Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt
Zakład Hodowli Bydła i Żywienia Zwierząt

ROZPRAWA DOKTORSKA

Joanna Marć-Pieńkowska

Wpływ dodatku ziół na parametry stresu, wyniki produkcyjne oraz na jakość tuszek i mięsa kurcząt brojlerów utrzymywanych w różnych odległościach od siłowni wiatrowej

Promotorzy

prof. dr hab. inż. Jan Mikołajczak
dr hab. inż. Zbigniew Podkówka, prof. nadzw. UTP
dr inż. Sylwester Borowski

Bydgoszcz 2016

Badania zrealizowano dzięki współfinasowaniu
z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu.

Pragnę złożyć serdeczne podziękowania Panu prof. Zbigniewowi Podkówce za pomoc merytoryczną oraz cenne wskazówki metodyczne, życzliwość i cierpliwość okazaną podczas przygotowywania rozprawy doktorskiej oraz Panu dr. Sylwestrowi Borowskiemu za pomoc techniczną i merytoryczną, a także koleżeńskie wsparcie podczas wykonywania analiz.

Serdeczne podziękowania składam również Rodzicom i Dziadkom za wszelkie wsparcie i wiarę w moje możliwości oraz Mężowi i Synowi Franciszkowi za wyrozumiałość.

Rozprawę doktorską dedykuję Ś.P. Panu prof. Janowi Mikołajczakowi.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....13

2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA.....16

2.1. Wpływ dodatku ziół do żywienia kurcząt brojlerów na ich zdrowie i produkcyjność.....16

2.2. Stres u drobiu i jego skutki.....20

2.3. Energetyka wiatrowa w Polsce.....25

2.4. Siłownia wiatrowa i emisje towarzyszące jej pracy.....29

2.4.1. Hałas słyszalny oraz jego wpływ na człowieka i na środowisko przyrodnicze.....30

2.4.2. Infradźwięki oraz ich wpływ na człowieka i na środowisko przyrodnicze.....33

3. CEL I ZAŁOŻENIA PRACY.....36

4. MATERIAŁ I METODY.....37

4.1. Podział zwierząt na grupy doświadczalne. Żywienie kurcząt brojlerów.....37

4.2. Warunki utrzymania kurcząt brojlerów.....39

4.3. Określenie wyników produkcyjnych uzyskanych przez kurczęta brojlery.....40

4.4. Pobieranie krwi od kurcząt brojlerów. Analiza wybranych parametrów krwi.....40

4.5. Analiza rzeźna.....42

4.6. Ocena jakościowa mięsa kurcząt brojlerów.....43

4.7. Ocena składu chemicznego mięsa kurcząt brojlerów.....46

4.8. Pomiar emisji hałasu.....46

4.9. Analiza statystyczna.....46

5. WYNIKI.....48

5.1. Wyniki produkcyjne.....48

5.2. Wyniki analizy krwi.....51
5.2.1. Stężenie kortykosteronu we krwi kurcząt brojlerów.....51
5.2.2. Stosunek heterofilii do limfocytów we krwi kurcząt brojlerów.....53
5.2.3. Stężenie cholesterolu we krwi kurcząt brojlerów.....54
5.2.4. Stężenie glukozy we krwi kurcząt brojlerów.....55
5.3. Analiza rzeźna.....57
5.4. Jakość mięsa.....61
5.5. Skład chemiczny mięsa.....66
5.6. Pomiar hałasu.....68
6. DYSKUSJA.....70
7. WNIOSKI.....94
8. PIŚMIENNICTWO.....97
9. STRESZCZENIE.....121
10. ABSTRACT.....125
I. WYKAZ SKRÓTÓW.....128
II. SPIS TABEL ZAMIESZCZONYCH W TEKŚCIE.....129
III. SPIS TABEL- DOKUMENTACJA.....129
IV. SPIS RYCIN ZAMIESZCZONYCH W TEKŚCIE.....131
V. SPIS RYCIN- DOKUMENTACJA.....131
VI. SPIS FOTOGRAFII.....131
VII. ZAŁĄCZNIKI.....132

1. WSTĘP

Kurczęta brojlery, charakteryzujące się bardzo szybkim tempem wzrostu i dobrym wykorzystaniem paszy, stały się bardziej wymagające w zakresie warunków utrzymania i żywienia. Długoletnia selekcja drobiu rzeźnego spowodowała przytłumienie mechanizmów adaptacyjnych ich ustroju, w konsekwencji ptaki wykazują zmniejszoną odporność na działanie czynników środowiska oraz większą podatność na stres, co wpływa niekorzystnie na ich produkcyjność i zdrowie [Fortomaris i wsp. 2007]. Oprócz negatywnego wpływu na wyniki produkcyjne uzyskiwane przez brojlery, stres u kurcząt stymuluje także powstawanie wad mięsa drobiowego i obniża jego wartość technologiczną.

Źródłem stresu w produkcji kurcząt brojlerów może być transport zwierząt do ubojni, ich niehumanitarne traktowanie, nieodpowiednia temperatura w pomieszczeniu inwentarskim czy hałas. Niestety wraz z rozwojem cywilizacji pojawiają się nowe źródła stresu, na przykład obiekty, z których emisje mogą być czynnikami stresogennymi dla zwierząt gospodarskich. Powszechnie wiadomo, że siłownie wiatrowe wytwarzają energię wolną od chemicznych zanieczyszczeń. Jednak są one źródłem hałasu słyszalnego i infradźwięków, czyli dźwięków lub hałasu, którego widmo zawarte jest głównie w paśmie częstotliwości od 1 do 20 Hz [Augustyńska 2009], mogących wywoływać liczne skutki fizjologiczne [Landström i wsp. 1983]. Nishimura [1987] odnotował, między innymi, wzrost stężenia kortyzolu i kortykosteronu we krwi jako reakcję na stres wywołany ekspozycją na infradźwięki. Liczne badania potwierdziły szkodliwość i uciążliwość infradźwięków, jednak doświadczenia te były wykonywane zwykle w warunkach laboratoryjnych [Nekhoroshev i Glinchikov 1992]. W badaniach własnych wykazaliśmy, że przebywanie gęsi w bezpośredniej bliskości siłowni wiatrowej może być dla nich istotnym źródłem stresu [Mikołajczak i wsp. 2013 a]. Dodatkowo zaobserwowaliśmy negatywny wpływ sąsiedztwa turbiny

wiatrowej na zużycie i wykorzystanie paszy przez rosnące gęsi [Mikołajczak i wsp. 2013 b].

Obecnie coraz więcej czasu poświęca się badaniu możliwości wykorzystania ziół w łagodzeniu reakcji na stres podczas odchowu zwierząt [Wójcik 2007]. W profilaktyce antystresowej u drobiu można zastosować melisę lekarską, pokrzywę zwyczajną i szałwię lekarską [Samochowiec 2002]. Dodatek ziół do mieszanek paszowych dla kurcząt brojlerów może również mieć pozytywny wpływ na ich przyrosty masy ciała, zmniejszone zużycie paszy i na poprawę smaku mięsa ptaków rzeźnych [Barowicz i Pieszka 2011; Bölükbaşi i wsp. 2008; Çabuk i wsp. 2006; Gornowicz 2003].

