. z 2022 r. poz. 2727 t.j.).
- Ustawa o ochronie zdrowia zwierząt oraz zwalczaniu chorób zakaźnych zwierząt z dnia 11 marca 2004 r. (Dz. U. 2004 nr 69, poz. 625 t.j.).
- Zawadzki M., Kaizer A., 2021. Transport of animals from the standpoint of the optimisation of meat quality and sustainable consumption. *Scientific Journal of Gdynia Maritime University* 117, 50–64. <https://doi.org/10.26408/117.05>.

Evaluation of sustainability of beef cattle raising in semi-intensive systems in Türkiye: a socio-economic and technical perspective

Hasan Yılmaz¹, Merve Mürüvvet Dağ¹, Doğan Yükselen¹

Introduction

Agriculture, while having a significant share in the overall economy, is divided into two categories: crop and livestock production. While agriculture contributes to 4.5% of the world's Gross National Product (GNP), the livestock sector only constitutes 35% of it [TIGEM 2020]. Livestock production has a significant place and potential in Türkiye, particularly due to the country's natural resources and ecological conditions that make it suitable for livestock husbandry [Vural and Fidan 2007].

In 2022, it was determined that the number of cattle in Türkiye decreased by 5.6% compared to 2021, reaching 17 023 791 heads, and the number of small ruminants decreased by 2.2% compared to 2021, reaching 56 265 750 heads [TUIK 2022]. The reason for this is attributed to incorrect agricultural policies and the inability to cultivate cheap and high-quality feed crops, leading to an increase in feed costs [Arslan and Erdurmus 2012]. Some studies have reported that feed costs constitute approximately 50–85% of the cost of total animal production [Budag 2011, Budag and Kecici 2013, Agus and Widi 2018, Amiri et al. 2022].

Factors affecting the sustainability of beef cattle production; human health, human welfare, animal welfare, environmental impact, water use, land use, animal waste, land fertilization, greenhouse gas production, carbon emissions, biodiversity, genetic modification and unfair trade [Broom 2010, Vries et al. 2015, Broom 2019, Broom 2021]. Broom [2021] revealed in study that the least sustainable beef-production systems are extensive grazing that causes land degradation and the use of feedlots or indoor housing with grain feeding. Also, it is revealed that the semi-intensive silvopastoral systems are the most sustainable beef-production systems, and well-managed pasture-fed beef from areas where crop production is uneconomic is also sustainable [Broom 2021].

The semi-intensive beef cattle farming activity, which reduces feed costs and increases feed variety for beef cattle, is an important source of income for farmers. In this system, beef cattle are raised by spending some periods in grasslands, rangelands and pastures and some periods in the barn during a feeding production process. This also reduces the initial investment costs for the breeder. There are two methods in the semi-intensive feeding system. In the first method, after pasture feeding, fattening is carried out for another 3–4 months with concentrated feed. In the second method, the animals are grazed in the morning and fed in the barn later [Aydin 2011].

¹ Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, Isparta, Turkey

Kars Province is a city located in northeast Anatolia at an altitude of 1770 meters. Due to its extensive meadows and pastures and the long-established history of the live-stock sector in the province, Kars has very favorable conditions, especially for natural pasture beef cattle breeding. Pasture-based beef cattle farming is a common economic activity and the main source of livelihood in Kars. The underdevelopment of the industry and services sectors in the province, as well as the unsuitability of the continental climate for fruit and vegetable cultivation, are among the factors that accelerate the development of the pasture-based beef cattle sector.

Meadow and pasture lands constitute 39.1% of the total land assets of Kars province. Of the cattle bred in Kars province, 8.5% is native breeds, 17.8% is cultural breeds, and 73.6% is hybrid breeds. Despite the potential for livestock breeding in the province, the red meat and meat products sector has not developed. The beef cattle raised in the province are generally sold outside the province as live animals. Live beef cattle shipments are the most important source of income.

