

UNIwersytet Przyrodniczy w Lublinie
KATEDRA HIGIENY ZWIERZĄT I ZAGROŻEŃ ŚRODOWISKA
UL. AKADEMICKA 13, 20-950 LUBLIN

**Raport z przeprowadzonych badań w projekcie „Współpraca” objętym Programem
Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 w ramach prac zespołu badawczego
„Nowe praktyki chowu zwierząt inwentarskich we współpracy z Uniwersytetem
Przyrodniczym z Lublina”.**

Kierownik zadania badawczego : dr hab. Łukasz Wlazło prof. uczelni

Zespół badawczy :

Profesor dr hab. Bożena Nowakowicz-Dębek

Profesor dr hab. Anna Czech

Profesor dr hab. Anna Chmielowiec Korzeniowska

Profesor dr hab. Mariusz Florek

dr hab. Piotr Domaradzki profesor uczelni

dr inż. Agata Drabik

dr inż. Wioletta Wnuk

dr inż. Katarzyna Kwiatkowska

dr Mateusz Ossowski

mgr inż. Katarzyna Karpińska

mgr inż. Urszula Polak

dr inż. Paweł Owczarek

Wprowadzenie:

Mikroklimat środowiska hodowlanego jest jednym z najważniejszych czynników mających bezpośredni wpływ na efekty produkcyjne, dlatego tak ważne jest utrzymanie pełnej homeostazy zwierząt w środowisku ich bytowania. Ma to szczególne znaczenie przy wielkotowarowej produkcji zwierzęcej odbywającej się w pomieszczeniach zamkniętych, jak w przypadku trzody chlewnej. Uwalniane do powietrza gazowe zanieczyszczenia to często substancje nie tylko uciążliwe zapachowo, lecz także toksyczne i/lub drażniące. Należy tu wymienić związki powstające zarówno podczas bakteryjnego rozkładu substancji organicznej (np. amoniak), w czasie fermentacji (np. metan) oraz inne gazy powstające w trakcie prowadzonych prac w fermie. Do najważniejszych związków zapachowo czynnych należą amoniak, siarkowodór, indol, fenol, tiole, skatole, aminy i siarczki. Powstające w trakcie hodowli zwierząt gazowe zanieczyszczenia są przez układy wentylacyjne wyrzucane na zewnątrz, co zwiększa koncentrację zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym poza budynkami inwentarskimi (fermą). Gazy wprowadzone do powietrza ulegają rozproszeniu, a następnie podlegają wielu przemianom stymulowanym obecnością światła, pyłu, lub i innych związków. Następnie są absorbowane przez cząsteczki pary wodnej i opadają na powierzchnię prowadząc do jej zanieczyszczenia. Pomimo postępu widocznego w ostatnich latach w hodowli zwierząt, związanego z rozwojem zarówno technologii jak i rozwojem nowoczesnych systemów chowu oraz nadzorem weterynaryjnym, nadal istotny jest problem negatywnego wpływu intensywnej produkcji zwierząt, a zwłaszcza ferm trzody chlewnej na środowisko. Należy podkreślić, uwalniane zanieczyszczenia często wiążą się z działaniem szkodliwym i odorotwórczym oraz znacznymi poziomami emisji uzyskiwanymi z budynków inwentarskich.

W dniu

21.02.2017 r. w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej (L 43/231) opublikowana została decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2017/302 z dnia 15 lutego 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do intensywnego chowu drobiu lub świń zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE. Wymagania w formie decyzji wykonawczej Komisji Europejskiej wprost zobowiązuje kraje członkowskie do stosowania technik ograniczania uciążliwości zapachowej oraz wskazuje na obowiązek okresowego monitorowania odorów m.in. poprzez pomiar zgodny z normą olfaktometrii dynamicznej. W zakresie emisji substancji do powietrza konkluzje BAT określają wymagania wobec hodowli świń i drobiu, metod ograniczania emisji amoniaku, pyłu, odorów, zakresu obowiązkowego monitoringu emisji, metod wykonywania pomiarów, obliczeń i

szacunków emisji oraz systemów zarządzania środowiskowego [UE 2017/302, Departament Ochrony Powietrza i Klimatu, 2016].

Na podstawie uzyskanych wyników badań własnych zaproponowano rozwiązanie zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych z ferm trzody chlewnej z wykorzystaniem naturalnie występujących sorbentów jakim jest carbon, wytwarzany na bazie węgla aktywnego.

Wpłyne to korzystnie na obraz zapachowy otoczenia ferm trzody chlewnej, poprawę warunków utrzymania zwierząt, ich dobrostan, co przełoży się na jakość finalną produktu jakim jest mięso. Wpływ zaproponowanych rozwiązań (zastosowanie odpowiednio dobranego sorbentu-węgla i określenie jego udziału w paszy) zostanie zbadany na stadzie tuczników wobec grupy kontrolnej. Prace badawcze skupiały się na ocenie parametrów mikroklimatycznych wraz z aerozolem biologicznym w pomieszczeniach hodowlanych na tle uwalnianych zanieczyszczeń (m.in.: amoniak, metan) oceny parametrów dobrostanu zwierząt poprzez kontrolę stanu zdrowia (badania krwi zwierząt, paszy, kału i treści jelit, w tym mikrobioty). Analizie poddane zostały efekty produkcyjne oraz w etapie II (poubojowo) parametry jakości mięsa - przydatności technologicznej mięsa.

Cel podjętych badań:

Operacja ma na celu opracowanie i wprowadzenie udoskonalonej technologii ograniczającej negatywne skutki prowadzenia intensywnej hodowli trzody chlewnej na dobrostan zwierząt oraz środowisko. Zaplanowano wykorzystanie naturalnego sorbentu jako dodatku do paszy, który pozwoli na ograniczenie emisji gazowych zanieczyszczeń w tym substancji uciążliwych zapachowo.

Przyjęto hipotezę badawczą, że zastosowanie naturalnych sorbentów jako dodatków do paszy zmniejszy uwalnianie gazowych zanieczyszczeń, a w III etapie wpłynie korzystnie na jakość i przydatność technologiczną mięsa jako surowca.

Metodyka prowadzonych badań :

Zakres realizowanych prac badawczych : W ramach etapu II zaplanowano monitoring, kontrolę i ocenę warunków zoohigienicznych, mikroklimatycznych w chlewni w trakcie stosowania naturalnych sorbentów w diecie świń. Ponadto zaplanowano ocenę wskaźników produkcyjnych i stanu zdrowia zwierząt.

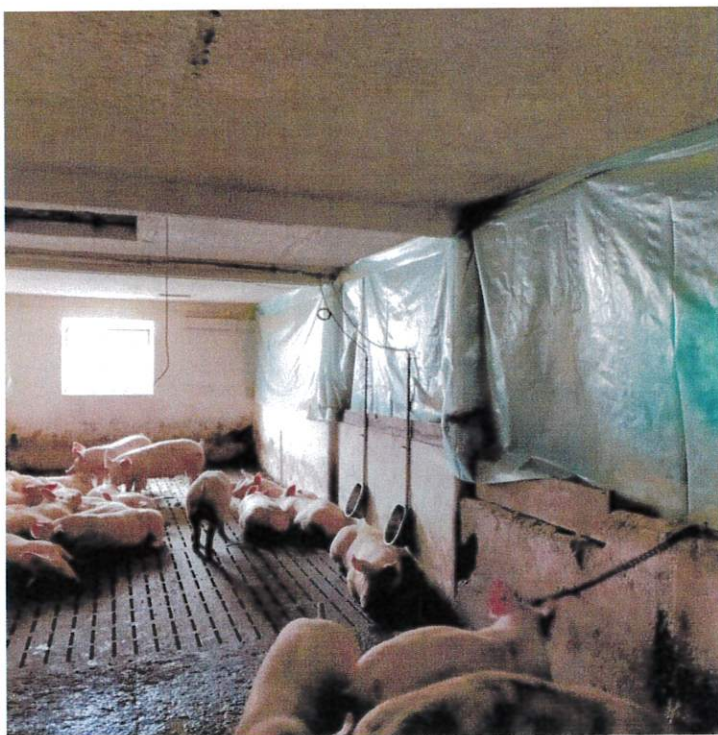
W każdej z grup monitoringiem objęto warunki zoohigieniczne z uwzględnieniem gazowych zanieczyszczeń (m.in.: NH_3 , CH_4), zapylenie powietrza, aerozol biologiczny, układ termiczno-wilgotnościowy panujący w pomieszczeniach chlewni. Pomiar gazowych zanieczyszczeń w powietrzu chlewni prowadzono aspiratorami oraz włączonymi do instalacji pomiarowej sensorami gazów. Praca urządzenia w takim układzie pozwoliła na bieżąco monitorować skład gazowy powietrza we wszystkich badanych grupach.



Fot 1,2. Analizator *Frasenius* oraz przenośne detektory wielogazowe wykorzystywane do pomiaru stężeń zanieczyszczeń gazowych w fermie

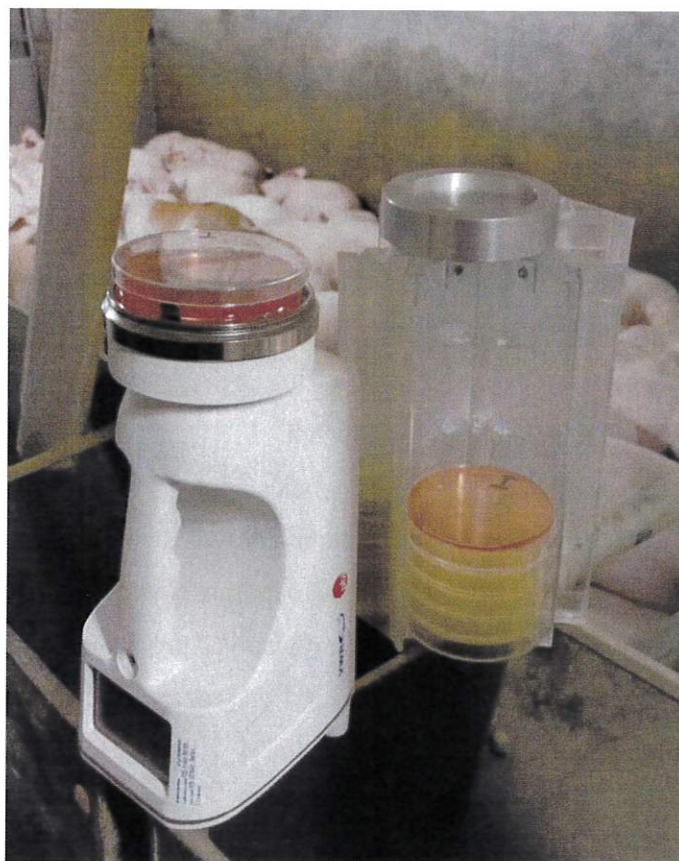
W celu realizacji zaplanowanych operacji w etapie II i III utworzono w chlewni cztery grupy zwierząt i objęto je doświadczeniem. Zwierzęta przypisane do grupy kontrolnej (K) były żywione tradycyjnie i nie otrzymywały dodatku sorbentu do paszy, a w trzech grupach określonych jako doświadczalne (D1,D2,D3) zastosowano suplementację testowanego dodatku. Udział sorbentu w paszy określono w oparciu o wcześniejsze symulacje i testy laboratoryjne uwalniania zanieczyszczeń.

Przeprowadzono ocenę zdolności testowanego dodatku do pochłaniania amoniaku uwalnianego z odchodów zwierzęcych w skali laboratoryjnej. Posłużono się metodą enzymatyczną według Berthelota. Stężenie uwalnianych zanieczyszczeń oznaczono kolorymetrycznie za pomocą analizatora Cormay Plus. Analizę wykonywano w dwukrotnym powtórzeniu. Objętość uwalniającego się NH_3 obliczono dla grup doświadczalnych w stosunku do grupy kontrolnej. W wyniki przeprowadzonych symulacji laboratoryjnych w warunkach fermowych utworzono odrębne boksy w których utrzymywano zwierzęta z poszczególnych grup. Zwierzęta z poszczególnych grup doświadczalnych objętych doświadczeniem otrzymywały wraz z paszą odpowiedni udział sorbentu: 0,25%-D1, 0,5%-D2 i 0,75%-D3.



Fot 3. Kojce dla grup doświadczalnych wydzielone na potrzeby autonomicznego pomiaru stężeń uwalnianych do powietrza zanieczyszczeń gazowych.

Stężenie bioaerozolu określano we wszystkich grupach zwierząt objętych doświadczeniem. W tym celu próbki powietrza pobierano aspiratorem (AIR SAMPLER) na uprzednio przygotowane podłoża mikrobiologiczne, a następnie identyfikowano przy użyciu mikrotestów biochemicznych. Kontrola skażenia mikrobiologicznego została przeprowadzona przy użyciu próbnika powietrza SAS ISO-100. Urządzenie posiada dwuprzepływowy turbowentylator, za pomocą którego zasysa strumień powietrza przez metalową głowicę z 219 otworami, każdy o średnicy 1 mm. Podczas dokonywania pomiarów metodą zderzeniową powietrze zostaje przepuszczone przez otwory w urządzeniu i w wyniku uderzenia o powierzchnię płytki pozostają na niej zanieczyszczenia które następnie są poddawane inkubacji i zliczaniu wyrosłych kolonii. W próbkach powietrza określono m.in.: ogólnej liczby bakterii, liczebności bakterii tlenowych mezofilnych i liczebności grzybów. Badania przeprowadzono zgodnie z normami Polskimi Normami oraz zaleceniami w zakresie badania czystości mikrobiologicznej powietrza. Do kontroli układu termiczno-wilgotnościowego we wszystkich grupach zwierząt wykorzystano termo-higrometry oraz anemometr.



