



**UNIWERSYTET  
PRZYRODNICZY**  
w Lublinie

**WYDZIAŁ  
BIOLOGII, NAUK O ZWIERZĘTACH  
I BIOGOSPODARKI**

**Martyna Ewa Kiesz**

**EFEKTYWNOŚĆ STOSOWANIA FERMENTOWANEJ  
POEKSTRAKCYJNEJ ŚRUTY SOJOWEJ LUB/I RZEPAKOWEJ  
W ŻYWIENIU LOCH I WARCHLAKÓW**

*THE EFFECTIVENESS OF FERMENTED SOYBEAN MEAL AND/OR RAPESEED  
MEAL IN SOWS AND WEANERS FEEDING*

*Autoreferat pracy doktorskiej*

Lublin 2019

**UNIWERSYTET PRZYRODNICZY W LUBLINIE**

**WYDZIAŁ BIOLOGII,**

**NAUK O ZWIERZĘTACH I BIOGOSPODARKI**

**Martyna Ewa Kiesz**

**Efektywność stosowania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej  
lub/i rzepakowej w żywieniu loch i warchlaków**

*The effectiveness of fermented soybean meal and/or rapeseed meal  
in sows and weaners feeding*

Autoreferat pracy doktorskiej

*Summary of PhD thesis*

**Praca wykonana pod kierunkiem**

prof. dr hab. Anny Czech  
w Katedrze Biochemii i Toksykologii  
UP w Lublinie

**Promotor pomocniczy**

dr inż. Edyta Kowalczuk-Vasilev  
Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii  
UP w Lublinie

**Recenzenci:**

dr hab. Małgorzata Kasprowicz-Potocka  
Katedra Żywienia Zwierząt  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

dr hab. Mariusz Korczyński prof. nadzw.  
Katedra Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Lublin 2019

## STRESZCZENIE

### **Efektywność stosowania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej lub/i rzepakowej w żywieniu loch i warchlaków**

Celem badań była ocena efektywności stosowania fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu loch w okresie ciąży i laktacji na podstawie efektów produkcyjnych, strawności składników pokarmowych, wartości wybranych parametrów krwi oraz oceny mikrobiologicznej przewodu pokarmowego loch i ich potomstwa. Dodatkowym celem było porównanie efektywności stosowania ww. komponentu paszowego w żywieniu loch pierwiastek vs wieloródek. Ocenie poddano także efektywność stosowania fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej lub/i sojowej w żywieniu warchlaków na podstawie wskaźników produkcyjnych, strawności składników pokarmowych, wartości wybranych parametrów krwi oraz oceny histologicznej i mikrobiologicznej przewodu pokarmowego.

Reasumując można stwierdzić, że stosowanie fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej daje pozytywne rezultaty, zwłaszcza w żywieniu loch pierwiastek. W żywieniu warchlaków najefektywniejszym udziałem białkowych komponentów fermentowanych był 6% udział fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej oraz 2% udział fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty sojowej. Przeprowadzone badania potwierdziły wysoką przydatność wysuszonych komponentów fermentowanych w żywieniu loch i warchlaków. Zastosowanie takich komponentów białkowych w dawce pokarmowej pozwoli hodowcy wpłynąć na poprawę funkcjonowania przewodu pokarmowego zwierząt, a tym samym wpłynąć pozytywnie na ich zdrowie, co z kolei przyniesie pozytywne efekty w postaci lepszej ich kondycji, co jest bardzo pożądane w tym istotnym okresie chowu świń. Fermentowana wysuszona poekstrakcyjna śruta rzepakowa może stać się alternatywą w stosunku do komponentów białkowych z roślin GMO (śruta sojowa) stosowanych w mieszankach paszowych dla świń. Proces fermentacji może pozwolić także na pełniejsze wykorzystanie pasz białkowych rodzimego pochodzenia w żywieniu świń.

**Słowa kluczowe** – lochy, warchlaki, komponenty białkowe, rzepak, soja, komponenty fermentowane, krew, efekty produkcyjne

## SUMMARY

### **The effectiveness of fermented soybean meal and/or rapeseed meal in sows and weaners feeding**

The aim of the study was to assess the effectiveness of fermented dried rapeseed meal in diets for sows, during pregnancy and lactation period, on the basis of growth performance, digestibility of nutrients, selected blood parameters, and microbiological assessment of the digestive tract of sows and their offspring. An additional goal was to compare the effectiveness of this feed component in feeding of primiparous vs. multiparous sows. Assessment of the effectiveness of fermented dried rapeseed and/or soybean meal in diets for weaners was based on production parameters, digestibility of nutrients, and values of selected blood parameters, as well as histological and microbiological evaluation of the gastrointestinal tract.

The use of fermented dried rapeseed meal replacing the soybean meal was found to yield positive results, especially for primiparous sows. In case of weaner pigs, the most effective proportions of fermented protein components were the 6% share of fermented dried rapeseed meal and 2% share of fermented dried soybean meal. The research has confirmed that fermented dried feed components are highly suitable in sows and weaners nutrition. The use of such protein components in the feed ration improves the digestive tract function in the animals, thus favourably affects their health, which in turn will positively affect their body condition, which is highly beneficial in this important period of pig production. Fermented dried rapeseed meal can become an alternative to protein components from GMO plants (soybean meal) used in complete mixtures for pigs. The fermentation process will also enable better utilization of protein feedstuffs of native origin in pig diets.

**Keywords** - sows, weaners, protein components, rapeseed, soybean, fermented components, blood, growth performance

## SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA</b>	<b>4</b>
<b>2. CEL I HIPOTEZA BADAWCZA</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERIAŁ I METODY</b>	<b>6</b>
3.1. Układ doświadczenia	7
3.2. Żywienie zwierząt	9
3.3. Czynności doświadczalne	10
3.4. Analizy laboratoryjne	12
3.4.1. Analiza paszy, komponentów fermentowanych i kału	12
3.4.2. Badania strawnościowe	12
3.4.3. Analiza krwi	12
3.4.4. Analiza mikrobiologiczna treści przewodu pokarmowego	13
3.4.5. Analiza histologiczna odcinków przewodu pokarmowego	13
3.4.6. Analiza siary	14
3.5. Analiza statystyczna	14
<b>4. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE</b>	<b>15</b>
4.1. Skład chemiczny komponentów fermentowanych oraz mieszanek paszowych dla loch i warchlaków	15
4.2. Wskaźniki produkcyjne i badania strawnościowe	16
4.3. Wyniki analizy mikrobiologicznej i histologicznej przewodu pokarmowego	18
4.4. Wyniki analizy hematologicznej krwi oraz wskaźników immunologicznych krwi i siary	19
4.5. Wyniki analizy osocza krwi	21
4.5.1. Wskaźniki biochemiczne	21
4.5.2. Wskaźniki profilu lipidowego krwi	22
4.5.3. Aktywność wybranych enzymów krwi	23
4.5.4. Zawartość składników mineralnych w osoczu krwi	24
4.5.5. Wyniki analizy wskaźników oksydoredukcyjnych krwi i tkanek	24
<b>5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI</b>	<b>26</b>
<b>6. PIŚMIENNICTWO</b>	<b>28</b>

## 1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

W związku z zakazem stosowania w kraju mączek pochodzenia zwierzęcego, obowiązującym od 1 listopada 2003 roku, poszukuje się naturalnych i bezpiecznych komponentów do produkcji pasz mogących wspomóc pokrycie zapotrzebowania zwierząt gospodarskich na podstawowe składniki odżywcze. Najczęściej stosowanym do tej pory komponentem białkowym jest poekstrakcyjna śruta sojowa. Cechuje się ona wysoką zawartością białka, zrównoważonym profilem aminokwasowym (duże ilości lizyny, tryptofanu, treoniny i izoleucyny) [De Visser i wsp., 2014] i niską zawartością substancji antyżywniowych [Florou-Paneri i wsp., 2014]. Ujemną stroną tego komponentu paszowego jest jednak stosunkowo niski poziom aminokwasów siarkowych, a także występowanie polisacharydów nieskrobiowych tj. rafinozy i stachiozy, które ze względu na brak u zwierząt monogastrycznych specyficznych enzymów trawiennych, nie są rozkładane w ich przewodzie pokarmowym [Wenk, 2001]. Ponadto nasiona soi pochodzą głównie z upraw genetycznie modyfikowanych (GMO), stanowiąc tym samym aż 64% wszystkich stosowanych komponentów białkowych w Europie [De Visser i wsp., 2014].

Obecnie coraz większy nacisk kładzie się na wycofanie z żywienia zwierząt gospodarskich pasz pochodzących z upraw z udziałem GMO, poszukuje się alternatywnych komponentów białkowych, które mogłyby zastąpić poekstrakcyjną śrutę sojową. Na taki stan ma również wpływ koszt oraz dostępność śruty sojowej. Ulega ona szybkim zmianom, co związane jest m.in. z fluktuacją na rynku globalnym [Florou-Paneri i wsp., 2014]. Dlatego też producenci trzody chlewnej w Unii Europejskiej maksymalizują wykorzystanie rodzimych pasz białkowych.

Surowcem pochodzenia krajowego, który mógłby zastąpić śrutę sojową, są nasiona roślin strączkowych (np. łubinów, bobiku i grochu) czy też produkty przemysłu olejarskiego tj. poekstrakcyjna śruta rzepakowa, które niestety są bogate w duże ilości substancji antyżywniowych.

Ze względu na interesujący skład aminokwasowy najczęstszym „zamiennikiem” poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu trzody chlewnej jest poekstrakcyjna śruta rzepakowa. Białko nasion rzepaku zawiera w odróżnieniu od nasion soi znaczne ilości aminokwasów siarkowych (metionina, treonina, cystyna), których niedobór najczęściej ogranicza wykorzystanie pasz roślinnych w mieszankach dla trzody chlewnej. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa ma jednak niższą wartość pokarmową, na co składa się przede wszystkim niższa zawartość białka, w tym lizyny, większa zawartość włókna pokarmowego i związana z tym niższa wartość energetyczna oraz obecność antyżywniowych związków jak glukozynolany, taniny, fityniany i inne [Schoëne i wsp., 2001].