In the Northeast Anatolian region, and especially in Türkiye, pasture cattle breeding is common in Kars province due to the limited housing opportunities for farmers, lack of financing, shortage of roughage and concentrate, harsh winter conditions, and high feed and concentrate prices. Between May and September, most cattle are fed on pastures since pastures are rich in grass during this period, and no additional feeding is required by farmers. Most of the beef cattle stay in the pasture at night during the fattening period. The main purpose of farmers engaged in pasture cattle breeding during this period is to earn income from the live weight increase of the beef cattle [Anonymous 2020]. For this reason, breeders feed the cattle they own and the cattle they buy from other breeders between May and September, when the grass is abundant in the pasture, and sell them after the live weight gain. During this period, farmers earn income only from the live weight gain without incurring any expenses other than the shepherd's. Therefore, they have to dispose of their animals at all costs and put them on the market before the winter season comes.

When the literature related to beef cattle fattening in semi-intensive systems is examined, many studies can be found. Some of these studies are related to the environmental impact assessment in semi-intensive systems [Willers et al. 2017, Costantini et al. 2021, Amiri et al. 2022], while others are studies on the determination of socio-demographic and technical characteristics [Aydın 2011, Laya et al. 2020, Sulfiar et al. 2020] in semi-intensive systems. This study aims to evaluate from the socio-economic and technical perspective of sustainability of traditional beef cattle raising in a semi-intensive system in the Kars province of Türkiye.

Material and method

The main material of this study consists of primary data obtained from surveys conducted with farmers engaged in semi-intensive of traditional beef cattle farming in the central district of Kars province (Fig. 1). Secondary data of the study are composed of literature previously conducted, information obtained from the Kars Provincial Directorate of Agriculture and Forestry regarding the region, and statistical data.

The research area was comprised of Ataköy, Azat, Karacaören, Borluk, Hacıhalil, and Gelirli villages in the central district of Kars province. These villages are the ones where semi-intensive beef cattle farming is intensively carried out. The data of the study

were obtained through a survey conducted with 70 semi-intensive beef cattle farmers in the designated villages in accordance with the aim of the research.



Fig. 1. Example of traditional beef cattle farming in the Kars Province, Türkiye

The survey data obtained from the farmers were analyzed using descriptive statistics such as percentage, arithmetic mean, standard deviation, minimum and maximum values, etc., as well as independent sample t-test and chi-square test in accordance with the objectives of the study. Independent sample t-test was used to determine whether there were differences for the farmers whose cattle died due to different reasons during grazing in the grasslands, rangelands and pastures and to determine the significance of differences in live weight changes based on some parameters. Chi-square test was used to determine the de-

pendence between farmers who believed that pasture conditions negatively affected grazing and animal mortality in the field. ANOVA test was performed to determine the differences in live weight changes based on the factors of education level and beef cattle breed.

Results and discussion

The socio-demographic characteristics of the producers were examined in Table 1. Accordingly, the average age of beef cattle farmers was determined to be 43.1 years, the average household size was 7.5 person and the average experience in beef cattle farming was 24 years. It was found that 54.3% of the farmers had completed primary education and 78.6% did not have a non-agricultural job. In a study conducted by Budag and Kececi [2013] in Van province, it was determined that 77% of the beef cattle farmers had completed primary education, and 76% of them had less than 30 years of experience in beef cattle farming. In another study conducted with semi-intensive production farmers, the average age was found to be 46.9 years, the production experience was 18.1 years, and 67.2% of the farmers had completed primary education [Sulfiar et al. 2020]. Agir and Akbay [2017] determined the average age of beef cattle farmers to be 45.0 years, the duration of their education to be 7.8 years, and their average experience in beef cattle farming to be 17.1 years. In another study conducted in Kars and Erzurum provinces, it was found that 80.3% of the farmers had completed primary education [Aydin 2011]. The level of agricultural credit usage by farmers was 32.9%, and the level of benefiting from agricultural supports was 57.1% (table 1).