Choć, jak wspomniano, hałas z turbin wiatrowych może być źródłem stresu dla zwierząt, w Polsce w ciągu następnych kilku lat należy liczyć się z dynamicznym rozwojem energetyki wiatrowej. Trzeba pamiętać, że w związku ze stopniowym wyczerpywaniem się konwencjonalnych źródeł energii, w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w Polsce i na świecie, należy poszukiwać alternatywnych rozwiązań. Globalna gospodarka ze względów praktycznych przestawia się z energii opartej na węglu kamiennym na inne źródła energii. Również polska energetyka stoi obecnie przed nowym wyzwaniem. Zgodnie z dokumentem „Polityka energetyczna Polski do 2030", przyjętym przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 roku, udział alternatywnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii w Polsce ma wzrosnąć do 15% w 2020 roku i 20% w roku 2030. Rozwój odnawialnych źródeł energii, w tym tych opartych o energię wiatru, jest zjawiskiem pozytywnym i potrzebnym. Jednak wady energetyki wiatrowej, na przykład emisja hałasu słyszalnego i infradźwięków, powodują, że budowa nowych siłowni wiatrowych piętnowana jest przez środowisko zdecydowanych przeciwników. W wielu polskich gminach obserwowany jest konflikt na linii inwestor-lokalne społeczności. Z całą pewnością złagodzeniu owego konfliktu

nie służy brak uregulowań prawnych dotyczących bezpiecznych odległości turbin wiatrowych od miejsc utrzymywania zwierząt i siedzib ludzkich. Konieczne jest zatem wykonanie rodzimych prac badawczych służących określeniu wpływu siłowni wiatrowej na otaczające środowisko i podjęcie próby uregulowania odpowiedniego dystansu.

2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

2.1. WPŁYW DODATKU ZIÓŁ DO ŻYWIENIA KURCZĄT BROJLERÓW NA ICH ZDROWIE I PRODUKCYJNOŚĆ

W 2006 roku w krajach Unii Europejskiej wprowadzono zakaz stosowania antybiotykowych stymulatorów wzrostu, co wymusiło poszukiwania alternatywnych dodatków paszowych, których stosowanie przyniesie korzyści w żywieniu kurcząt brojlerów. Za substancje o takim potencjale uważa się prebiotyki [Lipiński i wsp. 2009], probiotyki, kwasy organiczne [Solis De Los Santos i wsp. 2008] oraz fitobiotyki [Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2014].

Fitobiotyki to związki pochodzenia roślinnego, stosowane jako dodatki w żywieniu zwierząt w celu polepszenia ich produkcyjności oraz poprawy jakości produktów pochodzenia zwierzęcego [Windisch i wsp. 2008]. Fitobiotyki, w tym zioła, uważane są za dodatki naturalne i bezpieczne, a ich wielokierunkowe działanie daje szanse na szerokie zastosowanie w żywieniu zwierząt.

W profilaktyce i leczeniu drobiu zioła mogą być wykorzystywane jako całe rośliny lub tylko ich poszczególne części: w postaci świeżej i suszonej, w formie naparów, wywarów, wyciągów, ekstraktów, maceratów i olejków eterycznych [Radkowska 2013].

Wiele badań potwierdza korzystny wpływ ziół na zdrowotność ptaków. Zawarte w ziołach substancje biologicznie aktywne, takie jak: olejki eteryczne, garbniki, glikozydy, flawonoidy, terpeny, śluzy, kwasy organiczne, wykazują działanie przeciwbakteryjne [Si i wsp. 2006], przeciwwirusowe, przeciw-grzybicze, immunostymulujące [Hashemipour i wsp. 2013] oraz antystresowe [Lee i wsp. 2003].

Przeciwbakteryjne działanie ziół związane jest z dezintegracją struktury błony komórkowej bakterii, przez co powodują one migracje jonów z komórki, co zmniejsza zjadliwość drobnoustrojów [Windisch i wsp. 2008]. Silne działanie przeciwbakteryjne wykazują zioła, takie jak: tymianek (*Thymus vulgaris*), oregano (*Origanum vulgare*) i szałwia (*Salvia officinalis*), w przypadku których substancjami czynnymi są głównie związki fenolowe [Burt 2004]. Działanie przeciwwirusowe ziół wynika z faktu, iż zawarte w nich substancje mogą stymulować syntezę interferonu [Frankič i wsp. 2009].

Jak wspomniano powyżej, zioła wykazują również działanie stymulujące układ immunologiczny zwierząt. Immunostymulujące właściwości ziół wynikają ze zwiększania aktywności fagocytarnej makrofagów, zwiększenia liczby pobudzonych limfocytów B i T oraz hamowania wzrostu komórek nowotworowych. Dodatkowo olejki eteryczne i wyciągi z ziół mogą poprawiać komórkową i humoralną odporność kurcząt brojlerów, co zmniejsza ich podatność na choroby zakaźne [Mathlouthi i wsp. 2012]. Owo immunomodulujące działanie wykazują takie zioła jak: jeżówka (*Echinacea purpurea*), czosnek (*Allium sativum*), aloes (*Aloë L.*), arnika górska (*Arnica montana*), oregano (*Origanum vulgare*), pokrzywa (*Urtica dioica*) oraz żeń-szeń (*Panax ginseng*), dzięki zawartości następujących substancji biologicznie czynnych: związków fenolowych, alkaloidów, terpenów, saponin, olejków eterycznych, flawonoidów, nukleotydów, polisacharydów, glikoproteidów, tanin, garbników i śluzów [Grela i wsp. 1998; Wolski 1999].

Ponadto ziołowe dodatki paszowe mogą chronić lipidy przed uszkodzeniem oksydacyjnym. Do fitobiotyków o działaniu antyoksydacyjnym zalicza się rozmaryn (*Rosmarinus officinalis*), tymianek (*Thymus vulgaris*), oregano (*Origanum vulgare*), szałwię (*Salvia officinalis*), rumianek (*Chamomilla recutita*), mniszek lekarski (*Taraxacum officinale*) oraz nagietek (*Calendula officinalis*) [Craig 1999; Wei i Shibamoto 2007].

Zioła, takie jak mięta (*Mentha piperita*), szałwia (*Salvia officinalis*), majeranek (*Origanum majorana*), imbir (*Zingiber officinale*), czosnek (*Allium sativum*), gorczyca (*Sinapis alba*), pozytywnie wpływają na układ pokarmowy, pobudzają przemianę materii, a także przeciwdziałają stanom zapalnym przewodu pokarmowego. Znane jest również ich działanie przeciwbiegunkowe, przeciwzapalne, przeciwpasożytnicze i przeciwgorączkowe [Barowicz i Pieszka 2011].

Arczewska-Włosek i Świątkiewicz [2012] podają, że dzięki odpowiednio dobranym ekstraktom ziołowym wprowadzonym do mieszanki paszowej istnieje możliwość zastąpienia kokcydiostatyków. We wspomnianych badaniach mieszanina wyciągów z szałwii (*Salvia officinalis*), czosnku (*Allium sativum*), jeżówki purpurowej (*Echinacea purpurea*), tymianku (*Thymus vulgaris*) oraz oregano (*Origanum vulgare*) pozytywnie wpłynęła na wyniki produkcyjne ptaków zarażonych oocystami *Eimeria* sp..

Według Majewskiej i wsp. [2007], zioła wprowadzone do diety drobiu mogą obniżyć stężenie cholesterolu we krwi i dzięki temu mogą korzystnie wpływać na zdrowie ptaków. Efekt hipocholesterolemiczny wynika z faktu, iż związki chemiczne zawarte w roślinnych olejkach eterycznych, na przykład cytral, geraniol, cineol, menton, mentol, fenchon, borneol, fenchyl, mogą powodować hamowanie aktywności enzymu wątrobowego (reduktazy HMG-CoA), który reguluje ilość syntetyzowanego cholesterolu i przez to obniża jego stężenie we krwi [Bölükbasi i wsp. 2008; Lee i wsp. 2003].