W celu rozwiązania tej sprzeczności pomiędzy stosunkowo wysoką wartością odżywczą i niskim stopniem wykorzystania śruty rzepakowej, a także sojowej, stosowane są metody ich

detoksykacji, ekstrakcji czy separacji. Jedną z takich metod jest poddanie śrutę działaniu mikroorganizmów (proces fermentacji), które jako źródło enzymów takich jak: glukozydazy, amylazy, celulazy, chitynazy, fitazy, ksylanazy, esterazy, inwertazy lub lipazy, mogą skutecznie hydrolizować białka rzepaku czy soi, a przede wszystkim rozkładać substancje antyżywniowe [Couto i Sanroman, 2006]. Ponadto fermentacja wpływając na podział ścian komórkowych zbóż uwalnia i/lub indukuje syntezę różnych związków bioaktywnych, w tym przede wszystkim przeciwutleniaczy [He i wsp., 2012].

Fermentowane komponenty paszowe w formie płynnej (system żywienia na mokro) wykorzystywane są w żywieniu zwierząt monogastycznych od wielu lat [Scholten i wsp., 1999; Canibe i wsp., 2007; Song i wsp., 2010; Canibe i Jensen, 2012], jednak ze względu na trudności, jakie związane są z podawaniem takiej formy paszy dla trzody chlewnej oraz z mnogością gospodarstw hodujących trzodę chlewną w systemie żywienia w oparciu o pasze suche, interesujące byłoby przeanalizowanie skuteczności stosowania fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śrutę sojowej lub/i rzepakowej w żywieniu loch w okresie ciąży i laktacji, a także warchlaków.

## **2. CEL I HIPOTEZA BADAWCZA**

Zarówno śruta jak sojowa i rzepakowa są ważnymi źródłami białka w dawkach pokarmowych dla zwierząt monogastycznych. Jednak wykorzystanie ich, zwłaszcza śrutę rzepakowej w żywieniu trzody chlewnej utrudnione jest przez obecność w nich wielu czynników antyżywniowych. Na niekorzystne działanie tych składników narażone są przede wszystkim lochy pierwiastki w okresie ciąży i laktacji, a także młode osobniki, które nie mają w pełni wykształconych funkcji obronnych organizmu.

Jedną z metod detoksykacji śrutę sojowej czy rzepakowej jest poddanie jej działaniu mikroorganizmów (proces fermentacji), których enzymy mogą skutecznie hydrolizować białka rzepaku czy soi, a przede wszystkim rozkładać substancje antyżywniowe. Ponadto fermentacja, powodując rozkład strukturalny ścian komórkowych, uwalnia i/lub indukuje syntezę różnych związków bioaktywnych. W związku z tym uzdatnienie przede wszystkim produktów z nasion rzepaku może stać się alternatywą do powszechnie stosowanej śrutę sojowej pochodzącej głównie z upraw genetycznie modyfikowanych (GMO).

Innym zagadnieniem interesującym z punktu widzenia chowu świń jest forma podania zwierzętom fermentowanych komponentów paszowych. Mogą one być w formie płynnej (system żywienia na mokro) lub wysuszonej. Ze względu na trudności, jakie związane są z podawaniem płynnej formy paszy oraz z mnogością gospodarstw utrzymujących świnię w tzw. systemie na sucho, interesujące byłoby przeanalizowanie skuteczności stosowania fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej sojowej śrutę lub/i rzepakowej w tym systemie w żywieniu loch w

okresie ciąży i laktacji, a także warchlaków.

Wobec powyższego postanowiono zweryfikować następujące hipotezy badawcze:

- ✓ Fermentowana wysuszona poekstrakcyjna śruta rzepakowa poprzez swoje walory odżywcze (cenne źródło aminokwasów siarkowych, lepiej przyswajalne białko, niska zawartość substancji antyodżywczych) oraz prozdrowotne (źródło mikroorganizmów, enzymów trawiennych, związków antyoksydacyjnych) wpływa na poprawę efektów produkcyjnych, strawność składników pokarmowych, redukcję niepożądaną mikroflory przewodu pokarmowego, stymulację procesów metabolicznych, ale przede wszystkim na zdrowie loch ciężarnych i podczas laktacji oraz ich potomstwa;
- ✓ Istnieje zależność pomiędzy wiekiem (pierwiastki vs wieloródki) oraz stanem fizjologicznym (ciąża, laktacja), a żywieniem loch wpływająca na wskaźniki produkcyjne, strawność składników pokarmowych i wskaźniki krwi loch;
- ✓ Wprowadzenie fermentowanych wysuszonych poekstrakcyjnych białkowych komponentów paszowych do mieszanek dla warchlaków może korzystnie wpływać na ich odporność oraz skład mikroflory i obraz histologiczny przewodu pokarmowego, a tym samym poprawić wyniki produkcyjne.

W celu weryfikacji wymienionych hipotez wykonano dwa doświadczenia, których celem była:

- ocena efektywności stosowania fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach dla loch z uwzględnieniem okresu fizjologicznego (ciąża, laktacja) na podstawie efektów produkcyjnych, strawności składników pokarmowych, wartości wybranych parametrów krwi oraz oceny mikrobiologicznej przewodu pokarmowego loch i ich potomstwa. Dodatkowym celem było porównanie efektywności stosowania ww. komponentu paszowego w żywieniu loch pierwiastek vs wieloródek.

- ocena efektywności stosowania fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty sojowej lub/i rzepakowej w mieszankach dla warchlaków na podstawie wskaźników produkcyjnych, strawności składników pokarmowych, wartości wybranych parametrów krwi oraz oceny histologicznej i mikrobiologicznej przewodu pokarmowego.

### **3. MATERIAŁ I METODY**

Doświadczenie składające się z dwóch etapów wykonano na terenie Fermy Trzody Chlewnej w Lipowcu. Pierwszy etap doświadczenia przeprowadzono w jednym budynku reprodukcyjnym i obejmował on lochy w okresie ciąży i laktacji żywione mieszankami z udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (FŚR – komponent składający się z produktów ubocznych z rzepaku, pszenicy i buraków cukrowych, a także specyficznych bakterii

produkujących kwas mlekowy, którego dokładny skład, specyfikacja, warunki suszenia itp. objęte są ochroną patentową.. Nazwa handlowa EP100i EUROPEAN PROTEIN), jako komponentu paszowego. Drugi etap doświadczenia przeprowadzono w jednym budynku produkcyjnym (odchowalni) i obejmował on warchlaki żywione mieszanką z udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (FŚR) lub/i fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śrutu sojowej (FŚS - komponent składający się z produktów ubocznych z soi oraz specyficznych bakterii produkujących kwas mlekowy, którego dokładny skład, specyfikacja, warunki suszenia itp. objęte są ochroną patentową.. Nazwa handlowa EP200 EUROPEAN PROTEIN).

Badania zostały zaakceptowane przez Lokalną Komisję Etyczną do spraw doświadczeń na zwierzętach w Lublinie z dnia 08 kwietnia 2016 roku, nr zezwolenia 21/2016.

### **3.1. UKŁAD DOŚWIADCZENIA**

#### **I ETAP DOŚWIADCZENIA**

Materiał doświadczalny stanowiło 60 loch rasy Yorkshire krytych knurami Danish Landrace.

Do badań wykorzystano lochy pierwiastki (30 sztuk) oraz lochy wieloródki po drugiej (10 sztuk), trzeciej (10 sztuk) i czwartej laktacji (10 sztuk).

Lochy pierwiastki podzielono na dwie grupy: kontrolną  $K_1$  i doświadczalną  $FR_1$ . Podobne postępowanie przyjęto dla loch wieloródek, dzieląc je na dwie równoliczne grupy  $K_2$  i  $FR_2$  z uwzględnieniem kolejnej laktacji (Tabela 1). Grupa kontrolna  $K_1$  i  $K_2$  to odpowiednio loszki pierwiastki i wieloródki otrzymujące w okresie ciąży standardową paszę dla loch prośnych, a w okresie laktacji paszę dla loch laktujących. Grupy doświadczalne  $FR_1$  i  $FR_2$  to odpowiednio loszki pierwiastki i wieloródki otrzymujące w okresie niskiej i wysokiej ciąży (do 100 dnia ciąży), paszę dla loch prośnych z 4% udziałem FŚR. Ponadto lochy z tych grup od 100 dnia ciąży do 7 dnia laktacji otrzymywały mieszankę z 9% udziałem fermentowanej śrutu rzepakowej, a następnie do końca laktacji ponownie mieszankę z 4% udziałem komponentu fermentowanego (FŚR).

Mieszankę z 4% udziałem komponentu fermentowanego (FŚR) lochy otrzymały z chwilą efektywnego pokrycia, czyli w dniu stwierdzenia ciąży metodą ultrasonografii (USG) (ok. 3 tygodnia ciąży). W okresie okołoporodowym (od 100 do 114 dnia ciąży) oraz w pierwszym tygodniu laktacji (7 dni) udział komponentu FŚR został zwiększony do 9% w celu uzyskania oczekiwanych efektów jego działania (wcześniejsze obserwacje).

#### **II ETAP DOŚWIADCZENIA**

W drugim etapie doświadczenia wzięły udział 28 dniowe prosięta (koniec laktacji) pochodzące od loch pierwiastek otrzymujących paszę z udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej (z grupy  $FR_1$ ). Do doświadczenia włączono 10 prosiąt z każdego



miotu (n=150). Prosięta na zasadzie analogów z uwzględnieniem masy ciała oraz płci przydzielono do pięciu grup. W każdej grupie znajdowało się po 30 warchlaków (15 loszek i 15 wieprzków), które umieszczono w trzech kojcach po 10 sztuk w każdym (powtórzenia) (Tabela 1). Warchlaki utrzymywano do około 30 kg masy ciała (moment przejścia na tuczarnię).

Prosiętom w każdej z pięciu grup zapewniono takie same warunki pod względem utrzymania oraz ilości sztuk w kojcu (5 grup doświadczalnych w każdej grupie po 3 kojce, w których znajdowało się po 10 sztuk zwierząt tj. 5 loszek i 5 wieprzków).

Warchlaki grupy kontrolnej (K) otrzymywały standardową mieszankę typu Starter. Zwierzęta grupy FR otrzymywały mieszankę typu Starter, w której część poekstrakcyjnej śruty sojowej zastąpiono 8% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (FŚR). Zwierzęta grupy FR/FS otrzymywały mieszankę typu Starter, w której część poekstrakcyjnej śruty sojowej zastąpiono 6% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (FŚR) oraz 2% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty sojowej (FŚS). Zwierzęta grupy FS/FR otrzymywały mieszankę typu Starter, w której część poekstrakcyjnej śruty sojowej zastąpiono 2% udziałem FŚR oraz 6% udziałem FŚS. Ostatnia grupa FS, to zwierzęta, które otrzymywały mieszankę typu Starter, w której część poekstrakcyjnej śruty sojowej zastąpiono 8% udziałem FŚS (Tabela 1).