Table 1. Socio-Demographic Characteristics of Producers

		\bar{x}	σ
Farmer's age (years)		43.1	9.989
Household size (person)		7.5	2.636
Average agricultural income (₺/years)*		250.202,8	268.923,0
Farmers experience (years)		24.0	11.711
		N	%
Education level	primary school	38	54.3
	high school	26	37.1
	university	6	8.6
Social security	yes	40	57.1
	no	30	42.9
Non-agricultural job	yes	15	21.4
	no	55	78.6
Agricultural credit usage	yes	23	32.9
	no	47	67.1
Benefiting from agricultural supports	yes	40	57.1
	no	30	42.9

* Exchange Rates in February 15 of 2020: 1 Euro = 6,56 Turkish Lira

Determining the share of animal production in the income provided by farmers is crucially important. In Table 2, it has been determined that the share of animal production is considerably high in all income groups. Accordingly, the share of crop production income is low in all three income groups; the share of animal production income is 78.6% in the low-income group, 85.4% in the middle-income group, and 91.1% in the high-income group.

Table 2. Distribution of Agricultural and Non-Agricultural Income*

	Low income	Middle income	High income
Crop production income (\bar{x})	11 653	19 650	25 208
Crop production income share (%)	17.8	10.9	4.7
Animal production income (\bar{x})	51 469	153 750	491 666
Animal production income share (%)	78.6	85.4	91.1
Agricultural production income (\bar{x})	63 122	173 400	516 875
Agricultural production income share (%)	96.4	96.3	95.8
Non-agricultural income (\bar{x})	2 346	6 600	22 500
Non-agricultural income share (%)	3.6	3.7	4.2
Total income (\bar{x})	65 468	180 000	539 375

* Low income: below 120,000 TL per year, Middle income: 120,000–240,000 TL per year, High income: above 240,000 TL per year. (Exchange Rates in February 15 of 2020: 1 Euro = 6,56 Turkish Lira)

When the farming features of the farms were examined, it was determined that 58.6% of the farm owners meet the beef cattle supply from their own production, the majority of the breeds of cattle (81.4%) are crossbred, and 82.9% of the farms employ foreign labor (tab/ 2).

Due to the high cost of feed, some breeders meet their feed plant needs from the crops they grow themselves. The average area of feed crops planted by the farmers in the study was 16.9 hectares, consisting of oats, sainfoin, vetch, barley, and wheat (table 3). In other study in Van province, it was determined that the most commonly used feeds by fattening breeders were barley (96%), wheat (88%), wheat straw (87%), alfalfa (66%), hay (45%), lentil straw (54%), and clover (35%) [Budag and Kececi 2013]. In another study, the average feed crop cultivation area of beef cattle farms was found to be 4.16 hectares on average [Agir and Akbay 2017].

The technical characteristics of semi-intensive beef cattle breeding in Turkey are given in Table 4. The average number of beef cattle fattening in the pasture on the examined farms was calculated at 39.4. It was determined that 66% of the beef cattle taken for fattening were male and 34% were female. The average growing period in the pasture was

determined to be 5.4 months (162 days). It was determined that the beef cattle were fattened in the pasture at an average age of 11.8 months and sold for slaughter at 17.1 months of age. Average live weight per fattening was calculated as 221.3 kg, and average live weight at the end of fattening was calculated as 307.2 kg. It was determined that there was an average daily weight gain of 530.4 g during the fattening period in the pasture.

Table 3. Farming Features of the Farms

Features		N	%
Breed of beef cattle	culturebreed	4	5.7
	nativebreed	9	12.9
	crossbreed	57	81.4
Source of beef cattle procurement	own production	41	58.6
	livestock market	29	41.4
Use of foreign labor	yes	58	82.9
	no	12	17.1
Feed crop cultivation status	yes	41	58.6
	no	29	41.4
		\bar{x}	σ
		16.9	20.4
Area of cultivated feed crops (hectares)	oats	5.8	7.1
	sainfoin	3.5	5.1
	vetch	3.4	3.7
	barley	2.3	4.3
	wheat	1.9	4.3