Uważa się, że fitogeniczne dodatki paszowe mogą poprawić smakowitość paszy, a przez to zwiększać jej pobranie i poprawiać wyniki produkcyjne, w tym spożycie i wykorzystanie paszy oraz przyrosty masy ciała u drobiu [Windisch i wsp. 2008]. Jednoznaczne potwierdzenie pozytywnego wpływu ziół na wyniki produkcyjne osiągane przez kurczęta brojlery jest problematyczne, ponieważ uzyskane w tym zakresie wyniki są często sprzeczne

ze sobą. Podczas, gdy Kwiecień i wsp. [2006] oraz Kwiecień i Winiarska-Mieczan [2009] udowodnili dodatni wpływ ziół na masę ciała brojlerów kurzych, Brzóska i wsp. [2010] oraz Fritz i wsp. [1992] wysunęli odmienne wnioski.

U kur niosek, po wprowadzeniu mieszanki ziół do ich dawki pokarmowej, odnotowano lepsze wykorzystanie paszy [Bölükbasi i wsp. 2008; Çabuk i wsp. 2006] i większą masę jaj [Bölükbasi i wsp. 2008].

Uznaje się, że niektóre zioła i ekstrakty z nich uzyskane mogą wykazywać działanie antystresowe i łagodzić fizjologiczną reakcję organizmu na stres wynikający z niekorzystnych warunków utrzymania [Lee i wsp. 2003; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2013]. Powszechnie znanym ziołem, posiadającym właściwości uspokajające, jest melisa lekarska (*Melissa officinalis*), ale wydaje się, że w profilaktyce antystresowej u drobiu można by zastosować również fitobiotyki, których dodanie do mieszanki paszowej będzie powodowało obniżenie stężenia glukozy we krwi. Skutkiem stresu u zwierząt jest wyczerpanie zapasów glikogenu w mięśniach i wzrost stężenia glukozy we krwi, dlatego też w łagodzeniu objawów stresu u ptaków możliwe jest wykorzystanie ziół o działaniu hipoglikemicznym. Takie właściwości wykazują zioła zawierające galeginę, w tym rutwica lekarska (*Galega officinalis*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*) oraz szałwia lekarska (*Salvia officinalis*) [Samochowiec 2002].

Obecnie coraz większy wpływ cywilizacji powoduje powstawanie czynników mogących wywoływać stres u zwierząt. Niestety długoletnia selekcja drobiu rzeźnego spowodowała przytłumienie mechanizmów adaptacyjnych ustroju ptaków. W konsekwencji kurczęta brojlery wykazują mniejszą odporność na działanie czynników środowiska oraz większą podatność na stany stresu, co wpływa negatywnie na ich produkcyjność i zdrowotność [Fortomaris i wsp. 2007]. Dlatego współcześnie zwraca się coraz

większą uwagę na możliwości wykorzystania ziół w przeciwdziałaniu sytuacjom stresowym podczas odchowu zwierząt [Wójcik 2007].

Wybrana w doświadczeniu mieszanka ziół, składała się z melisy lekarskiej, pokrzywy zwyczajnej i szałwi lekarskiej. Na podstawie wykonanego przeglądu literatury można stwierdzić, że spośród wybranych ziół najszersze spektrum działania ma szałwia lekarska, wykazuje ona bowiem działanie przeciwbakteryjne, przeciwbiegunkowe, przeciwpasożytnicze, przeciwgorączkowe, antyoksydacyjne. Posiada także właściwości hipoglikemiczne i hipocholesterolemiczne. Szałwia lekarska może również korzystnie wpływać na wykorzystanie paszy przez ptaki i działać stymulująco na ich przewód pokarmowy. Melisa lekarska wykazuje działanie uspokajające, dodatkowo może mieć korzystny wpływ na przyrosty masy ciała, zmniejszone zużycie paszy i na poprawę smaku mięsa ptaków rzeźnych [Barowicz i Pieszka 2011]. Pokrzywę zwyczajną można zastosować w profilaktyce antystresowej u drobiu, ze względu na działanie hipoglikemiczne [Samochowiec 2002]. Dodatkowo, mieszanki ziół zawierające pokrzywę zwyczajną, zastosowane w dawce pokarmowej kurcząt brojlerów, mogą poprawiać właściwości fizykochemiczne i sensoryczne mięsa, a także wydajność rzeźną [Barowicz i Pieszka 2011; Gornowicz 2003].

2.2. STRES U DROBIU I JEGO SKUTKI

W ciągu doby na każdy z organizmów działa szereg bodźców, ale tylko nieliczne spośród nich to czynniki stresogenne. Dla zwierzęcia źródłem stresu może być odstawienie młodych od matki, transport do ubojni, nieodpowiednia temperatura w pomieszczeniu, niehumanitarne traktowanie, hałas, a nawet promieniowanie elektromagnetyczne [Campo i wsp. 2008; Nowakowicz-Dębek i wsp. 2006; Paschma i Kaczor 2008; Pierzchała-Koziec i wsp. 2000; Pogoda-Sewerniak i wsp. 2005; Tokarzewski i wsp. 2006].

Według Selye [1978] stres jest „nieswoistą reakcją organizmu na wszelkie stawiane mu żądania". Autor odróżnia stres od wysokiego poziomu stresu, który określa terminem „distress", czyli stres trudny do adaptacji, powodujący cierpienie zwierząt. Przewlekłe działanie wysokiego poziomu stresu zakłóca działanie nadnerczy, zmniejsza znacznie rezerwy kortykoidów, cholesterolu oraz witaminy C. Może prowadzić do nieodwracalnych zmian patologicznych, a nawet kończyć się śmiercią [Frindt i wsp. 2006].

Zagadnieniu stresu i jego wpływu na dobrostan zwierząt poświęca się dużo publikacji. W przypadku kurcząt brojlerów największa ilość badań dotyczy stresu transportowego [Ghareeb i Böhm 2009; Mitchell i Kettlewell 1998; Tokarzewski i wsp. 2006] oraz stresu związanego z warunkami utrzymania ptaków [Skomorucha i wsp. 2009; Skomorucha i wsp. 2011; Škrbić i wsp. 2009; Türkyilmaz 2008].

Oddziaływanie czynników stresogennych może doprowadzić do zaburzania dobrostanu ptaków. Według Bromm'a [1996] dobrostan to stan, w którym organizm zwierzęcia może dostosować się do warunków otoczenia. Duncan i Dawkins [1983] podają, że dobrostan to jest to, co zwierzę odczuwa. Do oceny dobrostanu wykorzystuje się metody subiektywne (na przykład prowadzone na bieżąco obserwacje zachowania zwierząt oraz indywidualne odczucia stanu środowiska) oraz metody obiektywne (diagnostyka kliniczna i laboratoryjna, analizy statystyczne, badania etologiczne) [Marć-Pieńkowska i wsp. 2014 b]. Za badania kliniczne, które mogą posłużyć jako wskaźniki oceny dobrostanu uważa się stężenie hormonów, takich jak kortyzol, kortyzon, kortykosteron i aldosteron. U zwierząt gospodarskich- trzody chlewnej, bydła, koni, głównymi kortykoidami wydzielanymi podczas reakcji stresowej są kortyzol, kortyzon i aldosteron. U ptaków, w przeciwieństwie do ssaków, podstawowym hormonem korowo-nadnerczowym jest kortykosteron, a jego stężenie we krwi jest 100-krotnie większe niż kortyzolu [De Jong i wsp. 2001].