Fot 4. Automatyczny próbnik powietrza pracujący metodą impakcyjną - SAS Air Sampler oraz podłoża do hodowli mikroorganizmów.

W wszystkich grupach określono stężenie zapylenia w chlewni, jako: pył całkowity (frakcja wdychalna) i respirabilna, PM1, PM 2,5, PM 10. Badania przeprowadzono za pomocą automatycznego miernika zapylenia Dust Track.



Fot 5. Miernik zapylenia wykorzystywany w trakcie badań fermowych.

Zasadność i bezpieczeństwo stosowanego dodatku, obok kontroli warunków mikroklimatycznych weryfikowano prowadząc badania kontrole stanu zdrowia świń. Kontroli poddano parametry hematologiczne, biochemiczne oraz wskaźników odpornościowe. Krew do badań pobierał lekarz weterynarii z żyły szyjnej po uprzednio przygotowanych próbek którą następnie przewożono do laboratorium Katedry Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie i poddawano analizom.

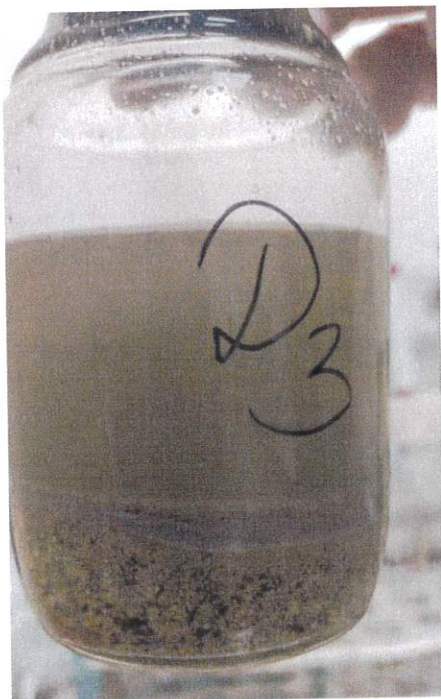


Fot 6. Analizator BS- 180 Mindray wykorzystywany do analiz krwi zwierząt.

W oparciu o uzyskane wyniki z analiz stężeń gazowych uzyskiwanych w budynkach inwentarskich przeprowadzono szacowanie wielkości emisji gazów cieplarnianych z objętych badaniami obiektów. W tym celu pakiet Operat FB, który posiada atest Instytutu Ochrony Środowiska (BA/147/96). Pakiet służy do modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym ze źródeł punktowych, liniowych i powierzchniowych zgodnie z metodyką zawartą w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie wartości odniesienia niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 16/10).

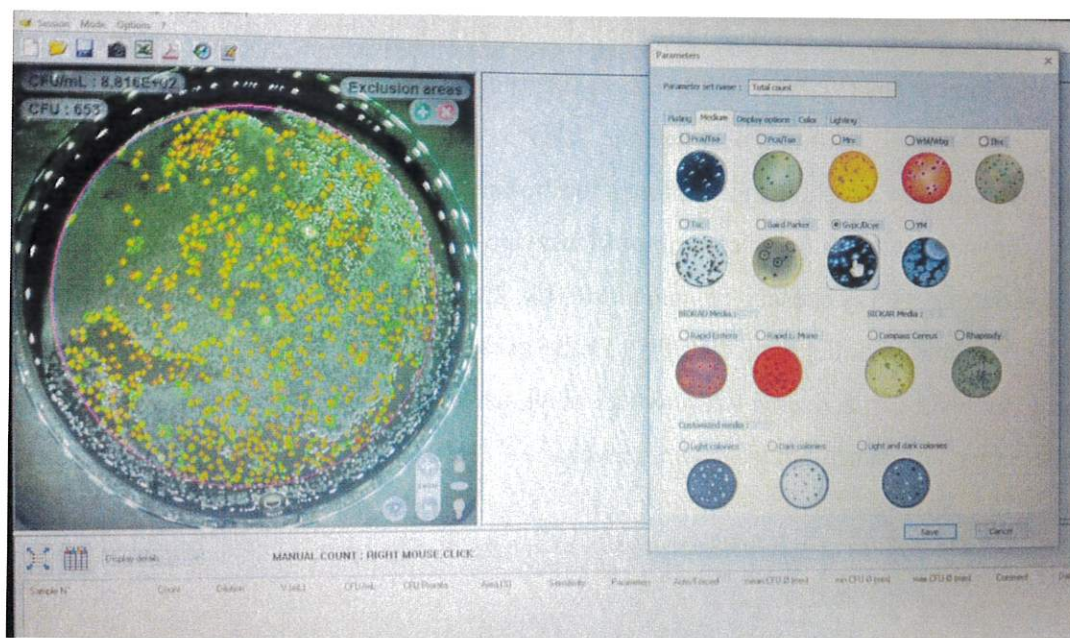
W trakcie doświadczenia prowadzono kontrolę stanu sanitarno-higienicznego paszy podawanej zwierzętom. W tym celu pobierano do jałowych uprzednio przygotowanych pojemników próbki paszy (n-6) z każdej z grup badawczych. Następnie próby te łączono w próbę zbiorczą którą homogenizowano i odważano 20 gr. do analiz mikrobiologicznych. Tak przygotowany materiał umieszczono w sterylnych butelkach, dodawano 180 ml płynu

Ringera. Roztwór wytrząsano przez 5 minut i pozostawiano na 15 minut w celu sedimentacji osadu.



Fot 7. Pasza zwierząt przygotowana do oznaczeń mikrobiologicznych

Następnie przygotowano szereg dziesięciokrotnych rozcieńczeń badanych próbek w roztworze soli fizjologicznej i wysiewano powierzchniowo na płytki Petriego z odpowiednim podłożem mikrobiologicznym. Po określonym czasie inkubacji zliczano wyrosłe kolonie automatycznym licznikiem i przeliczano zgodnie z normami PN Następnie wyznaczano liczbę poszczególnych typów morfologicznych wyrażoną zawartością jednostek tworzących kolonie w 1g badanego materiału [jtk/g].



Fot. 7 Automatyczny licznik kolonii wykorzystywany w badaniach mikrobiologicznych.



Fot 8 . Wzrost mikroorganizmów na selektywno-wybiórczych podłożach mikrobiologicznych.

W celu określenia parametrów produkcyjnych zwierzęta ważono, analizowano spożycie paszy, a także obserwowana ich kondycję. Wykonano badania strawnościowe pod kątem wykorzystania składników paszy. Po zakończeniu zadania II zwierzęta z poszczególnych grup (grupa kontrolna i 3 doświadczalne) poddano ubojowi (zadanie III).

Świnie zostały przetransportowane do rzeźni i poddane ubojowi zgodnie z Rozporządzeniem Rady (WE) nr. 1/2005 z dnia 22 grudnia 2004 r. oraz Rozporządzeniem Rady (WE) nr. 1099/2009 z dnia 24 września 2009 r. Materiałem badawczym były próby następujących mięśni: musculus longissimus lumborum (MLL) i musculus semimembranosus (MSM), które zostały zebrane podczas obróbki tuszy po 24 godzinach schładzania. Każdą próbę mięśni podzielono na trzy części o równej masie (ok. 250 g) i oddzielnie spakowano próżniowo w worki z poliamidu i polietylenu (PA/PE). Próby przechowywano w temperaturze $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ do momentu wykonania oceny właściwości fizykochemicznych, czyli analizy chemicznej, analizy tekstury i pomiarów fizykochemicznych.



Fot 9. Materiał tkankowy pobrany w kierunku określenia parametrów przydatności technologicznej surowca.

Oznaczano pH przy użyciu szklanej elektrody kombinowanej ERH-12-6 oraz wodoodpornego pH-metru CP-401. Aktywność wodną (a_w) tkanki mięśniowej zmierzono aparatem HygroLab C1. Średnie pH i a_w dla danej próbki obliczano z trzech powtórzeń. Wykonano także pomiary barwy mięśni szkieletowych miernikiem nasycenia barwy Minolta CR-310. Wyniki podano w systemie barw CIE $L^*a^*b^*$, gdzie: L^* – jasność metryczna, a^* – barwa czerwona, b^* – barwa żółta. Całkowitą zawartość barwników hemowych oznaczono wg metodą Hornseya za pomocą spektrofotometru Varian Cary 300 Bio, obliczając stężenie hematyny w g/g mięsa. Przy pomocy tego samego spektrofotometru, określono stabilność oksydacyjną lipidów (wartość TBARS) – metodą Witte'a i wsp. Wartość TBARS (ang. thiobarbituric acid reactive substance) wyrażono w mg malondialdehydu (MDA) w 1 kg mięsa.

Parametry tekstury – siły ścinania (W-B SF, N) i energii cięcia (W-B SE, mJ) zmierzono według za pomocą jednokolumnowej maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell Proline B0,5 na próbkach mięsa wykorzystywanych do oceny ubytku masy mięsa po zabiegach termicznych (kulinarnych), (CL – ang. cooking loss) przy użyciu noża szerometrycznego WarnerBratzlera (V-blade). Średnią dla danej próbki obliczano z sześciu powtórzeń. Analizę wyników pomiarów przeprowadzono przy użyciu oprogramowania TestXpert® II, które wykorzystano do obliczenia średniej z trzech powtórzeń dla twardości, sprężystości, gumowatości i żuwalności.

Ubytek masy po ociekaniu (DL – ang. drip loss) obliczono na podstawie różnicy masy próbki przed 24- godzinnym przechowywaniem w temp. 4 °C i po nim. Wyciek termiczny (CL) określono natomiast porównując masę próby przed i po obróbce cieplnej w łaźni wodnej. Analizę zawartości wody wolnej (mg) przeprowadzono metodą bibułową [Grau i Hamm]. Do analizy obrazu – powierzchni próbki mięsa (M) i ubytku całkowitego (T) – użyto oprogramowanie MultiScan Base, a wyniki wyrażono jako $M/T \times 100$. Zdolność do zatrzymywania wody wyrażono jako średnie wartości z dwóch powtórzeń dla jednej próbki. Skład chemiczny prób mięsa przeanalizowano używając metod referencyjnych : Wilgotność PN-ISO 1442:2000; Zawartość popiołu -PN-ISO 936:2000; Zawartość białka ogólnego PN-75-A-04018:1975/Az3:2002; Zawartość wolnego tłuszczu PN-ISO 1444:2000.

Materiał do badań histopatologicznych stanowiły wycinki narządów: wątroba, nerka, jelito cienkie oraz jelito grube. Materiał tkankowy utrwalano przez 24 godz. w 10% formalinie o pH – 7,2, a następnie przeprowadzano w ciągu 24 godz., do bloczków parafinowych w procesorze tkankowym. Skrawki tkankowe o grubości 4µm wykonane na mikrotomie nanoszono na szkiełka podstawowe. Preparaty do oceny histopatologicznej po zabarwieniu hematoksyliną i eozyną (HE) oglądano w mikroskopie świetlnym.



Fot 10. Pobieranie materiału tkankowego do analiz histopatologicznych.



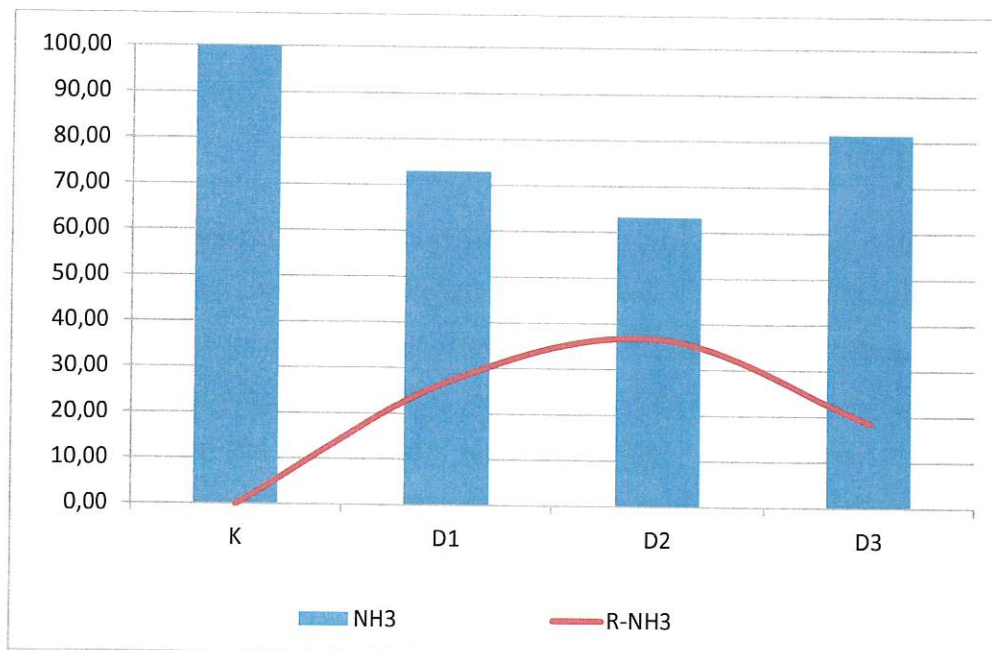
Fot 11. Materiał tkankowy z poszczególnych narządów utrwalony w formalinie przed badaniem histopatologicznym.