TABELA 1. UKŁAD DOŚWIADCZENIA I ILOŚĆ ZWIERZĄT BIORĄCYCH UDZIAŁ W PROCEDURACH  
BADAWCZYCH

<b>I etap doświadczenia</b>	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>FR<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>FR<sub>2</sub></b>	
Liczba zwierząt	15	15	15	15	
FŚR (%)	0	4/9/4	0	4/9/4	
Pobranie krwi	6	6	6	6	
Badania strawnościowe	6	6	6	6	
Pobranie siary	6	6	6	6	
<b>II etap doświadczenia</b>	<b>K</b>	<b>FR</b>	<b>FR/FS</b>	<b>FS/FR</b>	<b>FS</b>
Liczba zwierząt	30	30	30	30	30
FŚR (%)	0	8	6	2	0
FŚS (%)	0	0	2	6	8
Powtórzenia	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10
Pobranie krwi	6	6	6	6	6
Badania strawnościowe	6	6	6	6	6
Ubój i dyssekcja	6	6	6	6	6

### 3.2. ŻYWIENIE ZWIERZĄT

Lochy w pierwszym etapie doświadczenia (I etap – grupy K<sub>1</sub>; FR<sub>1</sub>; K<sub>2</sub>; FR<sub>2</sub>) żywiono mieszankami standardowymi na okres ciąży (żywienie dawkowane) oraz laktacji (żywienie *ad libitum*). Skład recepturowy mieszanek dla loch przedstawiono w tabeli 2.

Prosięta na porodowce nie otrzymywały produktów fermentowanych. Żywiłone były do 21 dnia życia jedynie mlekiem matki a od 21 do 28 dnia, oprócz mleka matki, mieszanką typu prestarter (*at libitum*).

TABELA 2. SKŁAD SUROWCOWY (% MASY POW. SUCHEJ) MIESZANEK DLA LOCH (I ETAP DOŚWIADCZENIA)

WYSZCZEGÓLNIENIE	CIAŻA NISKA *		CIAŻA WYSOKA/LAKTACJA **		CIAŻA WYSOKA/LAKTACJA ***	
	K <sub>CN</sub>	FR <sub>CN</sub>	K <sub>CWC</sub> **	FR <sub>CWC</sub> **	K <sub>CWL</sub> ***	FR <sub>CWL</sub> ***
PSZENICA			36,0	36,0	36,0	36,0
PSZENŻYTO	30,0	30,0				
JĘCZMIEŃ	30,0	29,0	37,3	36,7	37,3	34,7
OWIES	29,32	29,32	4,0	4,0	4,0	4,0
POEKSTRAKCYJNA ŚRUTA SOJOWA	6,0	3,0	16,0	13,0	16,06	10,0
OLEJ RZEPAKOWY	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
MIESZANKA UZUPEŁNIAJĄCA	0,12	0,12	0,24	0,24	0,24	0,24
SÓL PASTEWNA	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
KREDA PASZOWA	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
FOSFORAN 1-WAPNIOWY	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
L-LIZYNA	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
DL-METIONINA	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
PREMIKS MINERALNO-WITAMINOWY	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5
ZAKWASZACZ	-	-	0,4	-	0,4	-
FŚR	-	4,0	-	4,0	-	9,0

\* lochy od stwierdzenia zapłodnienia do 84 dnia ciąży; \*\* lochy od 85 do 100 dnia ciąży i od 8 do 28 dnia laktacji; \*\*\* lochy od 100 do 114 dnia ciąży i do 7 dnia laktacji

K<sub>CN</sub> – lochy w niskiej ciąży z grupy kontrolnej; FR<sub>CN</sub> - lochy w niskiej ciąży z grupy otrzymującej mieszankę z 4% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej; K<sub>CWC</sub> \*\* - lochy w wysokiej ciąży z grupy kontrolnej; FR<sub>CWC</sub> \*\* - lochy w wysokiej ciąży i laktacji z grupy otrzymującej mieszankę z 4% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej; K<sub>CWL</sub> \*\*\* - lochy w wysokiej ciąży i laktacji z grupy kontrolnej; FR<sub>CWL</sub> \*\*\* - lochy w wysokiej ciąży (od 100 do 114 dnia) oraz do 7 dnia laktacji z grupy otrzymującej mieszankę z 9% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej

Po przejściu na odchowalnię od 29 do 77 dnia (II etap doświadczenia) prosięta otrzymywały mieszankę typu starter, którą stosowano *ad libitum* (autokarmniki), przy stałym dostępie do wody pitnej. W kojcach doświadczalnych wstawione były autokarmniki, gdzie pasza po uprzednim zważeniu zasypywana była ręcznie. Skład recepturowy mieszanek dla warchlaków przedstawiono w tabeli 3.

TABELA 3. SKŁAD SUROWCOWY (% MASY POW. SUCHEJ) MIESZANEK DLA WARCHLAKÓW (II ETAP DOŚWIADCZENIA)

WYSZCZEGÓLNIENIE	STARTER (OD 29 DO 77 DNIA ŻYCIA WARCHLAKÓW)				
	K	FR	FR/FS	FS/FR	FS
PSZENICA	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
JĘCZMIEN	28,0	26,0	27,0	29,0	30,0
ŚRUTA POEKSTRAKCYJNA SOJOWA	16,0	10,0	9,0	7,0	6,0
OLEJ SOJOWY	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
MIESZANKA UZUPEŁNIAJĄCA	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
PREMIKS MINERALNO-WITAMINOWY	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
ZAKWASZACZ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
FŚR	0,0	8,0	6,0	2,0	0,0
FŚS	0,0	0,0	2,0	6,0	8,0

### 3.3. CZYNNOSCI DOŚWIADCZALNE

#### EFEKTY PRODUKCYJNE I KONDYCJA ZWIERZĄT

Efektywność żywienia świń oceniano na podstawie liczebności miotu i masy ciała prosiąt przy urodzeniu i odsadzeniu, masy ciała warchlaków, zużycia paszy oraz zdrowia zwierząt. Prosięta były ważone indywidualnie przy urodzeniu, a następnie w 28 dniu (odsadzenie) (BW), natomiast warchlaki ważono w 29, 36, 43, 50, 77 dniu życia (ubój). Podczas trwania doświadczeń codziennie kontrolowano ilościowo spożycie pasz.

Cechy związane ze wzrostem:

- ✓ średni przyrost dzienny (ADG): wyliczony został indywidualnie dla każdego zwierzęcia w poszczególnych okresach doświadczenia,
- ✓ średnie dzienne pobranie paszy (FI): obliczone dla każdego kojca i okresu trwania,
- ✓ współczynnik wykorzystania paszy (FCR): obliczony oddzielnie dla każdego kojca oraz okresu.

W czasie całego doświadczenia prowadzono obserwacje zdrowia i kondycji zwierząt. Objawy biegunek i ewentualną śmiertelność rejestrowano dwa razy dziennie dla każdego prosięcia w ciągu trwania odchowu prosiąt. Konsystencja kału została oceniona wizualnie i charakteryzowana według następującej skali: 0 – kał twardy i normalnie uformowany, 2 - kał luźny i bezkształtny, 4 - kał ciekący i 6 – kał wodnisty i rozwolniony. Na tej podstawie określono procent przypadków biegunek u poszczególnych prosiąt w odniesieniu do całej liczby w grupie, jako nasilenie biegunek, stopień jakości (konsystencji) kału oraz czas trwania biegunek w dniach.

#### PASZA

W każdym okresie żywienia pobrano dwukrotnie próbki paszy do analiz:

- ✓ mieszanka dla loch od stwierdzenia zapłodnienia do 84 dnia ciąży,
- ✓ mieszanka dla loch od 85 do 100 dnia ciąży i od 8 do 28 dnia laktacji,

- ✓ mieszanka dla loch od 100 do 114 dnia ciąży (okres okołoporodowy) i do 7 dnia laktacji,
- ✓ mieszanka dla warchlaków typu starter od 29 do 77 dnia życia.

#### FERMENTOWANE ŚRUTY Z ROŚLIN BIAŁKOWYCH

Przed rozpoczęciem doświadczenia poddano analizie fermentowaną śrutę rzepakową (FŚR) oraz fermentowaną śrutę sojową (FŚS). Próbkę pobrano z trzech partii a pomiary wykonano w dwukrotnym powtórzeniu.

#### KAŁ

W doświadczeniu wykonano czterokrotnie badania strawnościowe:

- ✓ niska ciąża od 34-40 dnia ciąży,
- ✓ wysoka ciąża od 104-110 dnia ciąży,
- ✓ laktacja od 19-25 dnia laktacji,
- ✓ od 64-70 dnia życia warchlaków.

Próbki kału pobrano od 6 zwierząt z grupy. Całodobowa kolekcja kału z trzech kolejnych dni była zważona a następnie przechowywana w zakrytym pojemniku. Równoległe z badaniami strawnościowymi pobrano kał do badań mikrobiologicznych.

#### KREW

Próbki krwi, pobrano od zakolczykowanych zwierząt w następujących okresach:

- ✓ lochy - 100 dzień ciąży,
- ✓ lochy - 27 dzień laktacji,
- ✓ prosięta 27 dzień życia,
- ✓ warchlaki 77 dzień życia.

Krew pobierano jednorazowo w wyżej wymienionych terminach od 6 zwierząt z grupy w pierwszym i drugim etapie doświadczenia. Krew była pobierana zawsze od tych samych zwierząt, w przypadku prosiąt wybrano je na zasadzie analogów z uwzględnieniem masy ciała i płci (z każdego kojca/powtórzenia była wybrana 1 loszka i 1 wieprzek).

Na dwanaście godzin przed pobraniem krwi zwierzęta nie miały dostępu do paszy. Krew pobierano do heparynizowanych probówek o objętości 10 ml z żyły jarzmowej przez lekarza weterynarii.

#### SIARA

Po 6 h po porodzie od 6 loch z grupy pobrano próbki siary (te same lochy, od których pobierana była krew). Próbkę do czasu analizy przechowywano w temperaturze około -20°C.