U kręgowców stres o charakterze chronicznym charakteryzuje się aktywacją osi podwgórzowo-przysadkowo-korowo-nadnerczowej [Rivier i Rivest 1991]. W odpowiedzi na sytuację stresową, gdy organizm ptaka przygotowuje się do walki lub lotu, stężenie kortykosteronu we krwi rośnie. Podwyższone stężenie tego hormonu wpływa negatywnie na organizm zwierzęcy, gdyż może powodować choroby układu krążenia, hipercholesterolemię, uszkodzenie przewodu pokarmowego, zmiany w układzie immunologicznym oraz zmiany przebiegu procesów metabolicznych [Puvadolpirod i Thaxton 2000 b; Virden i wsp. 2007]. Materiałem biologicznym do oznaczenia stężenia hormonów steroidowych w przypadku ptaków może być krew, mocz, kał, a nawet pióra [Lattin i wsp. 2011].

W literaturze wymienia się wiele wskaźników fizjologicznych uznanych za markery stresu u drobiu. Puvadolpirod i Thaxton [2000 a] wykazali, że podczas stresu we krwi ptaków wzrasta nie tylko stężenie kortykosteronu, ale również rośnie stężenie glukozy i cholesterolu. Campo i wsp. [2008] wskazują, że do pomiaru poziomu stresu i dobrostanu u ptaków przydatna może być ocena wielkości stosunku heterofilii do limfocytów (H:L). Wynika to z faktu, iż odpowiedzią na chroniczny stres u kręgowców jest zmiana liczby leukocytów we krwi. Najbardziej licznymi leukocytami u ptaków są heterofile i limfocyty [Davis i wsp. 2008]. Heterofile uczestniczą w reakcjach odporności nieswoistej i wykazują właściwości chemotaksji oraz fagocytozy [Buczek i wsp. 1999]. Ich liczba rośnie w odpowiedzi na długotrwałe infekcje bakteryjne i grzybicze oraz na skutek stosowania nieodpowiedniej diety, a także podczas stresu [Maxwell i Robertson 1998]. Heterofile stanowią 40-75% ogólnej liczby leukocytów we krwi, a ich liczba w 1 ml krwi waha się w granicach 3000-12 000 u dorosłych ptaków [Buczek i wsp. 1999]. Limfocyty natomiast biorą udział w reakcjach odporności nabytej oraz uczestniczą we wszystkich rodzajach odpowiedzi odpornościowej organizmu. U ptaków stanowią one od 20 do 50% wszystkich białych ciałek krwi. Ich liczba rośnie podczas długotrwałych infekcji

bakteryjnych oraz przy zakażeniach pasożytniczych, natomiast ich spadek notowany jest w stresie [Maxwell 1993]. Stosunek H:L służy do oszacowania sprawności układu odpornościowego i stanu zdrowia ptaków [Dubiec 2000] oraz uznawany jest za wiarygodny wskaźnik poziomu stresu u ptaków [Davis i wsp. 2008; Maxwell 1993]. Ponieważ poziom stresu manifestowany jest przez rosnącą liczbę heterofilii przy jednoczesnym spadku liczby limfocytów, podczas stresu wartość stosunku H:L rośnie [Campbell 1995].

Jak już wspomniano, hormonalnym mediatorem reakcji stresowej w ustroju jest kortykosteron [Müller i wsp. 2011]. Wzrost stężenia kortykosteronu w organizmie może wiązać się ze wzrostem proporcji H:L [Post i wsp. 2003]. Należy jednak pamiętać, że stężenie kortykosteronu we krwi ptaków gwałtownie rośnie bezpośrednio po 2-3 minutach od chwili schwytania osobnika [Romero i Reed 2005], a zatem istnieją trudności z ustaleniem podstawowego stężenia kortykosteronu we krwi zwierząt. Natomiast wzrost proporcji H:L we krwi jest efektem wcześniejszego podwyższenia stężenia kortykosteronu w odpowiedzi na czynnik stresowy. W związku z tym stosunek H:L u ptaków wydaje się być bardziej wiarygodnym i czułym wskaźnikiem oceniającym poziom stresu niż wyłącznie liczba komórek- heterofilii i limfocytów bądź sama tylko analiza stężenia kortykosteronu [Maxwell 1993]. Pełen obraz reakcji stresowej u ptaków można jednak uzyskać interpretując relację kortykosteron-stosunek H:L [Müller i wsp. 2011].

Oprócz wspomnianych powyżej źródeł stresu zwierząt, na większą uwagę zasługuje hałas. Siłownie wiatrowe emitują hałas słyszalny oraz infradźwięki. Mikołajczak i wsp. [2013 a] wykazali, że stężenie kortyzolu we krwi gęsi przebywających w bezpośredniej odległości od turbiny wiatrowej (50 m), było istotnie wyższe niż u osobników utrzymywanych w odległości 500 m od siłowni wiatrowej. Grupa ptaków umieszczona 50 m od masztu turbiny przejawiała zachowanie typowe dla zestresowanych zwierząt- ptaki

przebywały zbite w grupę i były mniej ruchliwe od pozostałych gęsi. Wyniki eksperymentu sugerują, że hałas słyszalny oraz infradźwięki emitowane przez siłownie wiatrowe mogą być poważnym źródłem stresu dla zwierząt.

Stres, choć jest reakcją ułatwiającą przystosowanie organizmu do zmian otoczenia, nie tylko wpływa negatywnie na dobrostan zwierząt, ale również może powodować pogorszenie uzyskiwanych wyników produkcyjnych [Mendl 1999] oraz może niekorzystnie wpływać na jakość produktów pochodzenia zwierzęcego [Puvadolpirod i Thaxton 2000 b]. We wspomnianym doświadczeniu Mikołajczaka i wsp. [2013 a] zauważono, że gęsi narażone na przebywanie na stanowiskach o wyższym poziomie hałasu uzyskały w końcowym okresie odchowu o około 10% niższą masę ciała od osobników umieszczonych na stanowiskach, na których poziom hałasu był niższy.

Powszechnie wiadomo, że stres zwierząt może powodować pogorszenie jakości tuszek [Doktor 2007] oraz powstawanie wad mięsa, obniżając jego wartość technologiczną [Połtowicz 2006]. Konsekwencją przewlekłego stresu przedubojowego i wyczerpania zapasów glikogenu jeszcze za życia zwierzęcia, jest wada DFD (ang. dark, firm, dry); natomiast krótkotrwały, gwałtowny stres sprzyja powstawaniu wady PSE (ang. pale, soft, exudative) poprzez przyspieszenie pośmiertnej glikolizy [Wójcik i wsp. 2011 a]. Głównym wskaźnikiem jakości mięsa jest kwasowość mięśni wyrażona wartością pH [Niewiarowicz 1978]. Mięso o niskim pH_k cechuje się większą ilością wycieku termicznego, wody wolnej i jaśniejszą barwą, natomiast produkt o wysokich wartościach pH charakteryzuje się ciemniejszą barwą, mniejszą ilością wycieku termicznego i wody luźnej [Gardzielewska i wsp. 2003; Jakubowska i wsp. 1999]. Obie sytuacje powodują, że mięso jest mniej atrakcyjne dla konsumentów, a jego wartość technologiczna spada. Tego typu niekorzystne zmiany generują zatem straty dla hodowców drobiu. Ponieważ mięso drobiowe staje się coraz bardziej popularne wśród konsumentów [Cytawa 1999],

z ekonomicznego punktu widzenia jest bardzo ważnym, by ograniczyć ilość mięsa z wadami wywoływanymi czynnikami stresowymi. W przypadku gęsi narażonych na stres związany z generowanym przez siłownie wiatrowe hałasem, stwierdzono, że ów stres w przeciwieństwie do stresu przed-ubojowego, nie wpływał na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa i nie obniżał wartości przerobowej finalnego produktu. Cytowane badanie, jako jedyne, określa wpływ stresu wywołanego przez ekspozycję na hałas emitowany przez turbiny wiatrowe na osiągane przez gęsi wyniki produkcyjne oraz jakość uzyskiwanego przez nie mięsa [Mikołajczak i wsp. 2014 b]. Brakuje badań opisujących wpływ hałasu generowanego przez siłownie wiatrowe na poziom stresu u kurcząt brojlerów oraz jego skutki.