Wyniki badań:

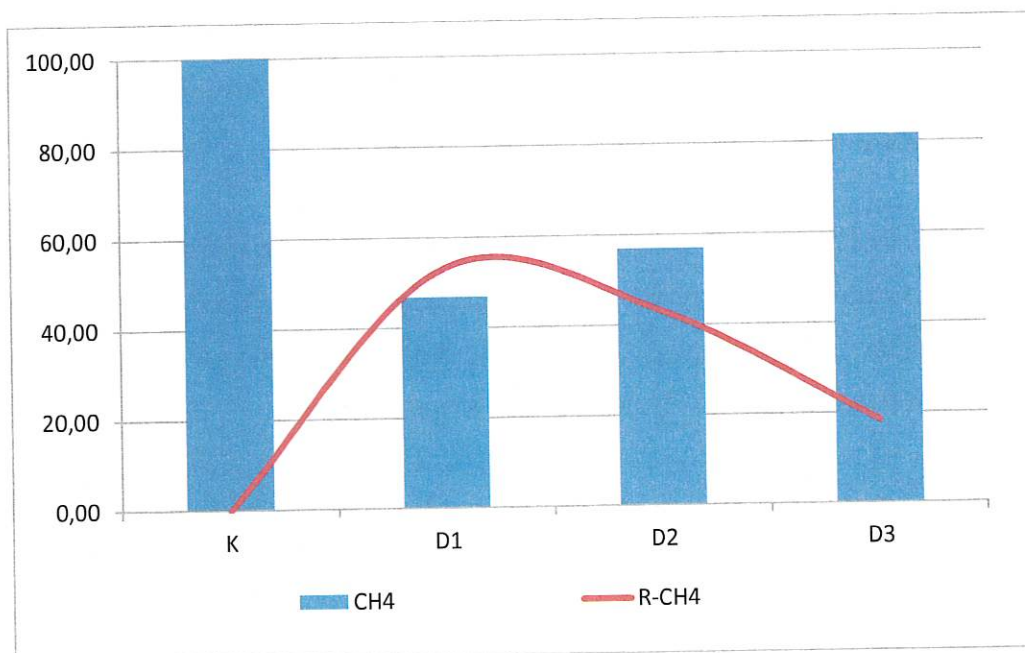
Opracowane wyniki badań nad emisją gazów uwalnianych w pomieszczeniach inwentarskich podczas trwania doświadczenia przedstawiają ryciny 1-3. Średnia koncentracja i odsetek redukcji zanieczyszczeń gazowych prezentuje rycina 4.

W okresie badawczym odnotowano zmniejszenie koncentracji uwalnianego amoniaku w pomieszczeniach hodowlanych wszystkich grup doświadczalnych (D1,D2,D3) wobec stężeń uzyskiwanych w kojach zwierząt z grupy kontrolnej K. Najniższe średnie wartości uzyskano dla grupy pobierającej wraz z paszą 0,5% udział testowanego dodatku.

Ryc..1 Średnia redukcja NH_3 w badanym okresie w poszczególnych grupach (%)

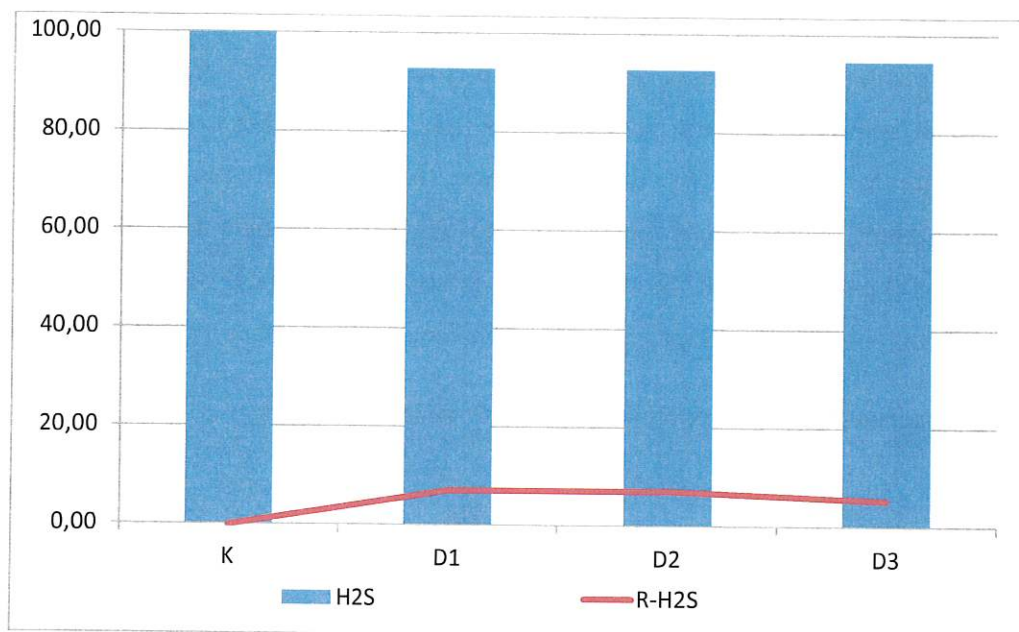


Ryc. 2. Średnia redukcja CH₄ w badanym okresie (%)



Również analiza średnich stężeń metanu uwalnianego w pomieszczeniach hodowlanych wykazała redukujące właściwości analizowanego dodatku sorbentu wobec tego gazu. Średnie stężenie metanu w analizowanych okresie hodowlanym było najwyższe w kojcu zwierząt z grupy kontrolnej K. Najwyższy wskaźnik redukcji uzyskano natomiast w grupie D1 pobierającej wraz z paszą 0,25% udział biowęgla. Również w pozostałych grupach doświadczalnych odnotowano zmniejszenie koncentracji tego gazu w powietrzu pomieszczeń hodowlanych, jednak obserwowano zależność wykazywała odwrotną proporcjonalność wobec ilości stosowanego w diecie zwierząt sorbentu.

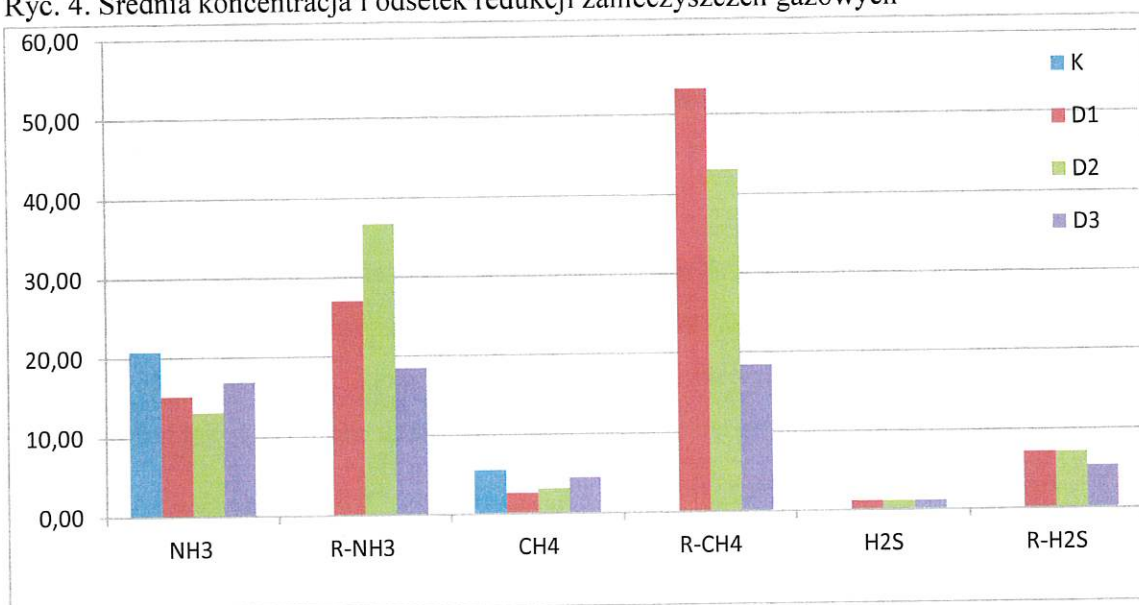
Ryc. 3. Średnia redukcja H₂S w badanym okresie (%)



Testowany dodatek wykazał również redukujące właściwości wobec uwalnianego w trakcie tuczu siarkowodoru. Jednak obserwowany stopień redukcji był najniższy z wszystkich analizowanych gazów hodowlanych. Uzyskana redukcja w wszystkich grupach doświadczalnych wykazywała zbliżone wartości, a % redukcji nie wykazywał zależności od zastosowanej w diecie dawki sorbentu.

Uzyskane redukcje w przypadku emitowanego amoniaku były najwyższe w grupie D2 z zastosowanym 0,5% dodatkiem sorbentu w diecie zwierząt. Uzyskany procent redukcji kształtował się na poziomie 37,% wobec grupy kontrolnej K. W grupie D1 z 0,25% udziałem biowęgla uzyskano redukcje NH_3 na poziomie 27%, zaś w grupie D3 z zastosowanym dodatkiem sorbentu w ilości 0,75% dziennej dawki paszy zanotowano zmniejszenie koncentracji o 18,46% wobec grupy kontrolnej. Redukcja metanu była na najwyższym poziomie d grupie D3 na poziomie 4,5% wobec grupy kontrolnej. Redukcja H_2S kształtowała się na zbliżonym poziomie nie przekraczając 1,5% uwolnionego gazu wobec grupy kontrolnej.

Ryc. 4. Średnia koncentracja i odsetek redukcji zanieczyszczeń gazowych



Nie odnotowano zmniejszenia poziomu bioaerozolu w powietrzu fermy pod wpływem stosowania aktywnego węgla w grupie D3. Natomiast w grupie D1 i D2 uzyskano niższy poziom bakterii tlenowych mezofilnych, ogólnej liczny bakterii oraz mniejszą liczebność grzybów w powietrzu badanych pomieszczeń inwentarskich. Stężenie bioaerozolu określano we wszystkich grupach zwierząt objętych doświadczeniem. (tab. 1).

TAB.1 KONCENTRACJA BIOAERZOLU W POWIETRZU FERMY W TRAKCIE TRWANIA DOŚWIADCZENIA (JTK/M³)

grupa	Ogólna liczba bakterii	Liczba bakterii tlenowych mezofilnych	Ogólna liczba grzybów
K	7,9x10 ⁵	3,7 x10 ⁵	2,8 x10 ³
D1	5,8 x10 ⁵	3,5 x10 ⁵	1,3 x10 ³
D2	5,9 x10 ⁵	5,4 x10 ⁵	2,3 x10 ³
D3	1,5 x10 ⁶	9,3 x10 ⁵	8,1 x10 ³

Do kontroli układu termiczno-wilgotnościowego we wszystkich grupach zwierząt wykorzystano termo-higrometr oraz anemometr (tab.2). Wszystkie parametry mikroklimatu były zgodne z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i rozwoju Wsi z dnia 2 września 2003 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania poszczególnych gatunków zwierząt gospodarskich.

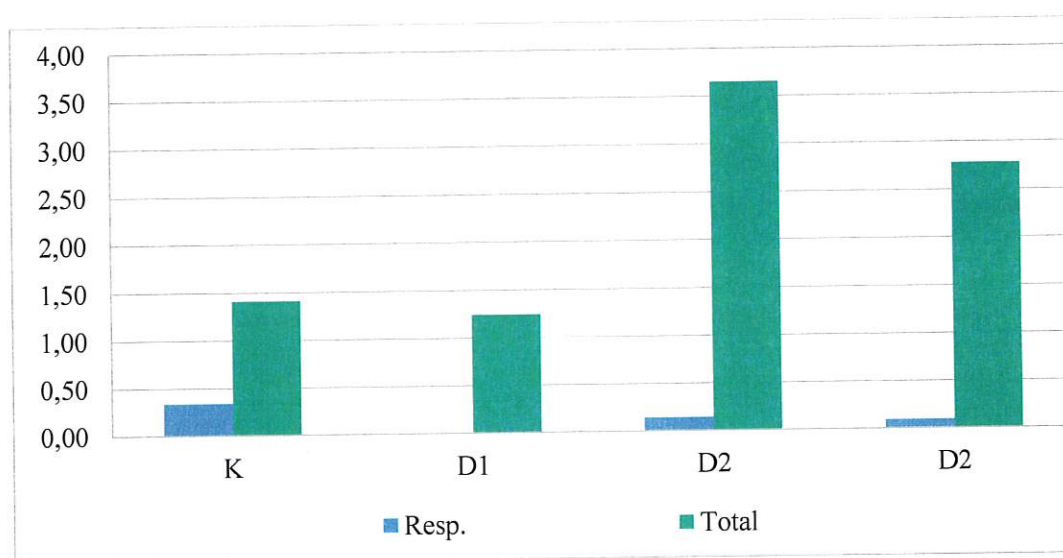
TAB. 2 PARAMETRY MIKROKLIMATYCZNE W CHLEWNI W TRAKCIE TRWANIA DOŚWIADCZENIA

Wskaźnik	K	D1	D2	D3
Temperatura [%]	18,6	18,2	18,8	18,1
Wilgotność [m/s]	79,7	79,7	78,8	74,7
Ruch powietrza [m/s]	0,2	0,3	0,2	0,2

Określono stężenie zapylenia w chlewni dla wszystkich grup, jako: pył całkowity (frakcja wdychalna i respirabilną, PM1, PM 2,5, PM 10 (ryc. 5).