#### PRZEWÓD POKARMOWY

Po zakończeniu doświadczenia od zakolczykowanych warchlaków (te same zwierzęta, od których pobrano krew) z każdej grupy pobrano końcowy odcinek jelita cienkiego do badań mikrobiologicznych oraz wycinki narządów do badań histologicznych (jelito biodrowe, jelito ślepe,

okrężnica), które utrwalono w 10% zbuforowanej formalinie.

#### TKANKI

Od 6 zwierząt z drugiego etapu doświadczenia, z każdej grupy pobrano również próbki polędwicy, wątroby i końcowego odcinka jelita cienkiego do analiz laboratoryjnych. Bezpośrednio po pobraniu tkanki przechowywano w temperaturze około -20°C.

### **3.4. ANALIZY LABORATORYJNE**

#### 3.4.1. ANALIZA PASZY, KOMPONENTÓW FERMENTOWANYCH I KAŁU

W paszy, komponentach fermentowanych i kale oznaczono: suchą masę, popiół surowy, białko ogólne, tłuszcz surowy, włókno surowe, związki bezazotowe wyciągowe (BAW) oraz wartość energetyczną pasz.

W paszy i komponentach fermentowanych oznaczono zawartość wapnia, sodu, żelaza, miedzi, cynku, fosforu ogólnego, ilość fosforu fitynowego oraz zawartość kwasu mlekowego, glukozynolanów i tanin.

#### 3.4.2. BADANIA STRAWNOŚCIOWE

Badania strawnościowe wykonano metodą wskaźnikową z wykorzystaniem SiO<sub>2</sub>.

Na podstawie porównania w próbach paszy i kału stosunku zawartości składnika pokarmowego do wskaźnika (SiO<sub>2</sub>), wyliczono współczynniki strawności (wg wzoru poniżej) dla: białka ogólnego, włókna surowego, tłuszczu surowego oraz związków bezazotowych wyciągowych (BAW).

$$Ws = 100 - \left( 100 \times \frac{a \times b}{c \times d} \right)$$

w którym:

Ws - współczynnik strawności w %; a - % wskaźnika w paszy; b - % składnika w kale; c - % wskaźnika w kale; d - % składnika w paszy.

#### 3.4.3. ANALIZA KRWI

##### WSKAŹNIKI HEMATOLOGICZNE

W pełnej krwi oznaczono liczbę hematokrytową (Ht), zawartość hemoglobiny (Hb) oraz liczbę krwinek czerwonych (RBC), a także liczbę krwinek białych (WBC) i skład odsetkowy krwinek białych (leukogram), na który składał się procentowy udział granulocytów (GRA), limfocytów (LIM) oraz MID (suma eozynocytów+bazocytów+monocytów). Obliczono również liczbowy stosunek granulocytów do limfocytów (GRA/LIM).

##### WSKAŹNIKI BIOCHEMICZNE

W osoczu krwi oznaczono zawartość wybranych wskaźników biochemicznych tj.: białka ogólnego (TP), glukozy (Glu), albumin (ALB), kwasu moczowego (UA), mocznika (UREA),

kreatyniny (CREAT), bilirubiny (BIL), cholesterolu całkowitego (CHOL), triacylogliceroli (TG), frakcji HDL cholesterolu oraz całkowitej zdolności wiązania żelaza (TIBC). Frakcję lipoproteinową cholesterolu o niskiej gęstości (LDL) wyliczono ze wzoru Friedewalda i wsp. [1972]:

$$\text{LDL (mmol l}^{-1}\text{)} = \text{CHOL} - \text{HDL} - \text{TG}/2,2$$

W osoczu krwi, oznaczono również aktywność enzymów tj. fosfatazy zasadowej (ALP), aminotransferazy alaninowej (ALT), aminotransferazy asparaginianowej (AST), dehydrogenazy mleczanowej (LDH), gamma-glutamylotransferaza (GGT) oraz zawartość składników mineralnych: fosforu, wapnia, magnezu, cynku, miedzi i żelaza.

W osoczu krwi oznaczano miano przeciwciał IgA, IgG, IgM oraz interleukiny 6 (Il6).

#### WSKAŹNIKI STATUSU REDOX

W osoczu krwi oraz homogenatach tkankowych świń oznaczono aktywność enzymów antyoksydacyjnych: dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT), całkowity potencjał antyoksydacyjny osocza (FRAP) oraz zawartość witaminy C.

W osoczu krwi i homogenatach tkankowych zwierząt doświadczalnych zbadano również poziom produktów peroksydacji lipidów: stężenie nadtlenków (LOOH) oraz stężenie dialdehydu malonowego (MDA) jako końcowego produktu utleniania lipidów tkankowych.

#### 3.4.4. ANALIZA MIKROBIOLOGICZNA TREŚCI PRZEWODU POKARMOWEGO

Materiał badawczy stanowiła treść przewodu pokarmowego pobierana od zwierząt bezpośrednio po uboju w rzeźni. Od każdego zakolczykowanego zwierzęcia pobierano:

- próbki kału,
- treść płynną (1ml) z jelita biodrowego przy ujściu do jelita ślepego,
- treść stałą (1g) z okrężnicy środkowej.

W analizowanym materiale określono:

- ogólną liczbę bakterii - materiał posiewano na podłożu tryptozowo-sojowym (TSA)
- ogólną liczbę drożdży i pleśni na podłożu agarowym z dichloranem i 18% dodatkiem glicerolu (DG 18)
- ogólną liczbę drobnoustrojów należących do grupy coli („coliform”) - materiał posiewano na podłożu z fioletem, czerwienią, solami żółciowymi i laktozą (VRBL)
- ogólną liczbę drobnoustrojów z gatunku *Escherichia coli* - materiał posiewano na podłożu tryptonowo-żółciowym glukorynidynowym (TBX)
- ogólną liczbę drobnoustrojów z rodzaju *Clostridium perfringens*- materiał posiewano na podłożu siarczynowo-tryptozowym z cykloseryną (TSC)

#### 3.4.5. ANALIZA HISTOLOGICZNA ODCINKÓW PRZEWODU POKARMOWEGO

Od każdej zakolczykowanej sztuki z grupy pobrano wycinki jelita biodrowego, ślepego oraz okrężnicy. Wycinki utrwalono w 10% zbuforowanej formalinie i zatopiono w parafinie.

Z uzyskanych bloczków parafinowych przygotowano preparaty histologiczne o grubości 3  $\mu\text{m}$ , które poddano standardowemu barwieniu hematoksyliną i eozyną (HE).

Preparaty zostały poddane ocenie morfometrycznej, przy użyciu systemu do obróbki i analizy obrazu LUCIA, NIS Elements BR 2.20.

#### 3.4.6 ANALIZA SIARY

W siarze loch oznaczano miano przeciwciał IgA, IgG, IgM oraz interleukiny 6 (IL6).

### 3.5. ANALIZA STATYSTYCZNA

Zebrane dane dotyczące wskaźników produkcyjnych i odchowu, strawności składników pokarmowych, stanu mikrobiologicznego przewodu pokarmowego, a także wskaźników hematologiczno-biochemicznych krwi oraz loch oraz prosiąt (I etap doświadczenia) poddano analizie statystycznej modelami dwuczynnikowymi z interakcją uwzględniając następujące czynniki:

$$y_{ijk} = C_i + F_j + (C \times F)_{ij} + e_{ijk}$$

gdzie:  $y_{ijk}$  – obserwacje;  $C_i$  – wpływ grupy technologicznej czyli cyklu reprodukcyjnego (pierwiastki, wieloródki);  $F_j$  – wpływ grupy żywieniowej (kontrolna, doświadczalna uwzględniająca wpływ fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej);  $(C \times F)_{ij}$  – wpływ interakcji między grupą technologiczną i żywieniową.

Uzyskane dane liczbowe (analiza komponentów paszowych i mieszanek paszowych oraz wskaźników w II etapie doświadczenia) poddano ocenie statystycznej za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA, zaś istotność różnic pomiędzy grupami wyznaczono testem post-hoc Tukeya, przyjmując poziom istotności 0,05 i 0,01. W tabelach przedstawiono wartości średnie i skumulowany błąd standardowy średniej (SEM). Obliczeń dokonano przy użyciu programu SAS 9.4 (SAS Institute, Cary NC).

## 4. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

### 4.1. SKŁAD CHEMICZNY KOMPONENTÓW FERMENTOWANYCH ORAZ MIESZANEK PASZOWYCH DLA LOCH I WARCHLAKÓW

Zawartość białka ogólnego, tłuszczu surowego, a także miedzi i żelaza była istotnie wyższa w fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śrucie sojowej (FŚS) w porównaniu do fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (FŚR). Odwrotną zależność odnotowano w przypadku popiołu surowego, włókna surowego, fosforu ogólnego i fosforu fitynowego, a także wapnia i cynku. FŚS charakteryzowała się również istotnie niższą zawartością glukozyzolanów, tanin oraz kwasu mlekowego.

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w mieszankach dla loch w poszczególnych okresach żywieniowych (niska ciąża, wysoka ciąża, laktacja) w grupie kontrolnej i doświadczalnej (FR<sub>CN</sub> lub FR<sub>CWC</sub> lub FR<sub>CWL</sub>), kształtowała się na zbliżonym poziomie i była zgodna z Normami Żywienia Świń [2014]. Zawartość fosforu fitynowego w grupach z udziałem komponentu fermentowanego była istotnie niższa w porównaniu do grup kontrolnych. Odwrotną zależność zanotowano w przypadku ilości kwasu mlekowego. Natomiast zawartość glukozyzolanów była istotnie wyższa jedynie w mieszance z 9% udziałem FŚR w porównaniu do grupy kontrolnej (K<sub>CWC</sub>).

Zawartość podstawowych składników pokarmowych w mieszankach dla warchlaków we wszystkich grupach doświadczalnych kształtowała się na zbliżonym poziomie i była zgodna z Normami Żywienia Świń [2014]. Zawartość fosforu fitynowego we wszystkich grupach z udziałem komponentów fermentowanych była istotnie niższa w porównaniu do grupy kontrolnej. Odwrotną zależność zanotowano w przypadku ilości kwasu mlekowego. Z tym, że ilość tego kwasu w mieszance dla warchlaków z grupy FR, FR/FS i FS/FR była najwyższa. Podobne zależności wystąpiły w przypadku zawartości tanin. Zawartość glukozyzolanów była istotnie niższa w mieszance dla zwierząt z grupy kontrolnej oraz otrzymującej 8% udział fermentowanej śruty sojowej (FS) w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych natomiast najwyższa w grupie FR.