In a other study, it was determined that 66% of the beef cattle farming was intensive, 20% was semi-intensive, and 14% was done with extensive methods. It was also concluded that 76% of the farmers had a fattening period of 120 days [Budag and Kececi 2013]. In another study, it was found that the average live weight of cattle in intensive beef cattle farms was 719.4 kg, whereas it was 498.7 kg in semi-intensive farms [Laya et al. 2020]. In another study, the live weight at the beginning of fattening was found to be 219 kg, the live weight at the end of fattening was 457 kg, and the average daily weight gain was determined at 1.233 g [Cicek and Sakarya 2003]. The average fattening period was determined to be 194 days (6.5 months). In a study conducted by Aydin [2011] in the provinces of Erzurum and Kars, it was found that in grazing farms, the average live weight at the beginning of fattening was 171.1 kg, the average live weight at the end of fattening was 277.8 kg, the average daily weight gain was 729 g, and the average fattening period was 148 days.

Table 4. Technical characteristics of beef cattle raising in semi-intensive farming systems

Characteristics	\bar{x}	σ	min	max
Number of beef cattle (head)	39.4	34.764	2	200
Number of male cattle (head)	26.0	37.110	0	200
Number of female cattle (head)	13.4	18.246	0	100
Time to raise beef cattle on pasture (months)	5.4	1.028	3	8
Starting age for pasture fattening (months)	11.8	5.578	3	24
Age at which beef cattle are sold for slaughter (months)	17.1	5.472	6	30
Live weight (LW) at the beginning of pasture fattening – kg	221.3	103.180	100	550
Live weight (LW) at the end of pasture fattening (kg)	307.2	120.748	120	650
Live weight change (kg)	85.9	30.684	20	210
Daily live weight gain (gr)	530.4	189.408	123	1.296

Farmer behaviors related to animal health, welfare and pasture conditions were given Table 5. It was determined that 90% of the farmers on beef cattle breeding, and 94.3% have not received any education on animal health. The rate of farms that veterinarian employment were 55.7%. Sixty percent of the breeders have health controls to beef cattle, and 100% farmers vaccinated the beef cattle (tab. 5). Farmers were asked to evaluate the suitability of pasture conditions in the village, an important parameter in animal health and welfare. Accordingly, 37.1% of the farmers stated that pasture conditions were unsuitable, 8.6% reported experiencing stoniness problems in the pasture, and 38.6% reported that the beef cattle were unable to meet their water requirements in the pasture (tab. 5).

It was determined that the time of raising their beef cattle in the pasture was 5.2 months for the farmers whose the case of cattle mortality due to different reasons during grazing, and 5.7 months for the breeders whose did not the case of cattle mortality during grazing. It was determined that the this difference was found to be statistically significant (tab. 6). The rate of 55.7% of the farmers whose cattle died during grazing in the pasture stated that the grass capacity of the pastures deteriorated due to adverse climatic conditions. This situation was found to be statistically significant.

The differences in live weight change according to some parameters in beef cattle raising in semi-intensive systems was given Table 7. The average live weight gain in beef cattle of the determined that the live weight increase in beef cattle was higher in the breeders who had more experience in beef cattle breeding, procure their beef cattle from the livestock market and overnight breeders who received training in beef cattle breeding was 67.1 kg, the average live weight gain of the breeders who did not receive training was determined as 88 kg ($p < 0.1$). It was the beef cattle on the pasture. The relationship between these parameters was found to be statistically significant. This relationship can be explained by the fact that the breeders buy the weak livestock from the livestock market at a cheap price and sell them with more live weight gain, and keeping the livestock in the pasture at night during the fattening period provides more live weight gain. However, no statistically significant difference was observed between the education level of the breeders, the breed of beef cattle and the live weight gain ($p > 0.1$).