Stężenie pyłu respirabilnego było najwyższe w grupie kontrolnej (K), zaś w grupie doświadczalnej D1 nie odnotowano tej frakcji zapylenia. W grupach D2 oraz D3 stężenie to utrzymywało się na zbliżonym i niskim poziomie. W tych grupach jednocześnie za notowano wzrost stężenia pyłu całkowitego w powietrzu kojców w porównaniu do grupy D1 oraz K.

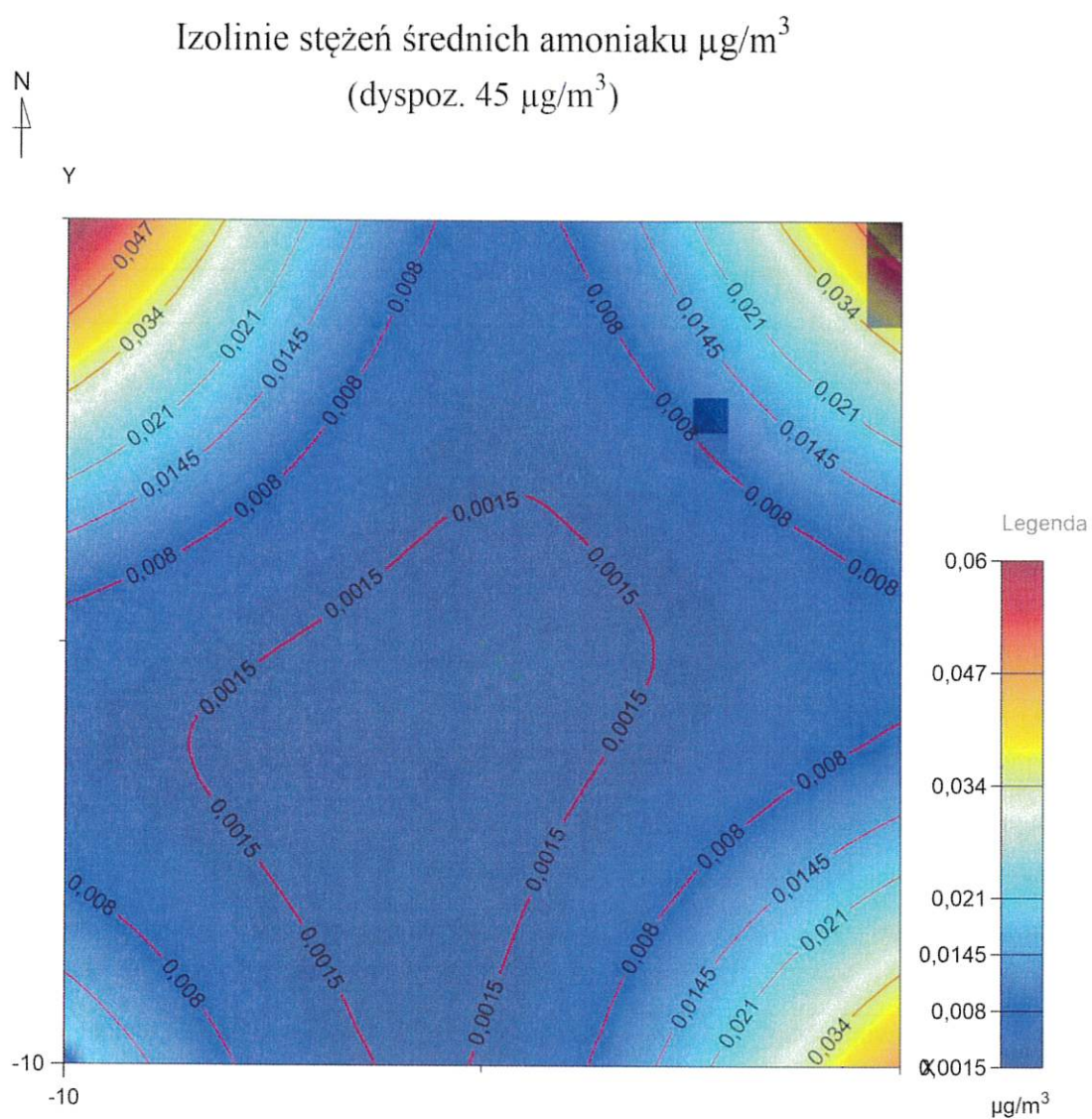
RYC 5. KONCENTRACJA PYŁU W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH W OKRESIE BADAŃ (MG/M³)



TAB.3 KONCENTRACJA PYŁU W POWIETRZU CHLEWNI W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH W TRAKCIE DOŚWIADCZENIA (MG/M³)

Frakcja pyłu	K	D1	D2	D2
PM1	0,22	0,34	0,46	0,33
PM2,5	0,23	0,35	0,47	0,85
PM10	0,46	0,90	0,88	0,84
Pył respirabilny	0,34	0,00	0,14	0,09
Pył całkowity	1,41	1,24	3,65	2,78

W oparciu o uzyskane wyniki z analiz przeprowadzono szacowanie wielkości emisji gazów cieplarnianych z objętych badaniami obiektów (Ryc. 6).



Zasadność i bezpieczeństwo stosowanego dodatku, obok kontroli warunków mikroklimatycznych weryfikowano prowadząc badania kontrole stanu zdrowia świń. Kontroli poddano parametry hematologiczne, biochemiczne oraz wskaźników odpornościowe (tab. 4).

TABELA.4 WSKAŹNIKI BIAŁOKRWINKOWE I ZAWARTOŚĆ IMMUNOGLOBULIN WE KRWI TUCZNIKÓW

WSKAŹNIK	K	D1	D2	D3
WBC; 10^9 l^{-1}	15,87	20,32	24,64	22,55
LEUKOGRAM:				
GRA; %	30,50	30,98	22,67	31,46
LIM; %	62,40	65,08	74,60	64,07
MONO; %	4,23	2,36	1,30	3,46
EOZ; %	2,18	1,12	0,500	0,578
BAZ; %	0,700	0,460	0,934	0,434
GRA/LIM	0,492	0,478	0,305	0,493
IMMUNOGLOBULINY				
IgG; mg ml^{-1}	15,82	20,35	14,02	21,33
IgA; mg ml^{-1}	3,65	3,69	3,67	3,18
IgM; mg ml^{-1}	1,34	1,50	1,49	1,43
Lizozym, mg ml^{-1}	1,48	2,41	3,31	1,67
IL6, pg ml^{-1}	111,5	133,2	61,15	84,11

WBC – ilość krwinek białych; **GRA** – granulocyty obojętnochłonne; **MID** – suma eozynocytów, bazocytów i monocytów; **LIM** – limfocyty; **IgG** – immunoglobuliny G; **IgA** – immunoglobuliny A; **IgM** – immunoglobuliny M; **IL6** – interleukina 6

TABELA 5 . WSKAŹNIKI CZERWONOKRWINKOWE KRWI TUCZNIKÓW W TRAKCIE

DOŚWIADCZENIA

WSKAŹNIK	K	D1	D2	D3
Ht; l l^{-1}	26,48	36,34	41,97	38,74
Hb; mmol l^{-1}	9,60	11,42	12,34	11,26
RBC; 10^{12} l^{-1}	5,23	6,72	7,11	6,60
MCV; fl	58,78	57,06	59,86	59,30
MCH; pg	16,82	17,00	17,48	17,32
MCHC; g dl^{-1}	28,28	29,82	29,20	28,42

RDW-CV, %	22,60	20,04	22,72	18,94
RDW-SD, fl	49,20	42,08	49,48	41,82
PLT, 10^6 l^{-1}	266,00	331,6	355,20	242,80
MPV, fl	9,95	9,80	9,34	9,89
PDW, fl	15,18	15,46	15,44	15,87
PCT, %	0,250	0,324	0,365	0,154

RBC – ilość krwinek czerwonych; **Hb** – zawartość hemoglobiny; **Ht** – wartość hematokrytu ;
MCV - średnia objętość krwinki czerwonej; **MCH** - średnia masa hemoglobiny w krwince czerwonej; **MCHC** - średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej; **RDW-CV** - współczynnik zmienności rozkładu objętości erytrocytów; **RDW-SD** wskaźnik rozkładu objętości erytrocytów; **PLT** trombocyty; **MPV** - współczynnik morfologii krwi; **PDW** - Wskaźnik anizocytozy płytek krwi

TABELA.6 WARTOŚĆ WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW BIOCHEMICZNYCH OSOCZA KRWI TUCZNIKÓW

WSKAŹNIK	K	D1	D2	D3
TP; g l^{-1}	6,32	6,34	6,42	6,31
UREA; mmol l^{-1}	3,65	3,81	3,07	2,80
CREAT; $\mu\text{mol l}^{-1}$	90,17	97,83	93,26	95,62
BIL; mg dl^{-1}	0,142	0,138	0,147	0,123
Aktywność enzymów (U l^{-1})				
ALT	33,74	30,58	33,08	32,50
AST	33,40	28,02	26,55	29,72
CK	786,8	1416,8	893,2	750,4

TP – białko całkowite; **UREA** – mocznik; **CREAT** – kreatynina; **BIL** – bilirubina; **AST** – aminotransferaza asparaginianowa; **ALT** – aminotransferaza alaninowa; **CK** – kinaza kreatyninowa

TABELA 7. WSKAŹNIKI LIPIDOWE OSOCZA KRWI TUCZNIKÓW W TRAKCIE DOŚWIADCZENIA

WSKAŹNIK	K	D1	D2	D3
CHOL; mmol l ⁻¹	2,27	1,96	2,15	2,10
HDL; mmol l ⁻¹	1,23	1,06	1,28	1,19
LDL; mmol l ⁻¹	0,893	0,727	0,739	0,680
% HDL	53,33	54,50	59,33	56,67
HDL/CHOL	1,85	1,85	1,68	1,76
TG; mmol l ⁻¹	0,317	0,389	0,285	0,483

CHOL – cholesterol całkowity; **HDL**- frakcja cholesterolu o wysokiej gęstości; **LDL**- frakcja cholesterolu o niskiej gęstości; **TG**- triacyloglicerole

TABELA.8 ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH I WITAMINY B W OSOCZU KRWI TUCZNIKÓW

WSKAŹNIK	K	D1	D2	D3
FOSFOR; MMOL L ⁻¹	3,92	3,60	4,10	3,57
WAPŃ; MMOL L ⁻¹	3,06	3,06	3,30	3,08
MAGNEZ; MMOL L ⁻¹	1,14	1,08	1,32	1,16
B12; pg/ml	139,2	138,6	138,6	139,0

Tabela. 8 STRAWNOŚĆ KAŁOWA PODSTAWOWYCH WSKAŹNIKÓW POKARMOWYCH TUCZNIKÓW (%)

WSKAŹNIK	K	D1	D2	D3
POBRANIE I				
SUCHA MASA	68,07	71,71	72,33	66,55
POPIÓŁ SUROWY	21,12	22,70	31,04	16,73
BIALKO OGÓLNE	60,34	61,13	66,02	50,95
TŁUSZCZ SUROWY	17,39	24,97	39,63	34,50
WŁÓKNO SUROWE	26,68	32,19	35,57	30,64
NITROGEN-FREE EXTRACT	79,04	82,29	81,47	78,71
POBRANIE II				
SUCHA MASA	84,18	87,73	87,45	86,62
POPIÓŁ SUROWY	46,01	57,94	60,41	52,50
BIALKO OGÓLNE	76,68	81,06	83,07	78,41
TŁUSZCZ SUROWY	45,59	61,87	64,32	55,09

WŁÓKNO SUROWE	25,80	41,55	44,05	40,01
NITROGEN-FREE EXTRACT	90,51	92,75	91,42	92,16

W trakcie doświadczenia prowadzono kontrolę stanu sanitarno-higienicznego paszy podawanej zwierzętom (tab. ryc??).

Wyniki badań stanu sanitarno-higienicznego paszy podawanej zwierzętom przedstawiono (tab.9).