## 4.2. WSKAŹNIKI PRODUKCYJNE I BADANIA STRAWNOŚCIOWE

### I ETAP DOŚWIADCZENIA

Dodatek fermentowanej śruty rzepakowej (FŚR) wpłynął istotnie na liczbę prosiąt w 28 dniu życia - było to szczególnie widoczne u pierwiastek ( $FR_1 - P = 0,029$ ). Przyczynił się również do obniżenia masy prosiąt w 28 dniu życia ( $P = 0,014$ ), a istotne różnice wystąpiły u wieloródek ( $P = 0,041$ ). W przeliczeniu na masę miotu w tym okresie była ona istotnie wyższa w grupie loch pierwiastek otrzymujących komponent fermentowany ( $FR_1$ ) w porównaniu do grupy kontrolnej ( $K_1$ ). Śmiertelność prosiąt w 28 dniu życia pochodzących od loch żywionych mieszanką z udziałem FŚR w grupach  $FR_1$  i  $FR_2$  była istotnie niższa w stosunku odpowiednio do grup  $K_1$  i  $K_2$ . Prosięta pochodzące od loch żywionych mieszanką z udziałem komponentu fermentowanego ( $FR_1$  i  $FR_2$ ) cechowało istotnie niższe nasilenie biegunek oraz liczba dni biegunkowych w stosunku do prosiąt z grup kontrolnych (odpowiednio  $K_1$  i  $K_2$ ). U prosiąt grup doświadczalnych obserwowano poprawę konsystencji kału w porównaniu do grupy kontrolnej.

Z przeprowadzonego doświadczenia wynika, że cykl reprodukcyjny (C) (pierwiastki vs wieloródki) miał istotny wpływ na masę prosięcia przy urodzeniu oraz masę miotu w 28 dniu życia (była ona wyższa u prosiąt pochodzących od loch wieloródek), a także miał wpływ na śmiertelność prosiąt oraz na nasilenie biegunek (były one niższe u prosiąt pochodzących od loch wieloródek).

Wystąpiła interakcja pomiędzy cyklem reprodukcyjnym, a dodatkiem komponentu fermentowanego (FxC) dotycząca liczby prosiąt w 28 dniu życia ( $P = 0,025$ ), masy miotu w 28 dniu życia ( $P = 0,048$ ), śmiertelności ( $P = 0,039$ ), nasilenia biegunek ( $P = 0,026$ ), dni biegunkowych ( $P = 0,032$ ) oraz konsystencji kału ( $P = 0,027$ ).

Udział fermentowanej śruty rzepakowej wpłynął na poprawę współczynnika pozornej strawności kałowej: tłuszczu i włókna surowego u loch w okresie wysokiej ciąży (odpowiednio  $P = 0,046$  i  $P = 0,023$ ) i laktacji (odpowiednio  $P = 0,037$  i  $P = 0,023$ ). Lochy pierwiastki w okresie wysokiej ciąży i laktacji żywione mieszanką z udziałem FŚR cechowały się istotnie wyższym współczynnikiem pozornej strawności białka ogólnego, a także włókna surowego w stosunku do grupy kontrolnej ( $K_1$ ). Natomiast u wieloródek otrzymujących mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego wyższy współczynnik pozornej strawności kałowej w wysokiej ciąży dotyczył włókna surowego ( $P = 0,041$ ), a w okresie laktacji białka ogólnego ( $P = 0,046$ ).

Cykl reprodukcyjny (pierwiastki vs wieloródki - C) miał istotny wpływ na współczynnik pozornej strawności kałowej włókna surowego w okresie niskiej ciąży, tłuszczu surowego i włókna surowego u loch w okresie wysokiej ciąży oraz białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego u loch w czasie laktacji. Wystąpiła interakcja pomiędzy cyklem reprodukcyjnym a dodatkiem komponentu fermentowanego (FxC) dotycząca współczynnika pozornej strawności

kałowej tłuszczu surowego u loch w wysokiej ciąży i laktacji oraz włókna surowego u loch w okresie laktacji.

## II ETAP DOŚWIADCZENIA

Warchlaki otrzymujące mieszankę z 8% i 6% udziałem fermentowanej śruty rzepakowej (grupy FR i FR/FS), charakteryzowały się istotnie wyższymi masami ciała w 42 i 77 dniu życia w stosunku do grupy kontrolnej (K) oraz grupy z 8% udziałem fermentowanej śruty sojowej (grupa FS), a dodatkowo w 77 dniu w stosunku do grupy FS/FR (udział w mieszance 6% FŚS + 2% FŚR). W 49 dniu życia warchlaki z grupy FR/FS cechowały się wyższymi masami ciała w porównaniu do grupy K i FS. Komponent fermentowany, a zwłaszcza zawierający śrutę rzepakową (FŚR - grupa FR) wywarł korzystny wpływ na przyrosty dzienne warchlaków. Od 36 do 42 dnia życia w grupie FR/FS i FR zanotowano największe przyrosty dzienne masy ciała warchlaków w porównaniu do grupy K i FS. Pomędzy 43 a 49 dniem życia warchlaki otrzymujące mieszankę z udziałem fermentowanej śruty sojowej (FŚS - grupa FS) oraz fermentowanej śruty rzepakowej i sojowej (grupa FR/FS) cechowały się istotnie większymi dziennymi przyrostami masy ciała w porównaniu do grupy K i FR. Od 50 do 77 dnia życia w grupie FR/FS i FR zanotowano istotnie większe przyrosty dzienne masy ciała warchlaków w porównaniu do grupy K. Warchlaki z grupy FR/FS między 36 a 42 dniem życia charakteryzowały się istotnie wyższym dziennym pobraniem paszy w stosunku do zwierząt z pozostałych grup doświadczalnych. Natomiast pomiędzy 43-49 dniem życia warchlaków istotnie mniejszym dziennym pobraniem paszy cechowały się zwierzęta z grupy FR w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych (FR vs K, FR/FS, FS/FR, FS). Należy zaznaczyć, że między 50-77 dniem życia warchlaków istotnie niższe pobranie paszy zanotowano u zwierząt z grupy FR, FR/FS i FS w porównaniu do grupy kontrolnej. Istotnie wyższym współczynnikiem wykorzystania paszy (FCR) pomiędzy 36 a 42 dniem życia cechowały się zwierzęta z grupy K i FS w porównaniu do grupy FR i FS/FR, pomiędzy 43 a 77 dniem życia FCR był istotnie wyższy u warchlaków z grupy K w porównaniu do grup doświadczalnych FR i FR/FS oraz dodatkowo w 43-49 dniu życia zwierząt w porównaniu do grup FS/FR i FS.

Istotnie wyższą śmiertelnością do 77 dnia życia oraz nasileniem biegunek cechowały się warchlaki z grupy K w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych. Warchlaki żywione mieszanką z udziałem komponentu fermentowanego z grupy FR i FR/FS cechowało istotnie niższe nasilenie dni biegunkowych w stosunku do zwierząt z grupy kontrolnej.

Warchlaki z grupy FR i FR/FS charakteryzowały się istotnie wyższym współczynnikiem pozornej strawności kałowej białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego w stosunku do grupy kontrolnej (K), a w przypadku tłuszczu surowego zależność ta dotyczyła również warchlaków z grupy FS.

### 4.3. WYNIKI ANALIZY MIKROBIOLOGICZNEJ I HISTOLOGICZNEJ PRZEWODU POKARMOWEGO

#### I ETAP DOŚWIADCZENIA

Dodatek komponentu fermentowanego (FŚR) przyczynił się do zmiany składu mikrobiologicznego treści przewodu pokarmowego szczególnie u loch pierwiastek w okresie wysokiej ciąży. U tych loch zanotowano istotne obniżenie ogólnej liczby bakterii w tym z grupy coli i beztlenowych *Clostridium perfringens*, obniżenie liczby *Escherichia coli* i ogólnej liczby grzybów w porównaniu do grupy kontrolnej. U loch wieloródek wystąpiło jedynie obniżenie ogólnej liczby bakterii w kale ( $P = 0,027$ ). Natomiast cykl reprodukcyjny (pierwiastki vs wieloródki - C) wpłynął na ogólną liczbę *Escherichia coli* ( $P = 0,039$ ) jedynie w okresie wysokiej ciąży (ich ilość była niższa u loch wieloródek). Zanotowano interakcję między cyklem reprodukcyjnym a dodatkiem komponentu fermentowanego (FxC), a także wpływ cyklu reprodukcyjnego (C) na ogólną liczbę bakterii z grupy coli.

#### II ETAP DOŚWIADCZENIA

Zwierzęta z grupy FR/FS charakteryzowały się istotnie wyższą ogólną liczbą bakterii w treści jelita cienkiego w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych. Natomiast w kale, ogólna liczba bakterii była istotnie wyższa u zwierząt z grupy K w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych, pomiędzy którymi wystąpiły różnice statystycznie istotne tj. FR/FS>FR>FS/FR>FS.

Ogólna liczba grzybów w treści jelita cienkiego była istotnie wyższa u zwierząt z grupy kontrolnej vs zwierząt z grupy FS oraz FR, między którymi wystąpiła również różnica statystycznie istotna (FS>FR). W kale warchlaków z grupy kontrolnej stwierdzono istotnie wyższą liczbę grzybów w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych, pomiędzy którymi wystąpiły różnice istotne statystycznie tj. FS<FR<FS/FR oraz FR/FS<FR.

Udział komponentu fermentowanego w mieszankach paszowych dla warchlaków wpłynął na ogólną liczbę bakterii z grupy coli i *Escherichia coli*. W jelicie cienkim ogólna liczba tych bakterii była istotnie wyższa w grupie kontrolnej a w przypadku bakterii coli również w grupie z 8% udziałem fermentowanej śruty sojowej (grupa FS) w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych, pomiędzy którymi wystąpiły statystyczne różnice. Liczba bakterii z grupy coli w treści jelita cienkiego była istotnie niższa u warchlaków z grupy FR/FS<FS/FR<FR, natomiast liczba *Escherichia coli* była istotnie niższa w grupie FR/FS<FS/FR<FR<FS.