2.3. ENERGETYKA WIATROWA W POLSCE

Początki energetyki wiatrowej w Polsce sięgają roku 1991, wówczas bowiem, w Żarnowcu, wybudowano pierwszą siłownię wiatrową. Natomiast pierwsza przemysłowa farma wiatrowa, składająca się z sześciu maszyn o łącznej mocy 5 MW, została uruchomiona 10 lat później w województwie zachodniopomorskim.

Od początku XXI wieku notuje się dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej w Polsce. W latach 2005-2015 zainstalowana moc wzrosła z 83,3 MW do 4 117,4 MW. Przyrost mocy siłowni wiatrowych tylko w ciągu ostatnich dwóch lat (2013-2015) wyniósł 1 035,4 MW [Urząd Regulacji Energetyki 2015].

W 2013 roku siłownie wiatrowe wyprodukowały w Polsce 6 027 GWh energii, co stanowiło 3,66% całkowitej energii elektrycznej wyprodukowanej w kraju [Polish Agency For Foreign Investment 2013]. W tym samym roku, Polska zajęła 9. miejsce wśród państw Unii Europejskiej, biorąc pod uwagę

moc zainstalowaną w energetyce wiatrowej [European Wind Energy Association 2013].

W związku z tym, że najkorzystniejsze warunki wiatrowe dla pracy siłowni występują na północy Polski oraz w środkowo-zachodniej części kraju (ryc. 1), najwięcej turbin wiatrowych zlokalizowanych jest właśnie w północno-zachodnich obszarach Polski. Pod względem zainstalowanej mocy pierwsze miejsce zajmuje województwo zachodniopomorskie (836,9 MW), na następnych miejscach uplasowało się województwo pomorskie (312,2 MW) i kujawsko-pomorskie (296,1 MW) [Polish Agency For Foreign Investment 2013]. Liczbę instalacji i moc farm wiatrowych w Polsce w 2014 roku przedstawia tabela nr 1.

Rycina 1. Strefy energetyczne wiatru w Polsce [http://www.elektrownie-tanio.net/walory.html]

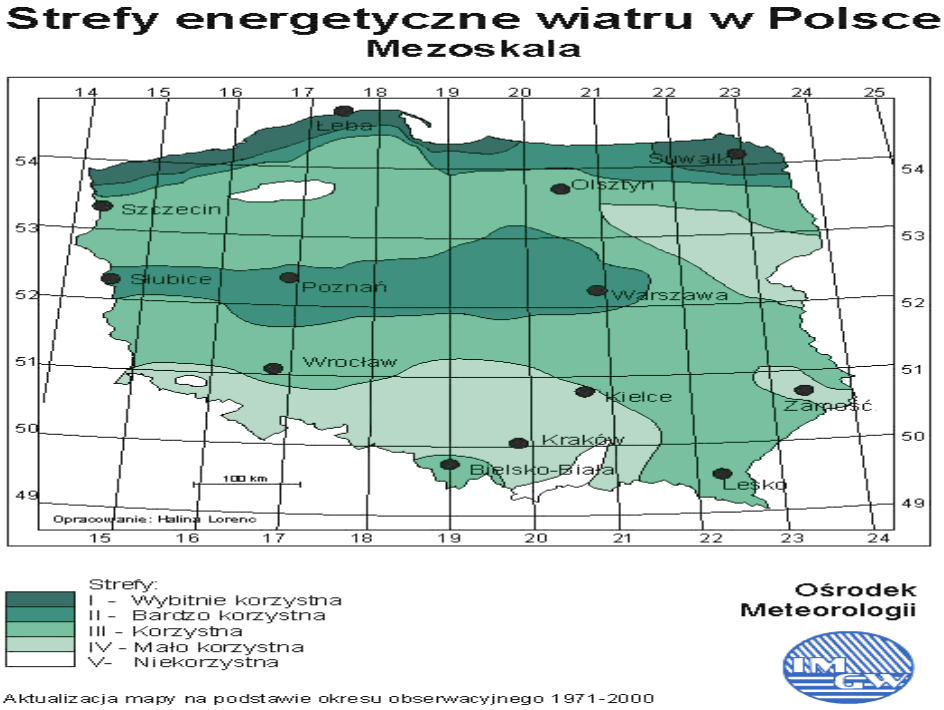


Tabela 1. Liczba instalacji i moc farm wiatrowych w Polsce (stan na 30.06.2014) [Urząd Regulacji Energetyki 2015]

Region	Liczba instalacji	Moc (MW)
zachodniopomorskie	49	836,9
pomorskie	31	312,2
kujawsko-pomorskie	215	296,1
wielkopolskie	114	291,5
łódzkie	162	277,7
warmińsko-mazurskie	23	209,5
mazowieckie	62	142,7
podlaskie	19	120,4
opolskie	5	84,2
podkarpackie	25	82,5
dolnośląskie	7	74,3
lubuskie	7	56,6
śląskie	16	11,6
świętokrzyskie	14	6,1
małopolskie	11	3,0
lubelskie	5	2,2

W Polsce rozwój energetyki odnawialnej, w tym tej opartej na energii wiatru, wynika, między innymi, z potrzeby zrealizowania założeń zawartych w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030", przyjętym przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 roku. Zakłada on bowiem wzrost udziału alternatywnych źródeł energii w całkowitym zużyciu do 15% w 2020 roku i 20% w roku 2030 roku. Moc zainstalowanych siłowni wiatrowych, zgodnie z rządowymi planami, ma wynosić 6650 MW w 2020 roku [Batóg 2011]. Według raportu „Energetyka Wiatrowa w Polsce" Polska została zakwalifikowana jako jeden z 12 głównych rynków zbytu turbin wiatrowych na świecie (biorąc pod uwagę kraje instalujące turbiny o mocy między 0,5 a 2,5 GW) [Polish Agency For Foreign Investment 2013].