Table 5. Farmer behaviors related to animal health and welfare

		N	%
Cattle breeding education	yes	7	10.0
	no	63	90.0
Breeder education on animal health	yes	4	5.7
	no	66	94.3
Veterinarian employment on the farm	yes	39	55.7
	no	31	44.3
Getting health checks	yes	42	60.0
	no	28	40.0
Getting vaccinations	yes	70	100.0
	no	0	0
Are the pasture conditions of the village suitable for grazing beef cattle?	yes	44	62.9
	no	26	37.1
The occurrence of stoniness problem in the pasture	yes	6	8.6
	no	64	91.4
Can the water need of the beef cattle be fully met in the pasture?	yes	43	61.4
	no	27	38.6

Table 6. The case of beef cattle mortality in pasture according to some parameters

The case of beef cattle mortality in pasture		N	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t-test
Duration of raising beef cattle in pasture (months)	yes	39	5.2 ± 0.173	-1.947*
	no	31	5.7 ± 0.164	
Live weight (LW) at the beginning of pasture fattening – kg	yes	39	226.4 ± 16.105	-0.463
	no	31	214.9 ± 19.342	
		N	%	chi-square test
Deterioration of grass capacity of pastures due to adverse climatic conditions	yes	39	55.7	10.658**
	no	31	44.3	

*0.10, **0.01 are significant at the level.

Table 7. Determining the differences in the live weight change of beef cattle according to some parameters

		N	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	t-test
Beef cattle farming training	yes	7	67.1 \pm 8.653	-1.732*
	no	63	88.0 \pm 3.887	
Beef cattle production experience (years)	≤ 15	17	75.3 \pm 5.634	-1.663*
	>15	53	89.3 \pm 4.426	
Source of beef cattle procurement	own production	41	80.1 \pm 3.622	-1.919*
	livestock market	29	94.1 \pm 7.000	
Keeping the beef cattle in the pasture at night during the fattening period	yes	41	96.5 \pm 4.557	-3.720**
	no	29	71.0 \pm 4.937	
				ANOVA test
Education level	primary school	38	80.9 \pm 4.231	0.780
	high school	26	97.3 \pm 6.834	
	university	6	68.3 \pm 10.139	
Breed of beef cattle	nativebreed	9	76.6 \pm 9.574	1.120
	culturebreed	4	100.0 \pm 20.413	
	crossbreed	57	86.4 \pm 4.024	

*0.10, **0.01 are significant at the level.

Conclusion

In this study, the sustainability of beef cattle raising in semi-intensive systems, which is traditionally practiced in Kars province of Turkey and is an important source of income for farmers, has been evaluated from a socio-economic and technical perspective. According to the findings of the study, the average number of beef cattle fattened in the pasture was determined as 39.4 heads. The average fattening period in the pasture was determined as 5.4 months. The average age at which the beef cattle were fattened was 11.8 months, and the average age at which the beef cattle were sold for slaughter was 17.1 months. During the fattening period, the average live weight gain was calculated as 221.3 kg, and the daily live weight gain was calculated as 530.4 g. As a result of the statistical analysis, a statistically significant relationship was found between the live weight gain of beef cattle and the parameters of breeding experience, obtaining beef cattle from the animal market and beef cattle stay in the pasture at night during the fattening period. Also, it was determined that the grazing capacity of the pastures decreased due to adverse climatic conditions, and the drinking water problem of the beef cattle in the pastures.

In order to ensure the sustainability of the traditional semi-intensive beef cattle breeding system, which has an important place in the socio-economic development of Kars

province, well-designed policies are needed for the sustainable use of pastures and development of pasture livestock. Based on the findings of this study, the following recommendations can be developed. Beef cattle production models should be developed by considering the genotype differences of the livestock material. In the use of pastures, care should be taken to consider the total number of animals and the grass quality of the pastures. Effective farmer training and veterinary services should be provided to breeders in order to ensure the technical knowledge competence of breeders.

Furthermore, the ensure for the sustainable use of rangelands, it is of great importance to use the rangeland resources more rationally and not to graze beef cattle above their grazing capacity. In order to maintain the grazing capacity of the pastures, it should be ensured that the farmers comply with the start and end dates of grazing their beef cattle in the pastures. Farmer training and extension studies should be carried out in this regard.