Liczba bakterii z grupy coli i *Escherichia coli* w kale warchlaków była podobnie jak w przypadku treści jelita cienkiego istotnie wyższa u zwierząt z grupy kontrolnej w porównaniu do warchlaków otrzymujących pasze z udziałem komponentów fermentowanych (K vs FR, FR/FS, FS/FR i FS) gdzie odnotowano istotne różnice pomiędzy grupami. W przypadku zarówno bakterii coli jak i *Escherichia coli* ich ilość była najniższa w grupie FS<FS/FR<FR=FR/FS. Odnotowano

również znaczące różnice w liczbie bakterii beztlenowych *Clostridium perfringens* w kale zwierząt. Ich liczba była istotnie wyższa w grupie K w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych, a pomiędzy nimi kolejno kształtowały się znaczące różnice tj. istotnie niższą liczbę tych bakterii stwierdzono w kale zwierząt z grupy FR/FS<FS/FR<FR=FS.

Udział fermentowanej śruty rzepakowej oraz sojowej istotnie wpłynął na obraz histologiczny odcinków przewodu pokarmowego warchlaków. Komponent fermentowany zastosowany w mieszance dla warchlaków w ilości 6% FŚR i 2% FŚS wpłynął na wzrost długości i szerokości kosmków w jelicie biodrowym w stosunku do grupy kontrolnej (K) oraz pozostałych grup doświadczalnych. Najkrótszymi kosmkami cechowały się zwierzęta z grupy K i FS/FR, a największymi z grupy K. Najgłębszymi kryptami w jelicie biodrowym cechowały się zwierzęta z grupy K oraz FR vs do grupy FR/FS i FS/FR. Natomiast najszerszymi kryptami zwierzęta z grupy K w porównaniu do zwierząt z pozostałych grup doświadczalnych, pomiędzy którymi wystąpiły różnice statystycznie istotne tj. FR=FR/FS<FS/FR=FS. Należy również zaznaczyć, że szerokość błony śluzowej była istotnie większa u zwierząt z grupy FR/FS w porównaniu do grupy K. Udział FŚR w mieszance dla warchlaków (grupy FR, FR/FS i FS/FR) istotnie wpłynął na zmniejszenie głębokości i szerokości krypt w jelicie ślepym i okrężnicy w porównaniu do grupy kontrolnej. Natomiast w przypadku szerokości błony śluzowej w jelicie ślepym odnotowano odwrotną zależność. Szerokość błony śluzowej w okrężnicy również była istotnie mniejsza u zwierząt z grupy kontrolnej (K) w porównaniu do warchlaków z grup otrzymujących mieszankę z udziałem komponentów fermentowanych (FR, FR/FS, FS/FR, FS), pomiędzy którymi wystąpiły różnice statystycznie istotne tj. FR=FR/FS=FS/FR>FS.

#### **4.4. WYNIKI ANALIZY HEMATOLOGICZNEJ KRWI ORAZ WSKAŹNIKÓW IMMUNOLOGICZNYCH KRWI I SIARY**

##### **I ETAP DOŚWIADCZENIA**

Udział fermentowanej śruty rzepakowej (F) wpłynął istotnie na wskaźniki układu czerwonokrwinkowego (Ht, Hb, RBC) u loch w okresie laktacji oraz pochodzących od nich prosiąt. W krwi loch pierwiastek otrzymujących mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego oraz ich prosiąt (grupa FR<sub>1</sub>) wystąpiła istotnie wyższa zawartość wyżej wymienionych wskaźników erytropoezy w stosunku do grupy kontrolnej (K<sub>1</sub>). Takiej zależności nie odnotowano w przypadku loch wieloródek. Należy również zaznaczyć, że cykl reprodukcyjny (pierworódki vs wieloródki - C) istotnie wpłynął na ilość erytrocytów we krwi u loch w okresie ciąży, poziom Ht oraz zawartość Hb u loch w czasie laktacji oraz pochodzących od nich prosiąt.

Udział w mieszankach komponentu fermentowanego przyczynił się do istotnych zmian (F) w ilości krwinek białych (WBC) oraz obrazie krwinek białych (leukogram) u loch w okresie ciąży.

U loch w czasie laktacji udział FŚR przyczynił się do zmiany w ilości limfocytów (LIM) i sumy eozynocytów+monocytów+bazocytów (MID) we krwi oraz stosunku GRA/LIM. Natomiast u prosiąt pochodzących od loch żywionych mieszankami z udziałem komponentu fermentowanego odnotowano zmiany w ilości WBC, a także LIM i GRA oraz stosunku GRA/LIM.

Pierwiastki w okresie ciąży otrzymujące mieszankę z udziałem fermentowanej śruty rzepakowej cechowały się istotnie wyższą liczbą WBC w tym LIM we krwi, natomiast istotnie niższą zawartością MID i GRA oraz stosunku GRA/LIM w porównaniu do loch z grupy kontrolnej. Zależności takiej nie zaobserwowano u loch wieloródek.

W okresie laktacji we krwi zarówno loch pierwiastek jak i wieloródek otrzymujących mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego odnotowano wyższą ilość limfocytów a niższą granulocytów i wartość GRA/LIM w stosunku do loch z grupy kontrolnej. Podobną zależność odnotowano u prosiąt pochodzących od tych loch, dodatkowo prosięta cechowały się istotnie wyższą ilością leukocytów we krwi.

Rozpatrując wpływ okresu fizjologicznego (pierwiastki vs wieloródki - C) zauważyć można, że w czasie ciąży miał on wysoce istotny wpływ ( $P < 0,001$ ) na ilość WBC (niższa u wieloródek), LIM (wyższa u wieloródek), GRA (niższa u wieloródek) oraz stosunek GRA/LIM (niższy u wieloródek). Wystąpiła również interakcja między dodatkiem komponentu fermentowanego a okresem fizjologicznym (FxC) dotycząca zarówno ilości WBC, LIM, MID i GRA, a także stosunku GRA/LIM. Interakcji takiej nie zanotowano w przypadku loch w okresie ciąży. Natomiast u prosiąt dotyczyła ona jedynie ilości leukocytów.

Udział w mieszankach komponentu fermentowanego przyczynił się do istotnych zmian (F) miana IgG, IgA oraz IgM u loch w okresie ciąży oraz IgG i Il6 w czasie laktacji, natomiast u prosiąt pochodzących od loch żywionych mieszanką z udziałem FŚR odnotowano istotny wpływ na zmiany w IgG, IgA i Il6. Pierwiastki w okresie ciąży otrzymujące mieszankę z udziałem fermentowanej śruty rzepakowej cechowały się istotnie wyższym mianem IgG, IgA i IgM w osoczu krwi. Natomiast u loch wieloródek taka zależność dotyczyła jedynie IgG.

W okresie laktacji zarówno u pierwiastek jak i wieloródek otrzymujących mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego odnotowano istotnie wyższe miano IgG w osoczu krwi, natomiast u pierwiastek wyższe miano Il6.

Prosięta pochodzące od loch pierwiastek żywionych mieszanką z udziałem FŚR cechowały się istotnie wyższym mianem IgG, IgA i Il6 w osoczu krwi. Natomiast u prosiąt pochodzących od loch wieloródek zależność taka dotyczyła jedynie IgG oraz IgA.

Miano immunoglobulin IgG i IgA w siarze loch otrzymujących mieszankę z udziałem FŚR niezależnie od cyklu reprodukcyjnego było istotnie wyższe w porównaniu do grup kontrolnych. Zanotowano interakcję między cyklem reprodukcyjnym a dodatkiem komponentu fermentowanego

(FxC), a także wpływem cyklu reprodukcyjnego (C) na liczbę immunoglobulin IgG w sianie loch (ich miano było niższe u wieloródek).

## II ETAP DOŚWIADCZENIA

We krwi warchlaków z grupy FR/FS zawartość hemoglobiny była istotnie wyższa w stosunku do zwierząt z grupy kontrolnej

Prosięta otrzymujące paszę z większym udziałem fermentowanej śruty sojowej (FS/FR i FS) oraz z grupy kontrolnej (K) charakteryzowały się istotnie wyższą ilością leukocytów (WBC) w porównaniu do grup FR oraz FR/FS. Nie zanotowano istotnych różnic pomiędzy grupami w obrazie białokrwinkowym. Na istotny wzrost miana immunoglobulin IgG i IgA miał wpływ dodatek komponentu fermentowanego – we krwi prosiąt z grup FR i FR/FS kształtowały się one na istotnie wyższym poziomie w porównaniu do grupy kontrolnej (K). Natomiast w przypadku II6 odnotowano odwrotną zależność (K>FR=FR/FS). Immunoglobuliny klasy IgM charakteryzowały się wyższym mianem w grupie kontrolnej w porównaniu do grup z udziałem FŚS (FR/FS, FS/FR, FS)

### 4.5. WYNIKI ANALIZY OSOCZA KRWI

#### 4.5.1. WSKAŹNIKI BIOCHEMICZNE

## I ETAP DOŚWIADCZENIA

Ciężarne pierwiastki jak i wieloródki, otrzymujące mieszankę z udziałem fermentowanej śruty rzepakowej (grupa FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub>) cechowały się istotnie wyższą koncentracją w osoczu krwi białka ogólnego (TP), albumin (ALB) i zdolnością wiązania żelaza (TIBC – jedynie w grupie FR<sub>1</sub>) w porównaniu do loch z grup kontrolnych (K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>). U loch w okresie laktacji zależność taką odnotowano jedynie w przypadku zawartości ALB w osoczu krwi loch wieloródek. Prosięta pochodzące od loch pierwiastek jak i wieloródek otrzymujących mieszankę z udziałem FŚR cechowały się istotnie wyższą koncentracją Glu, TP, ALB i TIBC w porównaniu do odpowiednich grup kontrolnych (odpowiednio K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>). Cykl reprodukcyjny (pierwiastki vs wieloródki - C) wpłynął na zmianę koncentracji w osoczu krwi TP, ALB i TIBC u loch w okresie ciąży, TIBC u loch w okresie laktacji oraz TP u prosiąt pochodzących od tych loch. Wskaźniki te były wyższe w osoczu krwi loch wieloródek, a także prosiąt pochodzących od tych loch.

Udział w mieszankach komponentu fermentowanego (FŚR) przyczynił się do istotnych zmian (F) w zawartości kwasu moczowego (UA) oraz bilirubiny (BIL) w osoczu krwi loch w okresie ciąży oraz BIL, UA i mocznika (UREA) w czasie laktacji, natomiast u prosiąt pochodzących od loch żywionych mieszanką z FŚR odnotowano zmiany w koncentracji UA i BIL. Pierwiastki i wieloródki w okresie ciąży otrzymujące mieszankę z udziałem FŚR cechowały się wyższą wartością UA w osoczu krwi, ponadto u wieloródek wystąpiła obniżona zawartość BIL. W okresie laktacji w osoczu krwi loch pierwiastek jak i wieloródek otrzymujących mieszankę

z udziałem komponentu fermentowanego odnotowano wyższy poziom UA oraz niższy BIL. Natomiast pierwiastki cechowały się dodatkowo obniżoną koncentracją UREA. W osoczu krwi prosiąt pochodzących od loch pierworódek żywionych FŚR odnotowano obniżoną wartość UA i wyższą BIL a u wieloródek podwyższony wskaźnik UA.