Ponieważ światowe zasoby węgla kamiennego przy aktualnym poziomie produkcji wystarczą na około 150 lat [World Energy Council 2007], należy poszukiwać alternatywnych rozwiązań, opartych o odnawialne źródła energii, w tym o energię wiatru. Siłownie wiatrowe mają liczne zalety- pozwalają uzyskać energię bez emisji szkodliwych gazów cieplarnianych do atmosfery i bez innych form degradacji środowiska związanych z technologią paliw kopalnych [Nelson i Curry 1995]. Energetyka wiatrowa ma odnawialny charakter i cechuje ją brak nakładów na paliwo niezbędne do wytwarzania energii. W związku z czym siłownie wiatrowe pozwalają uzyskać tańszą energię- w porównaniu z kosztami i cenami energii elektrycznej lub ciepła uzyskiwanymi z tradycyjnych paliw kopalnych, a nawet w porównaniu z niektórymi innymi odnawialnymi źródłami. Niestety pracujące turbiny są również źródłem szkodliwych emisji- hałasu słyszalnego i infradźwiękowego, pola elektromagnetycznego, drgań, migotania światła słonecznego i cienia [Baranowski i wsp. 2014]. Ekolodzy, powołując się na doniesienia naukowe [Álvares i wsp. 2011; Arnett i wsp. 2007; Colman i wsp. 2010; De Lucas i wsp. 2012; Everaert i Stienen 2007; Wallin 1998; Walter i wsp. 2006], podnoszą kwestię zwiększonej śmiertelności ptaków w wyniku ich kolizji z ostrzami turbin oraz wymuszonej zmiany wykorzystania siedlisk przez zwierzęta. W związku z tym, siłownie wiatrowe mają zarówno gorących entuzjastów, jak i zdecydowanych przeciwników. Doniesienia o niekorzystnym oddziaływaniu turbin są źródłem konfliktów na linii inwestor-lokalne społeczności. Niepełne informacje o wadach energetyki wiatrowej są często wykorzystywane tendencyjnie i przesadnie. Przy braku odpowiedniej wiedzy nie należy się dziwić, że lokalizacja siłowni wiatrowych budzi niepokój obywateli, wynikający z występowania pewnych negatywnych skutków dla środowiska antropogenicznego i naturalnego oraz dla walorów estetycznych krajobrazu. Złagodzenia nastrojów społecznych można oczekiwać jedynie dzięki wykonaniu prac badawczych w zakresie oddziaływania turbin wiatrowych

i emitowanego przez nie hałasu (w tym infradźwiękowego) na organizmy zwierzęce. Działania te powinny skutkować wprowadzeniem odpowiednich regulacji prawnych. Obecnie bowiem brakuje przepisów ochronnych, które ustalałyby bezpieczne odległości masztu siłowni od miejsc utrzymywania zwierząt gospodarskich.

2.4. SIŁOWNIA WIATROWA I EMISJE TOWARZYSZĄCE JEJ PRACY

Siłownia wiatrowa to maszyna przeznaczona do przetwarzania energii wiatru w energię elektryczną. Tę przemianę zapewnia ruch obrotowy wirnika. Połączony z wirnikiem generator zamienia ów ruch obrotowy na energię elektryczną [Baranowski i wsp. 2014].

W Polsce spotyka się głównie turbiny wiatrowe o poziomej osi obrotu wirnika (Horizontal Axis Wind Turbines, HAWT), które składają się z gondoli wraz z przeważnie trójpłatowym wirnikiem, umieszczonym na wieży. Płaty buduje się z włókna węglowego lub szklanego wzmocnionego poliestrem, co pozwala na zwiększenie ich rozmiarów w celu uzyskania większych mocy. Gondola posiada możliwość obracania się o 360 stopni, dzięki temu podczas pracy znajduje się w optymalnym położeniu. Wieże siłowni wiatrowych budowane są w formie zamkniętej rury. Uznaje się, że najbardziej proporcjonalna jest wieża, której wysokość jest równa średnicy wirnika. Wieże mają stożkowy kształt, a ich średnica zwiększa się ku podstawie, co zapewnia dużą wytrzymałość i oszczędność materiału. Tak skonstruowana maszyna umieszczana jest na fundamencie, budowanym najczęściej w postaci zbrojonych fundamentów płytowych [Baranowski i wsp. 2014].

Siłownia wiatrowa jest złożonym urządzeniem, które składa się z silnika połączonego z prądnicą oraz z pozostałymi układami niezbędnymi do jej funkcjonowania. W związku z tym maszyna w czasie pracy wytwarza pewne

rodzaje emisji, które mogą być mniej lub bardziej uciążliwe dla organizmów żywych [Baranowski i wsp. 2014]. Podczas pracy turbin wiatrowych generowany jest hałas z zakresu częstotliwości słyszalnych (od 20 Hz do 20 000 Hz) oraz hałas o charakterze infradźwięków, określany popularnie, jako niesłyszalny (od 1 Hz do 20 Hz) [Ingielewicz i Zagubień 2011].

2.4.1. Hałas słyszalny oraz jego wpływ na człowieka i na środowisko przyrodnicze

Hałas jest definiowany jako wszelkie niepożądane lub szkodliwe dźwięki oddziałujące na ucho i inne zmysły oraz części organizmu człowieka [Czopek 1995]. Jest skutkiem nakładania się różnych dźwięków, które narząd słuchu odbiera jako pozbawione ładu. Fale dźwiękowe, które odbiera się jako dźwięki lub hałas, są zmianami ciśnienia powietrza otaczającego organizm, mającego bezpośredni kontakt z wrażliwymi elementami struktur ucha [Baranowski i wsp. 2014].

Siłownia wiatrowa jest źródłem hałasu, gdyż w czasie użytkowania maszyna narażona jest na zmienne obciążenia wynikające z podmuchów wiatru, wpływające na płaty wirnika, wieżę i na gondolę. Hałas generowany przez turbiny wynika również z dużych prędkości końcówek łopat i pracy wirnika w omywającym go strumieniu powietrza oraz z wirowania potężnych mas (masy wirnika, kół, wałów, łożyskowania, wirnika prądnicy) [Baranowski i wsp. 2014].

Szkodliwość hałasu zależy od poziomu jego natężenia i jest modyfikowana przez skład częstotliwościowy (bardziej szkodliwy jest hałas w wyższych częstotliwościach), zmienność w czasie, charakter (na przykład hałas modulowany czy impulsowy jest bardziej uciążliwy) i czas trwania ekspozycji [Kryter 1970].

Wpływ hałasu słyszalnego na organizm zwierzęcy związany jest głównie z funkcjonowaniem układu nerwowego, a skutki hałasu często kumulują się w czasie. Hałas oddziałuje na organizmy żywe w różny sposób. W pierwszej kolejności zauważalne jest pogorszenie samopoczucia psychicznego, a w konsekwencji zdrowia fizycznego. Istotnym zagadnieniem jest fizyczne oddziaływanie hałasu na narząd słuchu i ośrodkowy układ nerwowy. U ludzi narażenie na nadmierny hałas może powodować pojawienie się ostrego lub przewlekłego urazu akustycznego, objawiającego się zmianami akcji serca, rytmu oddychania, ciśnienia tętniczego krwi czy temperatury ciała. Kolejnym problemem jest zespół pohałasowy, który może być skutkiem przebywania w środowisku obciążonym nadmiernym hałasem i wiąże się z pojawieniem się bólów i zawrotów głowy, osłabieniem, zwiększoną pobudliwością nerwową, zaburzeniami snu, zwiększoną potliwością, uszkodzeniem słuchu [Baranowski i wsp. 2014].

Graniczną wartością dla wystąpienia upośledzenia funkcji fizjologicznych jest 75 dB. Powyżej tej granicy można zaobserwować wyraźne zaburzenia w funkcjonowaniu układu nerwowego i układu wewnątrzwydzielniczego, bowiem hałas odbierany przez narząd słuchu poprzez połączenia nerwowe z korą mózgową może wpływać na inne ośrodki w mózgowiu [Baranowski i wsp. 2014]. Reakcję organizmu ludzkiego w zależności od natężenia hałasu przedstawia tabela nr 2.