TAB. ŚREDNIA KONCENTRACJA MIKROORGANIZMÓW W PASZY W OKRESIE BADAŃ (JTK/M³)

Grupa	Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych	Ogólna liczba grzybów	Ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego z rodzaju <i>Lactobacillus</i>	Liczba bakterii z grupy coli	<i>E.coli</i>	Ogólna liczba <i>C.perfringens</i>
K	1,4x10 ⁴	2,7 x10 ²	1,8 x10 ²	2,5 x10 ²	6,8 x10 ¹	nb.
D1	6,1 x10 ⁴	7,7 x10 ²	1,4 x10 ²	6,8 x10 ¹	4,5 x10 ¹	nb.
D2	1,2 x10 ⁴	4,4 x10 ¹	4,5 x10 ¹	nb.	nb.	1,7 x10 ²
D3	1,5 x10 ⁴	5,0 x10 ²	1,5 x10 ²	2,3 x10 ²	4,5 x10 ¹	4,2 x10 ¹

nb. - nieobecne w badanym materiale;

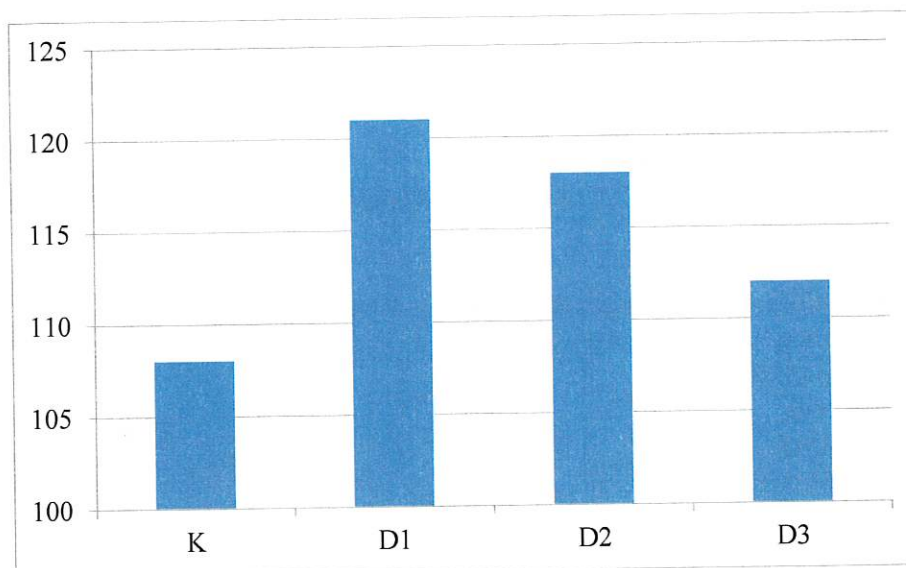
W paszy podawanej zwierzętom, nie stwierdzono obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*.

Wyniki badań kału świń, jako element kontroli zdrowia zwierząt, zamieszczono w tabeli 10

TAB. 10. ŚREDNIA KONCENTRACJA MIKROORGANIZMÓW W KALE ZWIERZĄT W OKRESIE BADAŃ (JTK/M³)

Grupa	Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych	Ogólna liczba grzybów	Ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego z rodzaju <i>Lactobacillus</i>	Liczba bakterii z grupy coli	<i>E.coli</i>	Ogólna liczba <i>C.perfringens</i>
K	1,1x10 ⁸	3,0 x10 ⁴	3,5 x10 ⁸	7,4 x10 ⁶	7,7 x10 ⁶	1,4 x10 ⁷
D1	5,8x10 ⁷	3,0 x10 ³	1,7 x10 ⁸	1,9 x10 ⁶	1,5 x10 ⁶	7,0 x10 ⁶
D2	7,9 x10 ⁷	8,2 x10 ⁴	2,7 x10 ⁸	7,1 x10 ⁶	4,5 x10 ⁶	2,0 x10 ⁷
D3	4,3 x10 ⁸	4,2 x10 ⁴	1,7 x10 ⁸	6,7 x10 ⁶	4,6 x10 ⁶	1,9 x10 ⁷

Nie stwierdzono w kale obecności pałeczek z rodzaju *Salmonella*, co potwierdza dobry ich stan zdrowia.



RYC. 6 WYNIKI PRODUKCYJNE. MASA CIAŁA ZWIERZĄT W POSZCZEGÓLNYCH GRUPACH ZWIERZĄT PRZED UBOJEM (KG)

Pobranie paszy przez zwierząt w trakcie doświadczenia było typowe dla tego gatunku. Nie zaobserwowano większego zużycia paszy w grupach doświadczalnych w odniesieniu grupy kontrolnej. Średnie zużycie paszy na jeden kilogram przyrostu masy ciała kształtowało się w wszystkich grupach na zbliżonym poziomie i zawierało się w przedziale 2,54-2,60 kg.

Po zakończeniu zadania II zwierzęta z poszczególnych grup (grupa kontrolna i 3 doświadczalne) poddano ubojowi (zadanie III).

W etapie III doświadczenia przeprowadzono analizę poubojową. W każdej grupie analizie poddano treść przewodu pokarmowego do oznaczenia mikrobioty oraz nabłonek jelitowy (tab.).

TAB. 11 ŚREDNIA KONCENTRACJA MIKROORGANIZMÓW W TREŚCI JELIT ZWIERZĄT (JTK/M³)

Grupa	Ogólna liczba bakterii tlenowych mezofilnych	Ogólna liczba grzybów	Ogólna liczba bakterii kwasu mlekowego z rodzaju <i>Lactobacillus</i>	Liczba bakterii z grupy coli	<i>E.coli</i>	Ogólna liczba <i>C.perfringens</i>
Kc	1,9x10 ⁶	1,7 x10 ³	1,5 x10 ⁵	1,8 x10 ⁶	9,1 x10 ⁵	1,4 x10 ⁴
Kg	9,6 x10 ⁷	7,0 x10 ³	1,3 x10 ⁸	1,1 x10 ⁸	1,0 x10 ⁸	1,4 x10 ⁷
D1c	1,3 x10 ⁸	2,1 x10 ⁴	5,2 x10 ⁵	1,3 x10 ⁸	9,8 x10 ⁷	1,1 x10 ⁷
D1g	4,2 x10 ⁷	2,4 x10 ³	5,0 x10 ⁷	3,2 x10 ⁷	3,6 x10 ⁷	9,0 x10 ⁶
D2c	1,9 x10 ⁸	1,7 x10 ³	6,2 x10 ⁵	2,3 x10 ⁸	1,6 x10 ⁸	2,8 x10 ⁴
D2g	1,9 x10 ⁷	5,0 x10 ³	8,2 x10 ⁷	1,1 x10 ⁷	6,8 x10 ⁶	9,0 x10 ⁶
D3c	2,9 x10 ⁸	3,9 x10 ³	9,9 x10 ⁵	5,0 x10 ⁸	5,7 x10 ⁸	1,7 x10 ⁴
D3g	2,6 x10 ⁷	4,6 x10 ³	4,8 x10 ⁷	1,8 x10 ⁷	1,6 x10 ⁷	1,5 x10 ⁷

c –jelito cienkie; g –jelito grube

Analiza anatomo-histopatologiczna wybranych tkanek i narządów:

Grupa K

Wątroba :

Struktura narządu prawidłowa. Struktura zrazikowa wątroby zachowana. Cytoplazma części hepatocytów niejednorodna (początki zwyrodnienia miąższowego). Naczynia krwionośne wypełnione krwią. W obrębie części przestrzeni bramno – żółciowych widoczne cechy włóknienia miernego nasilenia. Nie stwierdzono cech zapalenia.

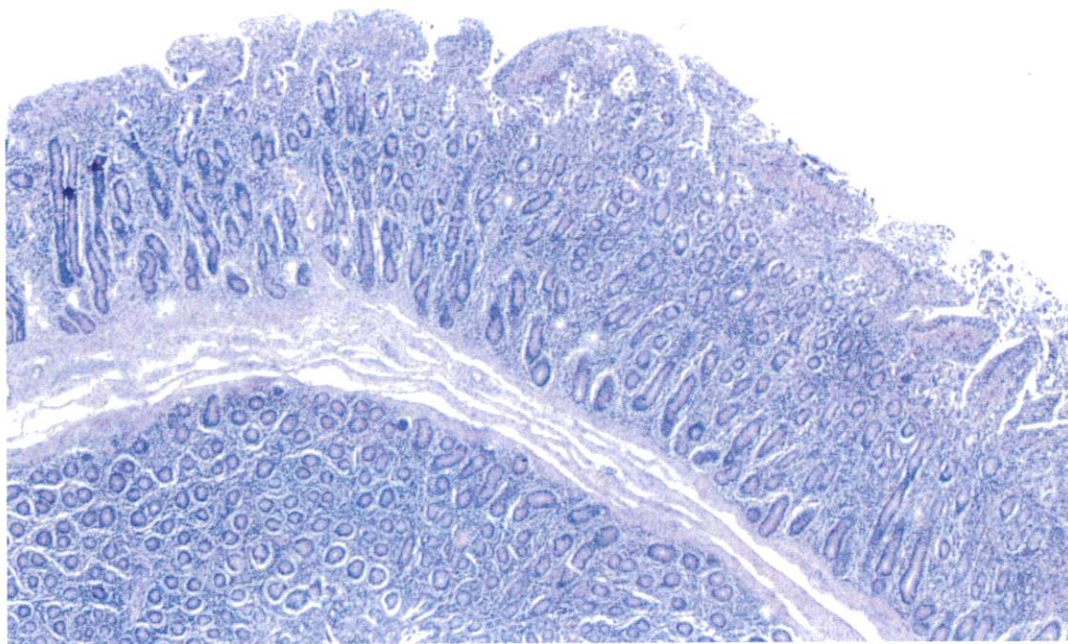
Nerka:

Struktura narządu prawidłowa. Kanaliki nerkowe pokryte normotypowym nabłonkiem z cechami zwyrodnienia miąższowego umiarkowanego nasilenia. Kłębuszki nerkowe prawidłowej budowy bez cech zastoju. Nie stwierdzono cech zapalenia.

Jelito cienkie:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono umiarkowanie liczne nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmocytołów. Kosmki jelitowe prawidłowo wykształcone, nieznacznie skrócone.

Fot 1. Obraz histologiczny tkanek jelita cienkiego



Jelito grube:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono liczne nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmacytów.

Podsumowanie grupa K:

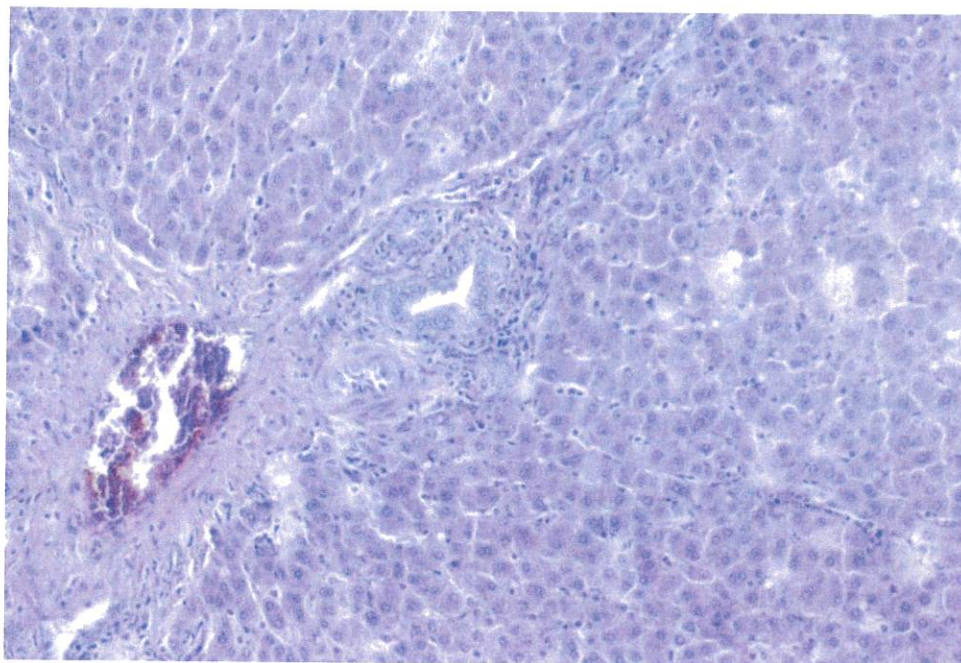
Obraz wątroby i nerek bez istotnych zmian patologicznych. Widoczne cechy nieswoistego, limfocytno – plazmocytnego zapalenia jelit cienkich umiarkowanego nasilenia i jelit grubych dużego nasilenia.

Grupa D1

Wątroba

Struktura narządu prawidłowa. Struktura zrazikowa wątroby zachowana. Cytoplazma części hepatocytów niejednorodna (początki zwyrodnienia miąższowego). W cytoplazmie części hepatocytów widoczne pojedyncze wakuole tłuszczowe. Naczynia krwionośne wypełnione krwią. Widoczne pojedyncze złoże żółci. W obrębie części przestrzeni bramno – żółciowych widoczne cechy włóknienia miernego nasilenia. Nie stwierdzono cech zapalenia.

Fot 2. Obraz histologiczny tkanek wątroby



Nerka

Struktura narządu prawidłowa. Kanaliki nerkowe pokryte normotypowym nabłonkiem z cechami zwyrodnienia miąższowego umiarkowanego nasilenia. Kłębuszki nerkowe prawidłowej budowy bez cech zastoju. Nie stwierdzono cech zapalenia.

Jelito cienkie:

Błona śluzowa znacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono liczne do bardzo licznych nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmacytów. Kosmki jelitowe prawidłowo wykształcone, znacznie skrócone. Skupiska tkanki limfatycznej ściany jelita powiększone z cechami hiperplazji reaktywnej.

Jelito grube:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono nieliczne do umiarkowanie licznych nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmacytów.