Rozpatrując wpływ okresu fizjologicznego (pierwiastki vs wieloródki - C) zauważyć można, że w czasie ciąży loch miał on istotny wpływ ( $P < 0,001$ ) na zawartość CREAT w osoczu krwi, natomiast w czasie laktacji również na poziom CREAT i UREA. Wystąpiła także interakcja między dodatkiem komponentu fermentowanego a okresem fizjologicznym (FxC) dotycząca zawartości BIL w okresie ciąży i laktacji oraz UREA w okresie laktacji.

## II ETAP DOŚWIADCZENIA

Mieszanki z udziałem komponentów fermentowanych (FR, FR/FS, FS/FR, FS) istotnie wpłynęły na wzrost zawartości TP w osoczu krwi warchlaków w porównaniu z grupą kontrolną (K). Najwyższą koncentrację TP odnotowano w grupie FR/FS (6% udział FŚR + 2% udział FŚS) i była ona istotnie wyższa w porównaniu do pozostałych grup doświadczanych. Odnotowano również istotny wzrost zawartości ALB w osoczu krwi warchlaków z grup FR/FS, FS/FR i FS w porównaniu do grupy K i FR, oraz UA i UREA w grupie FR/FS w stosunku do pozostałych grup doświadczalnych. Natomiast istotny wzrost zawartości Glu w osoczu krwi warchlaków odnotowano w grupie FS vs K.

### 4.5.2. WSKAŹNIKI PROFILU LIPIDOWEGO KRWI

#### I ETAP DOŚWIADCZENIA

W osoczu krwi loch pierwiastek i wieloródek w okresie ciąży otrzymujących mieszankę z udziałem FŚR (FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub>) odnotowano istotne obniżenie koncentracji cholesterolu ogólnego (CHOL), a także jego frakcji LDL, a podwyższenie udziału frakcji HDL w stosunku do grup kontrolnych (odpowiednio K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>). U loch wieloródek stwierdzono również istotne obniżenie koncentracji triacylogliceroli ( $P = 0,012$ ). Podobne zależności odnotowano u loch w czasie laktacji, należy jednak zaznaczyć, że u wieloródek w okresie laktacji poziom cholesterolu ogólnego w osoczu krwi pomiędzy grupą FR<sub>2</sub> vs K<sub>2</sub> kształtował się na zbliżonym poziomie, a poziom HDL w grupie FR<sub>2</sub> vs K<sub>2</sub> był istotnie wyższy ( $P < 0,001$ ). U prosiąt od loch otrzymujących dodatek komponentu fermentowanego (FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub>) również zanotowano istotne obniżenie poziomu CHOL oraz jego frakcji LDL i HDL oraz triacylogliceroli (FR<sub>2</sub>) w porównaniu do grup kontrolnych. Analizując wpływ cyklu reprodukcyjnego (pierwiastki vs wieloródki - C) to wpłynął on istotnie na % udział HDL u loch w okresie ciąży (wyższa wartość u pierwiastek), poziom triacylogliceroli w okresie ciąży (niższy u pierwiastek) i laktacji (wyższy u pierwiastek) oraz poziom frakcji LDL u ich prosiąt (wyższy u FR<sub>1</sub>). Interakcja między dodatkiem komponentu fermentowanego a cyklem

reprodukcyjnym (FxC) dotyczyła jedynie % udziału HDL u prosiąt pochodzących od loch otrzymujących dodatek komponentu fermentowanego.

## II ETAP DOŚWIADCZENIA

Istotnie wyższą zawartość cholesterolu całkowitego (CHOL) w osoczu krwi stwierdzono u warchlaków z grupy K i FR (8% udział FŚR) w stosunku do zwierząt z grupy FS/FR. Zwierzęta z grupy K, FR i FS/FR cechowały się natomiast istotnie niższą koncentracją frakcji HDL cholesterolu w stosunku do zwierząt z grupy FR/FS i FS, co korespondowało z jego udziałem procentowym. Odwrotna zależność wystąpiła w przypadku zawartości TG w osoczu krwi. U zwierząt z grupy kontrolnej stwierdzono istotnie wyższą koncentrację frakcji LDL cholesterolu w stosunku do grupy FS

### 4.5.3. AKTYWNOŚĆ WYBRANYCH ENZYMÓW KRWI

#### I ETAP DOŚWIADCZENIA

Udział fermentowanej śruty rzepakowej (FŚR) wpłynął istotnie na aktywność aminotransferazy alaninowej (ALT) i aminotransferazy asparaginianowej (AST) u loch w okresie ciąży, fosfatazy zasadowej (ALP) i AST u loch w okresie laktacji oraz wszystkich analizowanych enzymów (ALP, ALT, AST, LDH, GGT) u prosiąt. Zarówno u loch pierwiastek jak i wieloródek otrzymujących mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego (grupa FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub>) w okresie ciąży odnotowano istotnie niższą aktywność AST w porównaniu do grup kontrolnych (odpowiednio K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>). Podobne tendencje zanotowano w przypadku ALT w grupie FR<sub>1</sub>. Aktywność ALP u loch w okresie laktacji z grup FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub> była istotnie wyższa w porównaniu do odpowiednich grup kontrolnych K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>. Odwrotną zależność odnotowano w przypadku aktywności AST, która u loch z grup FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub> była istotnie niższa vs odpowiednio do grup K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>. Prosięta pochodzące od loch otrzymujących mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego cechowały się istotnie wyższą aktywnością w osoczu krwi ALP i ALT, natomiast istotnie niższą aktywnością AST i dehydrogenazy mleczanowej (LDH) w porównaniu do grup kontrolnych (odpowiednio K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>). Cykl reprodukcyjny (pierwiastki vs wieloródki – C) wpłynął u loch w okresie ciąży na zmianę aktywności ALP (wyższa u pierwiastek), ALT i AST (wyższa u wieloródek), u loch w okresie laktacji na aktywność ALT (wyższa u pierwiastek) i AST (wyższa u wieloródek) oraz u prosiąt pochodzących od loch na aktywność ALP (wyższa u prosiąt od wieloródek) i AST (wyższa u prosiąt od pierwiastek).

#### II ETAP DOŚWIADCZENIA

Rozpatrując wpływ komponentu fermentowanego na aktywność wybranych enzymów osocza krwi warchlaków to zanotowano istotny wzrost aktywności tj. ALP i LDH w grupach FR i FR/FS w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych. Zwierzęta z grupy kontrolnej



cechowały się również istotnie niższą aktywnością ALT vs FR i FR/FS oraz LDH w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych.

#### 4.5.4. ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W OSOCZU KRWI

##### I ETAP DOŚWIADCZENIA

Dodatek fermentowanej śruty rzepakowej (FŚR) w żywieniu ciężarnych loch miał istotny wpływ na zawartość fosforu, miedzi i żelaza w osoczu krwi. Istotnie wyższą zawartość tych pierwiastków stwierdzono zarówno u loch pierwiastek jak i wieloródek w stosunku do odpowiednich grup kontrolnych. Zanotowano również wpływ cyklu reprodukcyjnego (pierworódki vs wieloródki - C) na poziom miedzi (wyższy u pierwiastek) i cynku (wyższy u wieloródek).

Zawartość fosforu, magnezu, miedzi i żelaza w osoczu krwi zarówno u loch pierwiastek jak i wieloródek w okresie laktacji (FR<sub>1</sub> i FR<sub>2</sub>) istotnie wzrosła w grupie żywionej mieszanką z udziałem FŚR w porównaniu do grup K<sub>1</sub> i K<sub>2</sub>. Wpłynął on również na wzrost zawartości cynku u loch wieloródek. Analizując wpływ cyklu reprodukcyjnego (pierwiastki vs wieloródki – okres laktacji) zanotowano istotne zależności w stosunku do zawartości w osoczu krwi cynku (wyższy u pierwiastek) i żelaza (wyższy u wieloródek).

W osoczu krwi prosiąt od loch pierwiastek żywionych mieszanką z udziałem FŚR odnotowano istotny wzrost zawartości wszystkich analizowanych składników mineralnych za wyjątkiem magnezu w porównaniu do grupy K<sub>1</sub>. W przypadku prosiąt pochodzących od wieloródek zależność taką zanotowano jedynie w przypadku wapnia i żelaza. Cykl reprodukcyjny (prosięta pochodzące od loch pierwiastek vs prosięta pochodzące od loch wieloródek) miał wpływ jedynie na zmianę zawartości w osoczu krwi fosforu którego zawartość była wyższa u prosiąt pochodzących od wieloródek

##### II ETAP DOŚWIADCZENIA

Warchlaki żywione mieszanką z udziałem komponentu fermentowanego na bazie śruty rzepakowej (grupy FR, FR/FS, FS/FR) cechowały się istotnie wyższą koncentracją fosforu i wapnia w osoczu krwi w porównaniu do grupy kontrolnej (K). Odwrotną zależność odnotowano w przypadku zawartości magnezu. Istotnie wyższy poziom miedzi wystąpił we krwi warchlaków z grupy FS vs K. U zwierząt z grupy FR/FS zanotowano istotnie wyższe stężenie cynku, żelaza oraz TIBC w porównaniu do grupy kontrolnej. Istotnie wyższą koncentrację żelaza oraz wartość TIBC w osoczu krwi, w stosunku do grupy kontrolnej stwierdzono również w osoczu krwi warchlaków z grupy FR, a w przypadku TIBC również w grupie FS.

#### 4.5.5. WYNIKI ANALIZY WSKAŹNIKÓW OKSYDOREDUKCYJNYCH KRWI I TKANEK

##### I ETAP DOŚWIADCZENIA

Udział fermentowanej śruty rzepakowej wpłynął istotnie (F) na poziom całkowitego

potencjału antyoksydacyjnego osocza (FRAP), witaminy C, aldehydu dimalonowego (MDA) w osoczu krwi loch w okresie ciąży oraz na aktywność katalazy (CAT), wartość FRAP i zawartość witaminy C w osoczu krwi loch laktujących. U prosiąt pochodzących od loch otrzymujących mieszankę z udziałem FŚR zanotowano podobną zależność jak u loch w okresie ciąży.