Dodatkowo hałas słyszalny może skutkować upośledzeniem sprawności organu słuchu, objawiającym się podwyższeniem progu słyszenia w wyniku przewlekłej ekspozycji na hałas o równoważnym poziomie dźwięku A powyżej 80 dB [Baranowski i wsp. 2014] oraz uszkodzeniem struktur anatomicznych ucha, jako następstwa jednorazowego i krótkotrwałego narażenia na hałas o szczytowych poziomach ciśnienia akustycznego około 135 dB [Babisch 2005].

Tabela 2. Reakcja organizmu ludzkiego w zależności od natężenia hałasu [Czeskin 1986]

Natężenie hałasu	Reakcja organizmu
Około 70 dB	Negatywne zmiany wegetatywne w organizmie
Powyżej 75 dB	Uszkodzenia organiczne i choroby, takie jak: • nadciśnienie tętnicze, • zaburzenia pracy żołądka, • wzrost wydzielania adrenaliny, • wrzody żołądka, • przyspieszenie procesu starzenia
Od 90 dB	Osłabienie i ubytek słuchu
Od 120 dB	Niebezpieczeństwo mechanicznego uszkodzenia słuchu
130 dB	Granica bólu

Hałas słyszalny w warunkach naturalnego bytowania zwierząt może negatywnie wpływać na ich zachowanie, zdrowie, zdolności komunikacyjne oraz zdolność przeżycia [Barber i wsp. 2010]. U osobników żyjących w bezpośrednim sąsiedztwie turbiny, hałas może nie tylko zakłócać komunikację zwierząt, ale i ich zdolność do rozpoznawania drapieżników [Rabin i wsp. 2006]. Dźwięki zwierząt, mające na celu ustanowienie dominacji na terytorium lub znalezienie partnera, mogą być maskowane. W przypadku ptaków, hałas może zmienić skład ich populacji i zmniejszyć różnorodność gatunków podczas gniazdowania [Francis i wsp. 2009]. Leddy i wsp. [1999] wykazali, że hałas generowany przez siłownie wiatrowe i ruchy turbiny podczas pracy mogą przeszkadzać w procesie gniazdowania wróblowatych. Autorzy zalecają, by turbiny wiatrowe były lokalizowane na polach uprawnych, na których notuje się mniejsze zagęszczenie ptaków. U zwierząt hodowlanych, na przykład owiec, hałas na poziomie 60-75 dB może wywoływać szybsze tętno i zwiększoną czujność [Ames i Arehart 1972]. Szczególnie niebezpieczny skutek hałasu zaobserwowano u zagrożonych gatunków nietoperzy. W wyniku narażenia tych ssaków na hałas zakłóceniu ulega ich zdolność do słyszenia

szelestu poruszającej się potencjalnej ofiary, a tym samym zdolność do żerowania [Schaub i wsp. 2008].

2.4.2. Infradźwięki oraz ich wpływ na człowieka i na środowisko przyrodnicze

Turbiny wiatrowe są także źródłem infradźwięków, czyli dźwięków, których widmo zawarte jest w paśmie częstotliwości od 1 do 20 Hz [Augustyńska 2009]. Teoretycznie są one niesłyszalne dla człowieka, a odbierane są jako dudnienie oraz uczucie „ucisku" w uszach [Pawlas 2009]. Wyróżnia się dwa rodzaje źródeł infradźwięków- naturalne (zjawiska przyrody) oraz sztuczne (praca maszyn i urządzeń) [Augustyńska 2009].

Jak już wspomniano, dźwięki w zakresie tych częstotliwości są teoretycznie niesłyszalne dla człowieka, jednak poziom ich odbioru uzależniony jest od cech osobniczych, a także od poziomu ciśnienia akustycznego [Baranowski i wsp. 2014]. Próg słyszalności infradźwięków, wyrażony wartością ciśnienia akustycznego tonu o określonej częstotliwości, jest wysoki (6-8 Hz około 100 dB) i ulega obniżeniu wraz ze wzrostem częstotliwości. Progi odczuwania natomiast znajdują się wyżej niż progi słyszenia o 20-30 dB [Branco 2001].

Infradźwięki, dla ciśnienia akustycznego na poziomie 100 dB, mogą być odbierane jako uczucie nieprzyjemnego wewnętrznego wibrowania, wynikające ze zjawiska rezonansu narządów wewnętrznych. Dla ciśnienia akustycznego na poziomie około 55 dB powodują zmęczenie, znużenie i senność, natomiast powyżej 140-150 dB mogą wywoływać trwałe, szkodliwe zmiany w organizmie [Deluga 2007].

U ludzi poddanych ekspozycji na infradźwięki odnotowano zmiany psychologiczne, depresję, nerwice, mdłości, rozdrażnienie, bóle głowy, zaburzenia koncentracji i równowagi, uszkodzenie słuchu [Landström 1987],

a nawet zakłócenia w pracy układu krążenia, pokarmowego, oddechowego i hormonalnego [Pawlas 2009]. Według Alves-Pereira i Castelo Branco [2007 a; 2007 b] osoby narażone na infradźwięki i hałas niskoczęstotliwościowy (20-500 Hz) mogą zachorować na tak zwaną chorobę wibroakustyczną (ang. vibroacoustic disease, VAD), charakteryzującą się patologicznym rozrostem substancji międzykomórkowej (kolagenu oraz elastyny) przy jednoczesnym braku stanów zapalnych. Jednak, ze względu na kontrowersje wokół metodyki badań, VAD nie jest do dzisiaj powszechnie uznaną jednostką chorobową.

Nie mniej jednak, opierając się na wynikach innych badaczy [Landström i in. 1983; Landström 1987; Pawlas 2009], można stwierdzić, iż skutki stymulacji infradźwiękami, nie ograniczają się tylko do samego narządu słuchu i mogą wpływać na ogólny stan zdrowia człowieka i zwierząt [Baranowski i wsp. 2014].

Efekty oddziaływania infradźwięków na organizm zwierzęcy oceniano jedynie w warunkach laboratoryjnych, z wykorzystaniem takich zwierząt jak myszy, szczury, świnki morskie, szynszyle, psy i małpy. Stwierdzono, że skutki fizjologiczne, wynikające z narażenia na infradźwięki, zależą od poziomu hałasu [Augustyńska 2009] oraz czasu ekspozycji [Pawlas 2009]. Zaobserwowano, między innymi, niekorzystne zmiany w układzie sercowo-naczyniowym [Alekseev i wsp. 1985], w mózgu [Nekhoroshev i Glinchikov 1992] oraz w płucach [Svidovyi i Glinchikov 1987]. Odnotowano także reakcję osi przysadka mózgowa-kora nadnerczy i wzrost stężenia kortykosteronu jako odpowiedź na stres wywołany ekspozycją na hałas infradźwiękowy [Nishimura 1987].

Infradźwięki o bardzo dużym natężeniu prowadziły do poważnego uszkodzenia narządu słuchu. U szynszyli zmiany w strukturze uszu obserwowane były po ekspozycji na infradźwięki o poziomie 172 dB po 60 min dla częstotliwości 1 Hz i po 7,5 min dla częstotliwości 8 Hz. Przy przewlekłym

narażeniu na infradźwięki o częstotliwości 0,5 Hz i poziomie 95 dB do uszkodzeń słuchu dochodziło po 20-432- dniowej ekspozycji [Johnson 1980].