Podsumowanie grupa D1:

Obraz wątroby i nerek bez istotnych zmian patologicznych. Widoczne cechy nieswoistego, limfocytno – plazmocytnego zapalenia jelit cienkich i grubych umiarkowane do dużego nasilenia.

Grupa D 2:

Wątroba

Struktura narządu prawidłowa. Struktura zrazikowa wątroby zachowana. Cytoplazma części

hepatocytów niejednorodna (początki zwyrodnienia miąższowego). Naczynia krwionośne wypełnione krwią. Widoczne pojedyncze złoże żółci. W obrębie części przestrzeni bramno – żółciowych widoczne cechy włóknienia miernego nasilenia. Nie stwierdzono cech zapalenia.

Nerka

Struktura narządu prawidłowa. Kanaliki nerkowe pokryte normotypowym nabłonkiem z cechami zwyrodnienia miąższowego umiarkowanego nasilenia. Kłębuszki nerkowe prawidłowej budowy bez cech zastoju. W 1 z wycinków nerki widoczne nieliczne, ogniskowe nacieki limfocytarne.

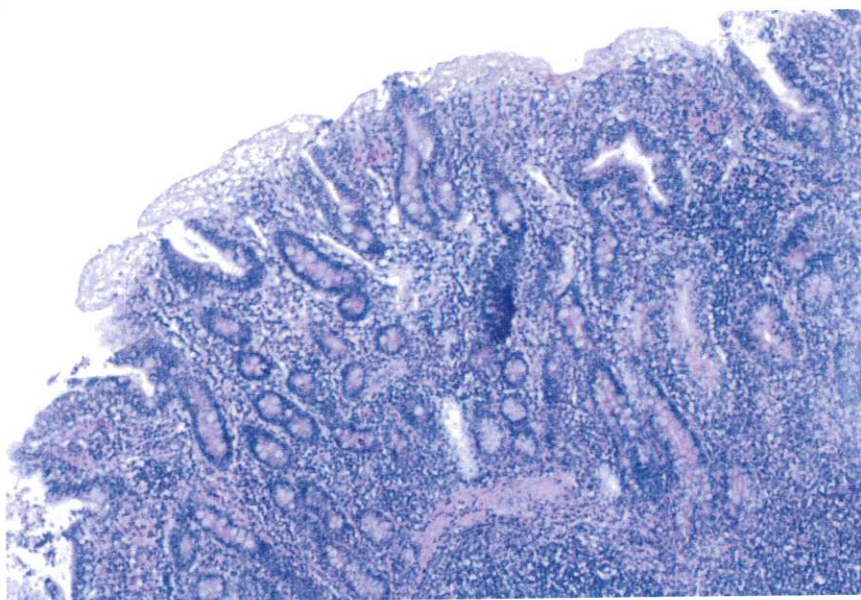
Jelito cienkie:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono umiarkowanie liczne nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmocytów. Kosmki jelitowe prawidłowo wykształcone, nieznacznie skrócone.

Jelito grube:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono nieliczne do umiarkowanie licznych nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmocytów.

Fot 3. Obraz histologiczny tkanek jelita grubego



Podsumowanie grupa D2:

Obraz wątroby i nerek bez istotnych zmian patologicznych. W wycinku jednej nerki cechy zapalenie limfocyтарnego miernego nasilenia. Widoczne cechy nieswoistego, limfocyтарno – plazmocyтарnego zapalenie jelit cienkich i grubych umiarkowanego nasilenia.

Grupa D3:

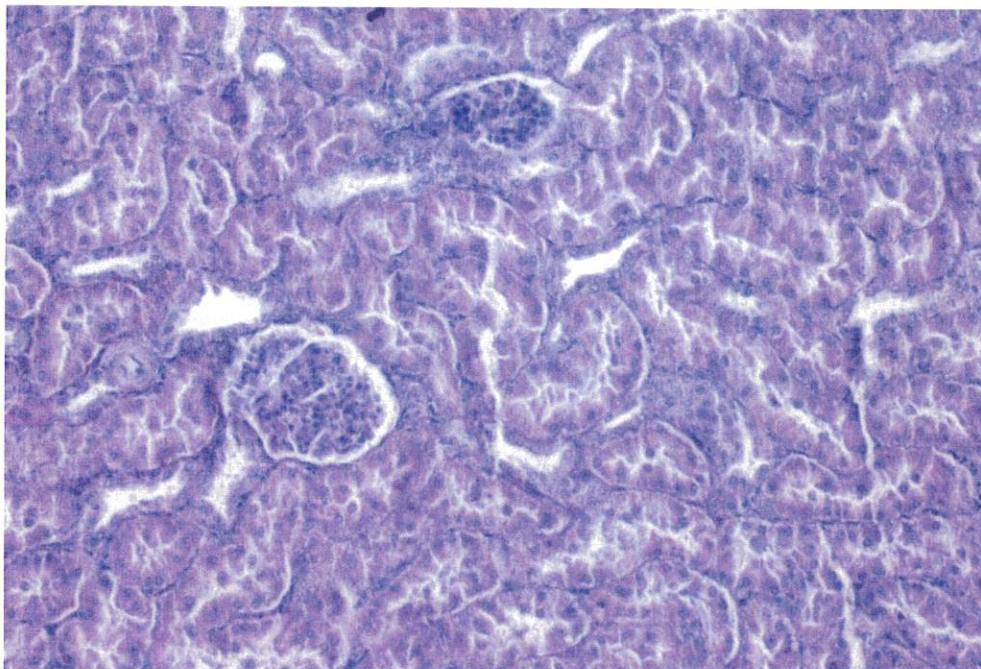
Wątroba

Struktura narządu prawidłowa. Struktura zrazikowa wątroby zachowana. Cytoplazma części hepatocytów niejednorodna (początki zwyrodnienia miąższowego). W cytoplazmie części hepatocytów widoczne pojedyncze wakuole tłuszczowe. Naczynia krwionośne wypełnione krwią. Widoczne pojedyncze złogi żółci. W obrębie części przestrzeni bramno – żółciowych widoczne umiarkowanie liczne nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz cechy włóknienia miernego nasilenia.

Nerka :

Struktura narządu prawidłowa. Kanaliki nerkowe pokryte normotypowym nabłonkiem z cechami zwyrodnienia miąższowego umiarkowanego nasilenia. Kłębuszki nerkowe prawidłowej budowy bez cech zastoju. Nie stwierdzono cech zapalenia.

Fot 4. Obraz histologiczny nerki



Jelito cienkie:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono umiarkowanie liczne nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz

plazmocytoów. Kosmki jelitowe prawidłowo wykształcone, nieznacznie skrócone.

Jelito grube:

Błona śluzowa nieznacznie pogrubiała. W obrębie błony śluzowej oraz podśluzowej uwidoczniono nieliczne do umiarkowanie licznych nacieki zapalne złożone w przewodzie z limfocytów oraz plazmocytoów.

Podsumowanie grupa D3:

Obraz nerek bez istotnych zmian patologicznych. W wycinkach wątroby cechy nieswoistego, limfocytarnego zapalenia wątroby miernego/umiarkowanego nasilenia. Widoczne cechy nieswoistego, limfocytarno – plazmocytarnego zapalenie jelit cienkich umiarkowane nasilenia i jelit grubych słabego nasilenia.

ANALIZA PRZYDATNOŚCI TECHNOLOGICZNEJ SUROWCA

Przeprowadzono ocenę mięśni pod kątem zawartości podstawowych składników pokarmowych (zawartość białka ogólnego, tłuszczu, suchej masy, popiołu) i poddano analizie uwzględniając właściwości fizyko-chemiczne warunkujące przydatność technologiczną (tj. barwa mięsa, wodochłonność, poziom wycieku naturalnego i termicznego, przewodność elektryczna właściwa, pH, pomiar siły cięcia (kruchosc). W próbkach mięśni określono profil kwasów tłuszczowych a także zawartość cholesterolu i wskaźników świadczących o podatności na utlenianie.

Table 1. Skład chemiczny mięśni (mean values \pm standard deviation)

Muscle	C	GR I	GR II	GR III
LTL				
Moisture (%)	73.34 \pm 2.11	74.30 \pm 0.93	74.21 \pm 1.40	74.84 \pm 0.58
Protein (%)	22.85 \pm 0.97	22.54 \pm 1.71	23.71 \pm 0.97	22.77 \pm 0.90
Fat (%)	2.11 \pm 1.61	1.37 \pm 0.79	0.71 \pm 0.28	1.04 \pm 0.38
Ash (%)	1.63 ^{AB} \pm 0.33	1.96 ^B \pm 0.30	1.26 ^A \pm 0.18	1.36 ^A \pm 0.38
W/P	3.22 \pm 0.25	3.31 \pm 0.32	3.14 \pm 0.18	3.29 \pm 0.15
Energy (kcal/100 g)	110.4 \pm 18.1	102.5 \pm 3.9	101.2 \pm 6.3	100.4 \pm 5.1
SM				
Moisture (%)	73.58 \pm 2.73	74.34 \pm 0.74	74.88 \pm 1.25	75.21 \pm 0.35

Protein (%)	21.90 ± 0.53	22.70 ± 0.48	22.00 ± 1.16	22.07 ± 0.66
Fat (%)	3.19 ± 2.63	1.62 ± 0.97	1.83 ± 1.13	1.92 ± 0.45
Ash (%)	1.34 ^B ± 0.21	1.33 ^B ± 0.25	1.05 ^{AB} ± 0.19	0.86 ^A ± 0.24
W/P	3.36 ± 0.20	3.28 ± 0.07	3.42 ± 0.20	3.41 ± 0.11
Energy (kcal/100 g)	116.3 ± 25.0	105.4 ± 7.7	104.5 ± 8.6	105.6 ± 2.3

LTL – *M. longissimus thoracis* and *longissimus lumborum*; SM – *M. semimembranosus*; M/P – degree of protein hydration; means with different letters in rows differ significantly: A, B – $P < 0.01$.

C – grupa kontrolna, GR I, II, III – grupy doświadczalne z zmiennym (rosnącym) udziałem dodatku paszowego

Table 2. Fizyko-chemiczne wskaźniki przydatności technologicznej mięśni (mean values \pm standard deviation)

Muscle	C	GR I	GR II	GR III
LTL				
pH 24 h	5.59 ^b \pm 0.39	5.29 ^a \pm 0.04	5.37 ^{ab} \pm 0.05	5.32 ^a \pm 0.04
pH 48 h	5.47 \pm 0.11	5.35 \pm 0.04	5.37 \pm 0.03	5.32 \pm 0.04
ORP	-54.1 ^b \pm 13.4	-78.1 ^a \pm 11.3	-75.1 ^a \pm 15.0	-90.0 ^a \pm 18.6
Torrymetr	8.6 ^B \pm 1.2	6.3 ^A \pm 1.3	5.1 ^A \pm 1.2	6.6 ^A \pm 2.2
TBARS	0.211 \pm 0.08	0.177 \pm 0.09	0.116 \pm 0.04	0.155 \pm 0.07
Fe hem	28.2 \pm 9.1	28.5 \pm 3.5	28.3 \pm 5.2	30.8 \pm 8.8
CIE colour				
L*	53.95 ^{ab} \pm 3.05	54.07 ^{ab} \pm 1.14	53.27 ^a \pm 2.72	55.26 ^b \pm 3.30
a*	-0.24 ^a \pm 0.65	0.37 ^b \pm 0.67	-0.12 ^{ab} \pm 1.08	0.24 ^{ab} \pm 1.03
b*	9.30 ^A \pm 0.79	10.40 ^B \pm 0.72	9.27 ^A \pm 0.72	10.19 ^B \pm 0.73
C*	9.32 ^A \pm 0.79	10.42 ^B \pm 0.74	9.34 ^A \pm 0.70	10.24 ^B \pm 0.77
h°	91.6 ^b \pm 4.0	88.1 ^a \pm 3.5	90.9 ^{ab} \pm 6.8	88.9 ^{ab} \pm 5.6
SM				
pH 24 h	5.59 \pm 0.08	5.53 \pm 0.09	5.57 \pm 0.08	5.58 \pm 0.09
pH 48 h	5.68 ^B \pm 0.19	5.48 ^A \pm 0.05	5.49 ^A \pm 0.06	5.51 ^A \pm 0.04
ORP	-119.4 \pm 19.2	-151.4 \pm 14.1	-121.0 \pm 20.7	-90.0 \pm 95.5
Torrymetr	7.9 ^B \pm 1.3	5.6 ^A \pm 2.1	5.6 ^A \pm 2.0	4.4 ^A \pm 2.2
TBARS	0.346 \pm 0.16	0.373 \pm 0.05	0.270 \pm 0.12	0.336 \pm 0.07
Fe hem	37.7 \pm 9.9	42.5 \pm 6.0	38.2 \pm 12.1	50.2 \pm 14.2
CIE colour				
L*	56.98 ^B \pm 4.07	53.63 ^A \pm 3.72	51.81 ^A \pm 5.08	51.90 ^A \pm 2.91
a*	-0.16 ^A \pm 1.00	1.73 ^B \pm 1.32	1.31 ^B \pm 1.69	2.19 ^B \pm 1.49
b*	9.51 ^a \pm 1.25	11.08 ^b \pm 1.21	9.70 ^{ab} \pm 1.44	10.35 ^b \pm 1.11
C*	9.56 ^a \pm 1.25	11.28 ^b \pm 1.31	9.91 ^{ab} \pm 1.55	10.68 ^b \pm 1.17
h°	91.0 ^B \pm 6.0	81.4 ^A \pm 6.1	82.9 ^A \pm 9.2	78.2 ^A \pm 7.8

LTL – *M. longissimus thoracis* and *longissimus lumborum*; SM – *M. semimembranosus*; WHC – water holding capacity; means with different letters in rows differ significantly: a, b – $P < 0.05$; A, B – $P < 0.01$.