Lochy pierwiastki jak i wieloródki w czasie ciąży otrzymujące mieszankę z udziałem komponentu fermentowanego charakteryzowały się podwyższoną zawartością w osoczu krwi FRAP i witaminy C, a obniżoną MDA i nadtlenków lipidowych (LOOH). W czasie laktacji również zanotowano podwyższony poziom FRAP i witaminy C w osoczu krwi loch pierwiastek i wieloródek, natomiast dodatkowo u loch pierwiastek wyższą aktywność CAT. Prosięta pochodzące od loch pierwiastek i wieloródek cechowały się istotnie wyższą aktywnością CAT, FRAP oraz witaminy C w osoczu krwi. Z kolei ilość MDA i LOOH w osoczu krwi była istotnie niższa u prosiąt pochodzących od loch pierwiastek. Natomiast u prosiąt pochodzących od loch wieloródek zależność ta dotyczyła tylko koncentracji MDA. Należy również zaznaczyć, że okres fizjologiczny (pierwiastki vs wieloródki – C) istotnie wpłynął na zmianę aktywności w osoczu krwi loch w czasie ciąży CAT, zawartości witaminy C i LOOH (wartości wyższe u wieloródek), w okresie laktacji wartości FRAP (wyższa u wieloródek) oraz u prosiąt pochodzących od tych loch wartości FRAP (wyższa u wieloródek), MDA (wyższa u pierwiastek) i LOOH (wyższa u wieloródek). Nie odnotowano interakcji między dodatkiem komponentu fermentowanego a okresem fizjologicznym (FxC) dotyczącej zmian zawartości wskaźników anty – i pro – oksydacyjnych w osoczu krwi loch i prosiąt.

## II ETAP DOŚWIADCZENIA

Warchlaki otrzymujące paszę z udziałem fermentowanej śruty rzepakowej i sojowej (grupa FR/FS) charakteryzowały się istotnie wyższymi wartościami wskaźników antyoksydacyjnych tj. aktywnością CAT, wartością FRAP w osoczu krwi w stosunku do pozostałych grup doświadczalnych, a także zawartością witaminy C w stosunku do grupy K i FR. Warchlaki z grupy kontrolnej oraz otrzymującej mieszankę z udziałem fermentowanej śruty sojowej (grupa FS) cechowały się wyższą zawartością MDA oraz LOOH w osoczu krwi w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych

Mieszanka z udziałem komponentu fermentowanego (FŚR lub/i FŚS) wpłynęła na istotny wzrost aktywności dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) i CAT w wątrobie warchlaków oraz obniżenie zawartości MDA w porównaniu do grupy kontrolnej (K<FR, FR/FS, FS/FR, FS). Istotnie wyższą aktywność SOD odnotowano również w wątrobie warchlaków z grupy FR, FR/FS i FS/FR w porównaniu do grupy FS, natomiast u warchlaków z grupy FR i FR/FS CAT w stosunku do grupy FS/FR i FS. W wątrobie warchlaków z grup FR oraz FR/FS odnotowano również istotny

wzrost zawartości witaminy C w stosunku do grupy K i FS. Zawartość LOOH była natomiast najwyższa w grupie FS w stosunku do pozostałych grup doświadczalnych.

Aktywność SOD w ścianie jelita cienkiego była istotnie wyższa w grupach FR, FR/FS oraz FS/FR w porównaniu do grupy kontrolnej. Istotnie wyższą aktywność CAT odnotowano natomiast w ścianie jelita cienkiego warchlaków z grupy FR i FR/FS w porównaniu do zwierząt z grup K, FS/FR i FS. Podobna zależność wystąpiła w polędwicy pochodzącej od tych zwierząt. Zawartość witaminy C w ścianie jelita cienkiego i polędwicy była istotnie wyższa u zwierząt z grupy FR i FR/FS, a dodatkowo w polędwicy zwierząt z grupy K w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych. Zastosowana mieszanka FR/FS i FS/FR istotnie wpłynęła na obniżenie ilości LOOH w ścianie jelita cienkiego warchlaków w porównaniu do pozostałych grup doświadczalnych. Natomiast w polędwicy zanotowano istotnie wyższą ilość LOOH u zwierząt z grupy FS/FR vs FR/FS.

## 5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W poszukiwaniu rodzimych źródeł pasz białkowych wolnych od GMO duże zainteresowanie skierowane jest na uzdatnianie produktów z rzepaku, w tym poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Jej produkcja w kraju jest wysoka i może stanowić istotną pozycję w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Jej szerszemu wykorzystaniu przeszkadzają związki przeciwodżywcze oraz stosunkowo wysoka zawartość włókna pokarmowego. Jedną z technologicznych metod poprawy jej wartości odżywczej i przydatności paszowej może być fermentacja. Walory pokarmowe tej paszy mogą przyczyniać się do osiągnięcia lepszych efektów produkcyjnych w żywieniu świń i drobiu. Przeprowadzone badania własne prezentowane w tej pracy wskazały na jej użyteczność w żywieniu loch i warchlaków.

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować następujące uogólnienia:

✓ Udział fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach paszowych dla loch w okresie ciąży i laktacji wpływa na poprawę wskaźników produkcyjnych, szczególnie u loch pierwiastek, co koresponduje z uzyskaniem korzystniejszych wskaźników odchovu prosiąt, w tym lepszej kondycji zdrowotnej.

✓ Udział komponentu fermentowanego na bazie śruty rzepakowej ma pozytywny wpływ na zdrowie loch (głównie pierwiastek) i ich prosiąt, czego dowodem jest wzrost wskaźników układu czerwonokrwinkowego oraz zawartości składników mineralnych takich jak fosfor, wapń i żelazo we krwi, a także obniżenie zawartości cholesterolu ogólnego oraz triacylogliceroli we krwi.

✓ Zastosowanie fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach paszowych dla loch w okresie ciąży i laktacji wywołuje korzystne zmiany w poziomie markerów metabolizmu kostnego u loch w okresie ciąży, stymuluje układ

immunologiczny do sekrecji IgA i IgM u prosiąt, poprawia obronę antyoksydacyjną u loch pierwiastek jak i wieloródek, a także wpływa na obniżenie aktywności enzymów wątrobowych głównie AST u prosiąt.

✓ Żywienie warchlaków mieszanką z udziałem komponentów fermentowanych, w szczególności z 8% lub 6% udziałem fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej wpływa korzystnie na skład mikrobiologiczny i obraz histologiczny jelit, a także poprawia strawność składników pokarmowych oraz wartość wskaźników produkcyjnych, a także stymuluje działanie układu odpornościowego.

✓ Udział fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej lub/i sojowej w ilości odpowiednio 6% i 2% w mieszankach dla warchlaków wydaje się być najkorzystniejszy w przebiegu procesów związanych z gospodarką mineralną oraz lipidową, a także w pobudzeniu procesów erytropoetycznych i antyoksydacyjnych.

✓ Stosowanie fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej daje pozytywne rezultaty zwłaszcza w żywieniu loch pierwiastek. W żywieniu warchlaków najefektywniejszym udziałem białkowych komponentów fermentowanych był 6% udział fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej oraz 2% udział fermentowanej wysuszonej poekstrakcyjnej śruty sojowej.

✓ Przeprowadzone badania potwierdziły wysoką przydatność wysuszonych komponentów fermentowanych w żywieniu loch i warchlaków. Zastosowanie takich komponentów białkowych w dawce pokarmowej wpływa na poprawę funkcjonowania organizmu, zwłaszcza przewodu pokarmowego zwierząt, a tym samym korzystnie wpływa na ich zdrowie i kondycję, co jest bardzo pożądane w tym istotnym okresie chowu świń.

✓ Fermentowana wysuszona poekstrakcyjna śruta rzepakowa może stać się alternatywą w stosunku do komponentów białkowych z roślin GMO (śruta sojowa) stosowanych w mieszankach paszowych dla świń. Proces fermentacji pozwala także na pełniejsze wykorzystanie pasz białkowych rodzimego pochodzenia w żywieniu świń.

## 6. PIŚMIENNICTWO

1. Canibe N., Jensen B.B. 2012. Fermented liquid feed – microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 173, 17-40.
2. Canibe N., Virtanen E., Jensen B.B. 2007. Microbial and nutritional characteristics of pig liquid feed during fermentation. *Animal Feed Science And Technology*, 134(1), 108-123.
3. Couto S.R., Sanromán M.A. 2006. Application of solid-state fermentation to food industry-A review. *Journal of Food Engineering*, 76, 291–302.
4. De Visser C.L.M., Schreuder R., Stoddard F., 2014. The EU's dependency on soya bean import for the animal feed industry and potential for EU produced alternatives. *Oilseeds Fats Crops Lipids*, 21(4). <https://doi.org/10.1051/ocf/2014021>
5. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I., Bonos E., Skoufos I., Tsinas A., Tzora A., Peng J. 2014. Alternative protein sources to soybean meal in pig diets. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 12, 655-660.
6. He R., Ju X., Yuan J., Wang L., Girgih A.T., Aluko R.E. 2012. Antioxidant activities of rapeseed peptides produced by solid state fermentation. *Food Research International*, 49, 432-438.
7. NORMY ŻYWIENIA ŚWIŃ, 2014 – Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. Praca zbiorowa (red. E.R. Grela, J. Skomial). Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego Polskiej Akademii Nauk, Jabłonna.
8. Schoëne F., Leiterer M., Hartung H., Jahreis G., Tischendorf F. 2001. Rapeseed glucosinolates and iodine in sows affect the milk iodine concentration and the iodine status of piglets. *British Journal of Nutrition*, 85, 659-670.
9. Scholten R.H., van der Peet-Schwering C.M., Verstegen M.W., den Hartog L.A., Schrama J.W., Vesseur P.C. 1999. Fermented co-products and fermented compound diets for pigs: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 82(1-2), 15, 1-19.
10. Song Y.S., Pérez V.G., Pettigrew J.E., Martinez-Villaluenga C., Gonzalez de Mejia E. 2010. Fermentation of soybean meal and its inclusion in diets for newly weaned pigs reduced diarrhea and measures of immunoreactivity in the plasma. *Animal Feed Science and Technology*, 159, 41–49.
11. Wenk C. 2001. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology*, 90(1–2), 21–33.