References

- Ağır H.B., Akbay C., 2017 Adana İlinde Sözleşmeli ve Sözleşmesiz Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Analizi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34(3), 139–147.
- Agus A., Widi T.S.M., 2018. Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia – A Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 31(7), 976, <https://doi.org/10.5713%2Fajas.18.0233>.
- Amiri Z., Maghsoudi A., Asgharipour M.R., Nejati-Javaremi A., Campbell D.E., 2022. The semi-intensive production model: a strategy based on emergy and economic analyses to realize sustainability in the ecosystem of sistani beef cattle raising in Iran. *Journal of Cleaner Production* 362, 132304. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132304>.
- Anonymous, 2020. Governorship Circular on the Use of Pastures and Mobile Beekeeping Activities, 1.
- Arslan M., Erdurmus C., 2012. A general overview of livestock farming and roughage problem in our country. *Agriculture Engineering* 359, 32–37.
- Aydın E., 2011. Economic analysis of cattle fattening enterprises in Kars and Erzurum Provinces. PhD Thesis, Department of Animal Health Economics and Management, Institute of Health Sciences, Ankara University, 323.
- Broom D.M., 2010. Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Veterinary Medical Education* 37, 83–88. <https://doi.org/10.3138/jvme.37.1.83>.
- Broom D.M., 2019. Land and water usage in beef production systems. *Animals* 9(6), 286, <https://doi.org/10.3390/ani9060286>
- Broom D.M., 2021. A method for assessing sustainability, with beef production as an example. *Biological Review* 96, 1836–1853. <https://doi.org/10.1111/brv.12726>.
- Budag C., Kececi S., 2013. A survey study on feed and feeding practices for cattle in Van Province. *Journal of Yuzuncu Yil University, Institute of Science and Technology* 18(1–2), 48–61.
- Budag C., 2011. Production status and issues of feed factories in Van. *Journal of Yuzuncu Yil University, Institute of Science and Technology* 14(2), 102–107.
- Cicek H., Sakarya E., 2003. Profitability and productivity analysis in cattle breeding enterprises in Afyon Province. *Lalahan Livestock Research Institute Journal* 43(2), 1–13.
- Costantini M., Vázquez-Rowe I., Manzardo A., Bacenetti, J., 2021. Environmental impact assessment of beef cattle production in semi-intensive systems in Paraguay. *Sustainable Production and Consumption* 27, 269–281. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.003>.

- Laya N.K., Ibrahim D., Dako S., Datau F., 2020. Analysis of the size and body weight characteristic of ongole cattle that are kept with intensive and semi-intensive system. *Journal of Seybold Report* 15(8), 2737–2747.
- Sulfiar A.E.T., Atmoko B.A., Guntoro B., Budisatria I.G.S., 2020. The profiling of the farmers with semi-intensive and intensive cattle production systems in South Konawe District, Southeast Sulawesi Province. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 465(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/465/1/012061>.
- TIGEM (General Directorate of Agricultural Enterprises), 2020. Livestock Sector Report. <https://www.yerkoytb.org.tr/dosyalar/MTYwZDljYmEyZWVkNTU.pdf> [access: 19.03.2023].
- TUIK (Türkiye Statistical Institute), 2022. Animal Production Statistics. <https://data.tuik.gov.tr/Bul-ten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2022-49682> [access: 19.03.2023].
- Vries M.D., van Middelaar C.E., de Boer I.J.M., 2015. Comparing environmental impacts of beef production systems: a review of life cycle assessments. *Livestock Science* 178, 279–288, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.020>.
- Vural H., Fidan H., 2007. Characteristics of animal production and livestock enterprises in Turkey, *Journal of Agricultural Economics* 13(1 ve 2), 49–59.
- Willers C.D., Maranduba H.L., de Almeida Neto J.A., Rodrigues L.B., 2017. Environmental impact assessment of a semi-intensive beef cattle production in Brazil's Northeast. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 22, 516–524. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1062-4>.



**Wydawnictwo
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie**

ISBN 978-83-7259-415-0