Table 3. Zdolność zatrzymywania wody tkankowej mierzona testem Warner-Bratzler (mean values \pm standard deviation)

Parameter	C	GR I	GR II	GR III
LTL				
Drip loss (%)	3.7 \pm 1.8	3.6 \pm 0.5	3.5 \pm 0.8	3.3 \pm 1.3
Cooking loss (%)	31.0 \pm 5.2	33.5 \pm 0.9	33.2 \pm 4.1	34.1 \pm 1.2
M/T (%)	28.0 \pm 5.4	23.8 \pm 1.1	26.1 \pm 3.0	25.5 \pm 1.6
WHC (mg)	70.6 \pm 13.0	81.4 \pm 6.1	80.9 \pm 9.4	78.7 \pm 2.6
W-B SF				
SF (N)	52.5 ^A \pm 15.0	63.0 ^B \pm 7.6	55.0 ^{AB} \pm 17.6	47.8 ^A \pm 5.6
SE (mJ)	204.0 \pm 75.4	226.3 \pm 52.4	190.0 \pm 79.4	158.2 \pm 26.4
SM				
Drip loss (%)	2.6 \pm 0.9	3.2 \pm 0.5	2.5 \pm 0.8	3.5 \pm 1.3
Cooking loss (%)	30.6 \pm 3.9	31.3 \pm 4.7	29.8 \pm 2.9	31.5 \pm 1.8
M/T (%)	31.5 \pm 7.1	25.6 \pm 1.0	25.1 \pm 3.2	27.2 \pm 2.4
WHC (mg)	64.9 \pm 16.8	76.1 \pm 2.1	74.4 \pm 8.6	81.2 \pm 3.6
W-B SF				
SF (N)	65.9 ^B \pm 17.0	53.8 ^A \pm 7.9	57.4 ^{AB} \pm 13.4	53.3 ^A \pm 8.4
SE (mJ)	233.4 \pm 76.5	183.9 \pm 33.5	207.4 \pm 67.8	176.8 \pm 44.2

LTL – *M. longissimus thoracis* and *longissimus lumborum*; SM – *M. semimembranosus*; Means with different letters in rows differ significantly: a, b – $P < 0.05$; A, B, C – $P < 0.01$.

Komentarz do oznaczeń przydatności technologicznej :

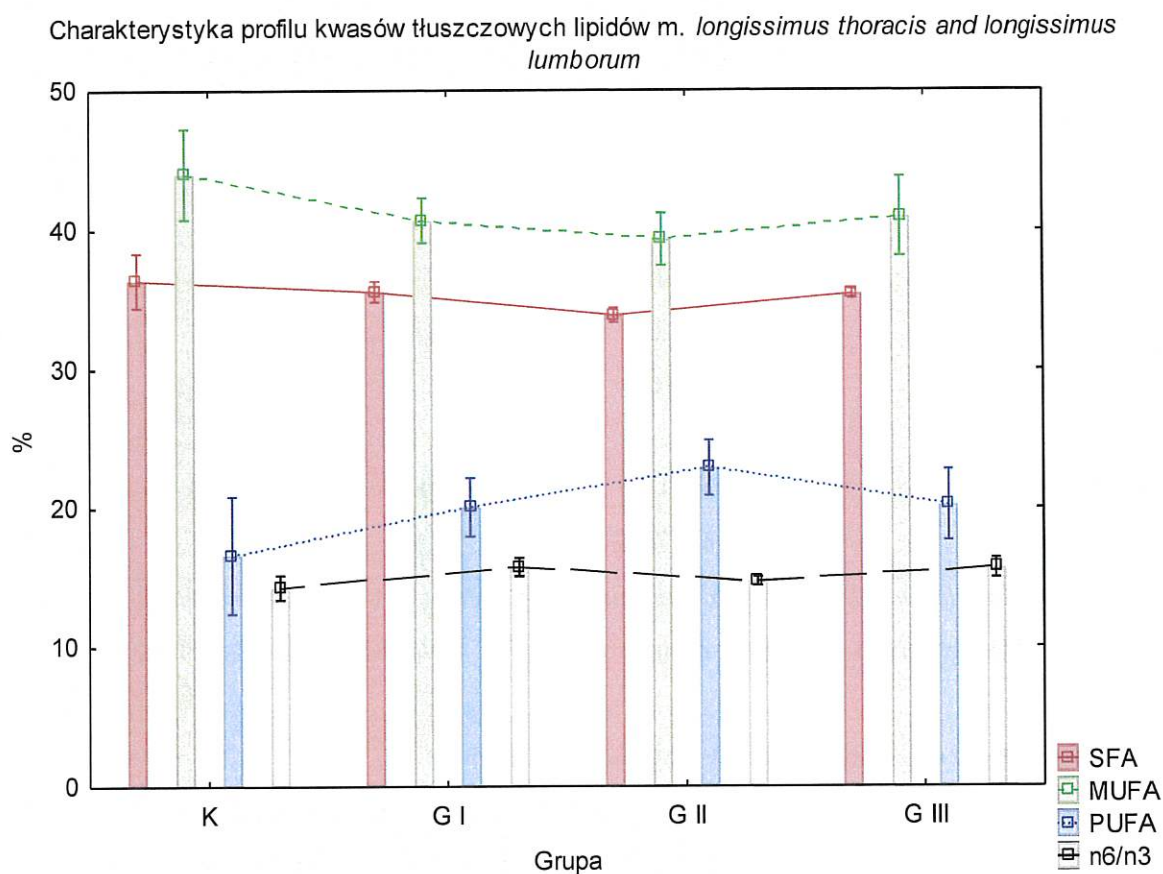
Uzyskane wyniki i brak istotnych różnic pomiędzy średnimi dla poszczególnych grup wskazują na pewne tendencje. Testowany dodatek zwiększa zawartość wody w mięsie (uwodnienie białek mięśniowych). Korzystnie wpływa na zawartość białka (w szynkach), i jednocześnie obniża udział tłuszczu (oba elementy), tym samym zmniejsza się kaloryczność mięsa. Mniejsza jest również zawartość popiołu (w gr D II i DIII). Sorbenty (istotnie) wpływają na obniżenie pH, wartości dielektryczne mięsa (wartość Torrymetr) i potencjał oksydoredukcyjny (z wyjątkiem gr. D III w SM). W przypadku LTL obserwowano tendencję większej stabilności oksydacyjnej Tbars (najlepiej wypadła GR II – oba mięśnie).

Szynki świń żywionych sorbentami charakteryzowały się mniejszą jasnością (były ciemniejsze), większym udziałem składowej barwy czerwonej (a raczej wyższą wartością parametru a^*) i żółtej (b^*), co wpłynęło na większe nasycenie barwy (C^*) oraz mniejszy odcień

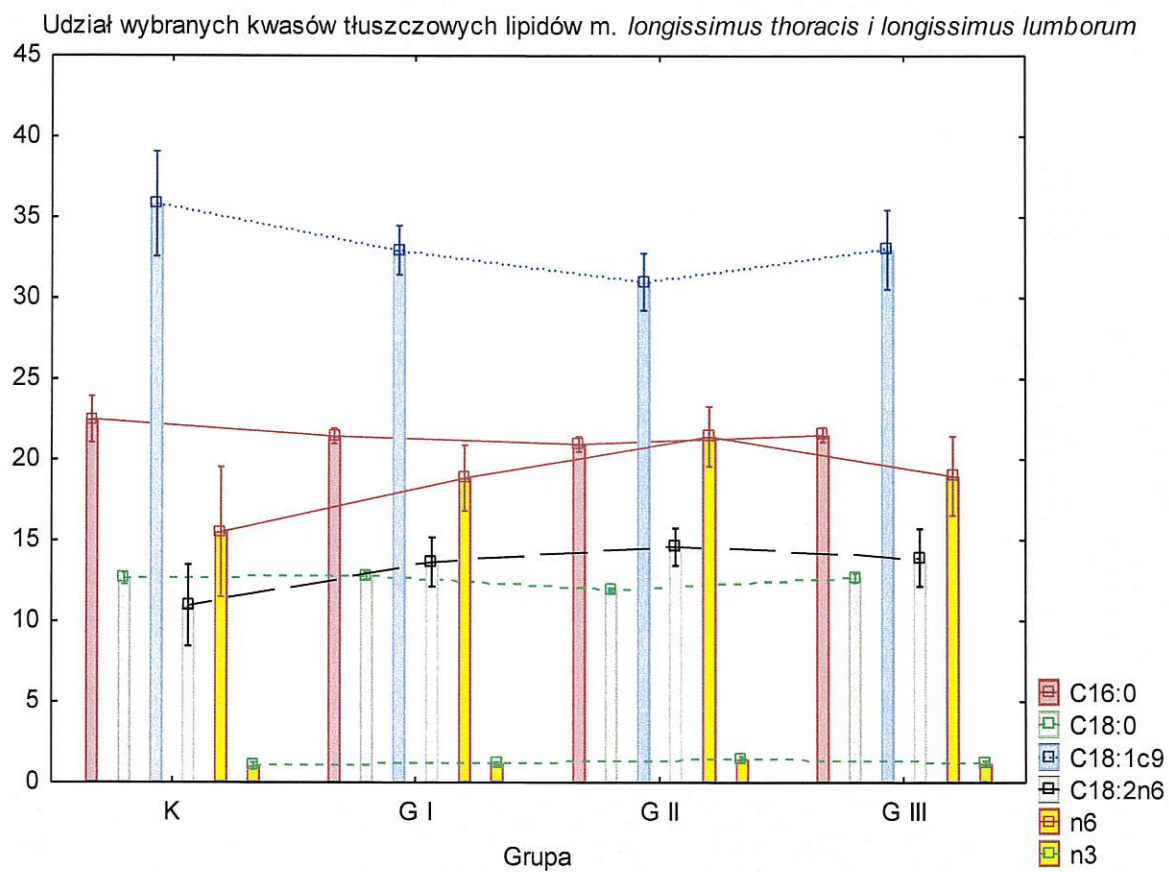
(h°) w porównaniu do grupy kontrolnej. Zasadniczo mięso od świń żywionych sorbentami odznaczało się gorszą wodochłonnością (większy wyciek termiczny i większa ilość wody wolnej), co mogło być związane z niższym pH. W przypadku szynek obserwowano korzystny wpływ sorbentów na obniżenie siły i energii cięcia (lepszą kruchość).

ANALIZA SKŁADU I PROFILU KWASÓW TŁUSZCZOWYCH

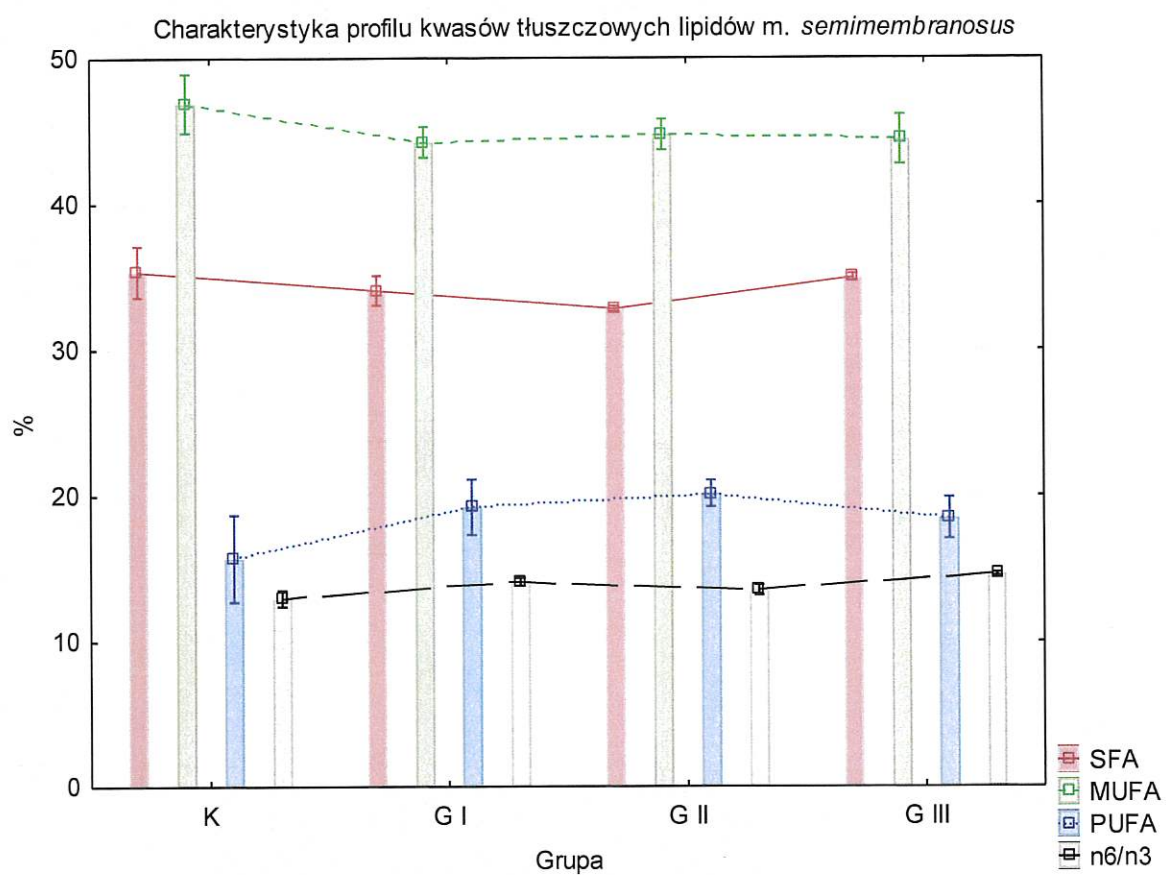
Ryc. 7. Charakterystyka profilu kwasów tłuszczowych mięśni



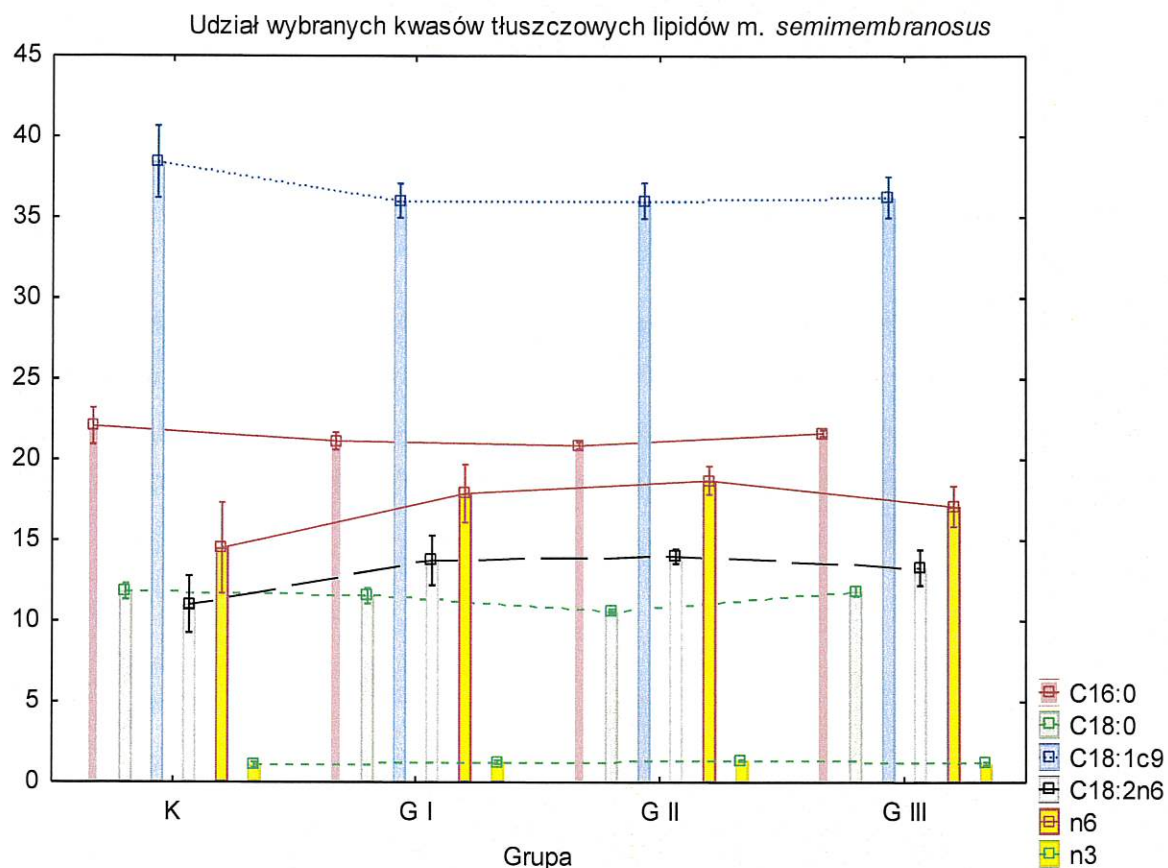
Ryc. 8. Charakterystyka profilu kwasów tłuszczowych mięśni



Ryc. 9. Charakterystyka profilu kwasów tłuszczowych mięśni



Ryc. 10. Charakterystyka profilu kwasów tłuszczowych mięśni



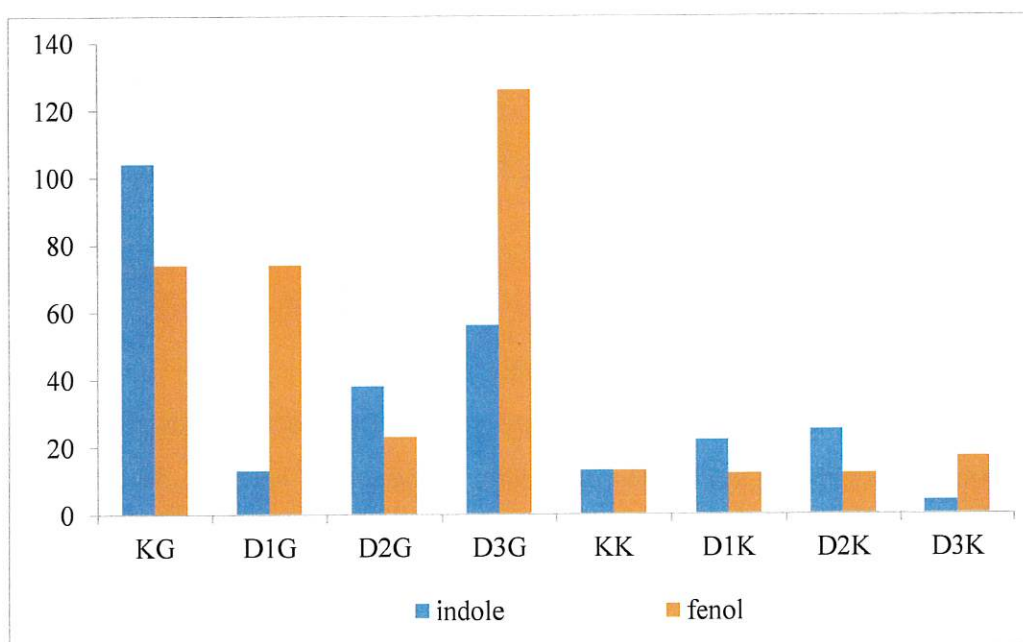
Komentarz do analizy profilu kwasów tłuszczowych:

Wpływ testowanego dodatku na ogólną charakterystykę profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu śródmięśniowego z mięśnia *longissimus thoracis i longissimus lumborum* (LTL, Wykres 1 i 2) oraz mięśnia *semimembranosus* (SM, Wykres 3 i 4) nie okazał się istotny z wyjątkiem proporcji kwasów n-6/n-3 w SM. W lipidach z ocenianych mięśni tuczników otrzymujących analizowany dodatek biowęgla wystąpiły jednak zauważalne tendencje, polegające na zmniejszeniu udziału sumy kwasów nasyconych (SFA) i jednonienasyconych (MUFA) na korzyść kwasów wielonienasyconych (PUFA). W lipidach LTL spadek udziału SFA był najsilniej zauważalny w grupie D II dotyczył bowiem obu najważniejszych kwasów tzn. C16:0 i C:18:0 (Wykres 2). Jednocześnie grupa ta charakteryzowała się najniższym udziałem kwasu C18:1c9 z grupy MUFA i największym udziałem kwasów wielonienasyconych, w tym C18:2n6 oraz sumy PUFA n-6 i PUFA n-3. Identyczne zależności (z wyjątkiem kwasu C18:1c9) obserwowano również w tłuszczu śródmięśniowym z SM tuczników z grupy DII (Wykres 4).

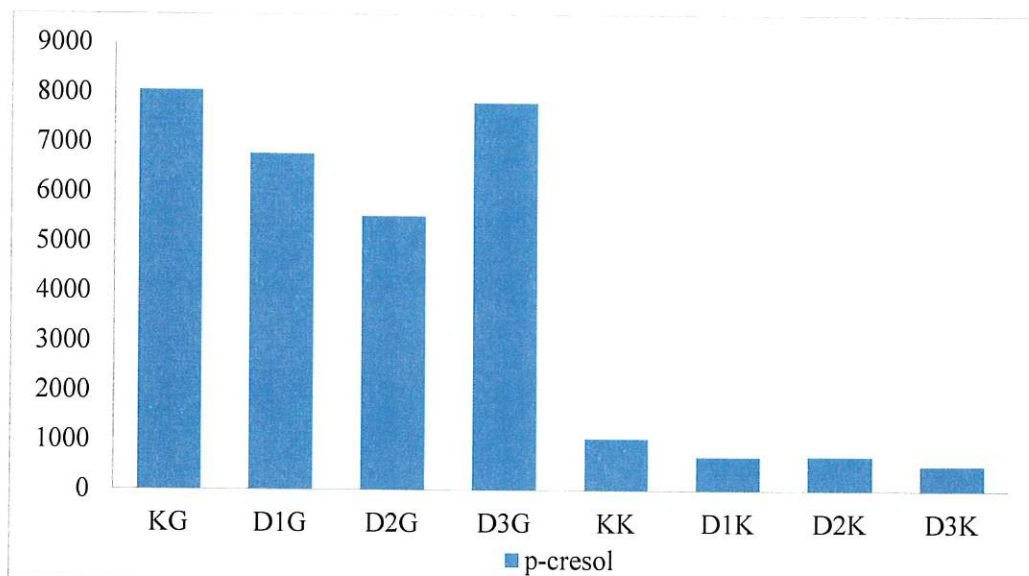
Generalnie zaobserwowano pozytywną tendencję ($p > 0,05$) polegającą na korzystnej z żywieniowego punktu widzenia modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych, w tym przede wszystkim zmniejszeniu udziału kwasów nasyconych a jednocześnie zwiększeniu udziału kwasów wielonienasyconych z przewagą kwasów n-6.

Analiza stężeń biogenów:

Analizie poddano również metabolity fermentacji mikrobiologicznej jelita grubego tj. krezol, indol i fenol, które ze względu na potencjalne skutki toksyczne zaliczane są do substancji niepożądanych i potencjalnie niebezpiecznych. Status metaboliczny jelita grubego zwierząt ze wszystkich grup oceniano na podstawie aktywności flory bakteryjnej oraz poprzez określenie poziomu fenolu, krezolu, indolu.



Ryc.11. Średnia koncentracja poziomu biogenów: indoli i fenolu w treści jelit i kale zwierząt w poszczególnych grupach, ng/mg (KG – grupa kontrolna przewód pokarmowy; D1G, D2G, D3G – grupy doświadczalne przewód pokarmowy; KK - grupa kontrolna - kał; D1K, D2K, D3K –grupy doświadczalne - kał)



Ryc.12. Średni poziom krezolu w treści jelit i kale zwierząt w poszczególnych grupach, ng/mg; (KG – grupa kontrolna przewód pokarmowy; D1G, D2G, D3G – grupy doświadczalne przewód pokarmowy; KK - grupa kontrolna - kał; D1K, D2K, D3K –grupy doświadczalne - kał)

Podsumowanie i wnioski :

Jednym z ważniejszych osiągnięć tego projektu jest poprawa dobrostanu zwierząt i zmniejszenie oddziaływania fermy na środowisko, co można przełożyć w park tucze na inne fermy trzody chlewnej. Proponowany dodatek paszowy można wskazać jako element dobrych praktyk rolniczych w zakresie dodatków do paszy dla zwierząt. Uzyskane pozytywne wyniki stosowania naturalnego dodatku w postaci węgla aktywnego do paszy trzody chlewnej ma znaczenie zarówno poznawcze jak i praktyczne, gdyż wpływa pozytywnie nie tylko na środowisko, zdrowie zwierząt i konsumenta mięsa.

Wprowadzenie niniejszego dodatku wpłynie korzystnie na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, w skali lokalnej, co przełoży się na całkowity bilans emitowanych zanieczyszczeń do środowiska. Wykorzystanie takiego rozwiązania stanowi istotny element w kształtowaniu polityki środowiskowej zgodnej z postanowieniami UE i wpisuje się w działania przeciw zmianom klimatu. Opracowane nowe rozwiązanie w zakresie technik żywienia trzody chlewnej ograniczy negatywne skutki prowadzenia intensywnej hodowli trzody chlewnej na środowisko naturalne oraz wpłynie korzystnie na poprawę parametrów mikroklimatycznych pomieszczeń hodowlanych co przełoży się na wzrost parametrów dobrostanu utrzymywanych zwierząt.

FEINOR sp. z o.o.
dr inż. Paweł Owczarek
Prezes Zarządu

Poprężniki 19, 98-215 Goszczanów
tel. +48 516 734 064
NIP 734 347 4770. REGON 121414015

PROREKTOR
ds. Nauki i Współpracy z Zagranicą
dr hab. Bartosz Sołowiej
prof. uczelni

Kierownik Projektu
Dr hab. Łukasz Wlazło
profesor uczelni