Jak już wspomniano, doświadczenia dotyczące wpływu infradźwięków na organizmy żywe były wykonywane powszechnie jedynie w warunkach laboratoryjnych. Brakuje badań obrazujących wpływ hałasu infradźwiękowego na zwierzęta bytujące w swoich naturalnych warunkach, w tym wpływu infradźwięków emitowanych przez siłownie wiatrowe na zwierzęta domowe i hodowlane.

Według Nishimury [1987] infradźwięki są poważnym źródłem stresu dla zwierząt. Stres zwierząt hodowlanych może wpływać na pogorszenie ich wyników produkcyjnych [Mendl 1999], a także stymulować powstawanie wad mięsa, obniżając jego jakość oraz przydatność technologiczną, w ten sposób generując straty dla hodowców. Mikołajczak i wsp. [2013 a] wykazali, że infradźwięki emitowane przez siłownię wiatrową mogą być źródłem stresu dla gęsi. Zaobserwowano negatywne zmiany w behawiorze ptaków. Autorzy odnotowali również ujemny wpływ bliskości masztu turbiny na uzyskiwaną przez zwierzęta masę ciała [Mikołajczak i wsp. 2013 a]. Otrzymane rezultaty zostały potwierdzone podczas kolejnego eksperymentu [Marć-Pieńkowska i wsp. 2014 a]. Analogiczne doświadczenie wykonane na świniach wykazało wyraźny wzrost zużycia paszy na 1 kg przyrostu masy ciała u zwierząt trzymywanych w bezpośredniej odległości od siłowni wiatrowej i w konsekwencji stwierdzono negatywny wpływ bliskości turbiny oraz generowanych przez nią infradźwięków na osiągane przez trzodę chlewną wyniki produkcyjne [Mikołajczak i wsp. 2014 a]. Badaniami powinny zostać objęte również inne gatunki zwierząt.

3. CEL I ZAŁOŻENIA PRACY

Celem doświadczenia była ocena możliwości wprowadzenia do mieszanki paszowej kurcząt brojlerów dodatku ziół (pokrzywy zwyczajnej, melisy lekarskiej, szałwii lekarskiej), w celu wzmocnienia odporności ptaków na obciążenie czynnikiem stresowym, jakim może być hałas generowany przez siłownię wiatrową oraz w celu poprawy jakości tuszek i mięsa kurcząt brojlerów. Ponadto określono wpływ odległości od siłowni wiatrowej do pomieszczeń inwentarskich na wskaźniki stresu (stężenie kortykosteronu, cholesterolu i glukozy we krwi oraz wielkość stosunku heterofilii do limfocytów), wyniki produkcyjne (przyrost masy ciała, zużycie paszy na jednostkę przyrostu masy ciała, przeżywalność) oraz jakość tuszek i mięsa kurcząt brojlerów.

W hipotezie badawczej założono, że dodatek mieszanki ziół do diety kurcząt brojlerów wzmocni ich odporność na obciążenie czynnikiem stresowym, jakim może być hałas emitowany przez turbinę wiatrową i poprawi jakość ich tuszek i mięsa. Dodatkowo założono, że siłownie wiatrowe zbyt blisko zlokalizowane od miejsca bytowania kurcząt brojlerów ujemnie wpłyną na dobrostan, wyniki produkcyjne oraz na jakość tuszek i mięsa ptaków.

Spodziewane efekty- wyniki doświadczenia określą wpływ dodatku ziół na dobrostan, wyniki produkcyjne oraz na jakość tuszek i mięsa kurcząt brojlerów utrzymywanych w różnych odległościach od siłowni wiatrowej oraz wpływ oddziaływania siłowni wiatrowej na organizm kurcząt brojlerów, wyniki produkcyjne, a także jakość ich tuszek i mięsa.

4. MATERIAŁ I METODY

4.1. PODZIAŁ ZWIERZĄT NA GRUPY DOŚWIADCZALNE. ŻYWIENIE KURCZĄT BROJLERÓW

Doświadczenie trwało 42 dni i zostało wykonane w terminie 02.06.-14.07.2014 w miejscowości Rypałki (gmina Rypin, województwo kujawsko-pomorskie, współrzędne geograficzne: N53^{0}06'34.8''szerokości geograficznej północnej oraz E019^{0}26'03.9'' długości geograficznej wschodniej). Badaniem objęto 144 jednodniowe kurczęta brojlery Ross 308. Ptaki pochodziły z Zakładu Wylęgu Drobiu w Kurzętnikach. Zwierzęta podzielono na dwie grupy, po 72 osobniki (po 18 powtórzeń w każdej, liczebność podgrup wynosiła 4 sztuki). Pierwsza grupa żywiona była pełnoporcjową mieszanką komercyjną bez dodatku mieszanki ziół (grupa kontrolna), natomiast druga otrzymywała mieszankę paszową wzbogaconą w 2,5% dodatek mieszanki suszonych ziół-melisy lekarskiej (*Melissa officinalis*), szałwii lekarskiej (*Salvia officinalis*) i pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*) wymieszanych w proporcji 1:1:1 (grupa doświadczalna). Ptaki były żywione „*ad libitum*" przemysłowymi pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi przeznaczonymi dla drobiu mięsnego, wyprodukowanymi przez Wytwórnię Pasz w Mieścisku. Do 21 dnia życia kurczętom podawano mieszankę paszową typu starter, zawierającą 20% białka ogólnego i 3000 kcal (12,6 MJ) energii metabolicznej w 1 kg, od 22 do 35 dnia życia- mieszankę typu grower o zawartości 19% białka ogólnego i 3100 kcal (13,03 MJ) energii metabolicznej w 1 kg, natomiast w ciągu ostatnich 7 dni odchowu ptaki otrzymywały mieszankę typu finiszer, składającą się z 17,6% białka ogólnego oraz 3150 kcal (13,24 MJ) energii metabolicznej w 1 kg (wartość deklarowana przez producenta). Mieszanki zostały wyprodukowane w postaci granulatu. Komponenty zbożowe (pszenica oraz kukurydza) uzupełniono paszami wysokobiałkowymi (poekstrakcyjna śruta sojowa, poekstrakcyjna śruta rzepakowa, poekstrakcyjna śruta słonecznikowa). Aby

osiągnąć wymagany poziom aminokwasów egzogennych zastosowano syntetyczną metioninę oraz lizynę. Mieszanki wzbogacono w dodatki mineralno-witaminowe oraz preparaty enzymatyczne (ksylanaza i fitaza). W skład mieszanek typu starter i grower wchodził również kokcydiostatyk (Clinacox). Dodanie ziół, w ilości 25 kg/t mieszanki paszowej, do paszy przeznaczonej dla grupy doświadczalnej, zostało zlecone producentowi. Skład mieszanek pełnoporcjowych w różnych okresach żywienia kurcząt brojlerów przedstawiono w tabeli nr 3. Ponadto zwierzęta miały nieograniczony całodobowy dostęp do wody pitnej oraz pozostawały pod stałą opieką weterynaryjną.

W momencie formowania grup dokonano podziału ptaków, w taki sposób by każda grupa charakteryzowała się równym udziałem płci. Następnie kurczęta z każdej grupy przydzielono losowo do 1 z 3 podgrup (po 24 sztuki w każdej- 6 powtórzeń po 4 sztuki), utrzymywanych w 3 różnych odległościach (50 m- grupa I, 500 m- grupa II, 1000 m- grupa III) od 2 MW siłowni wiatrowej V90 firmy Vestas (fot. 1). Turbina ta charakteryzowała się następującymi parametrami: średnica wirnika- 90 m, powierzchnia omiatana- 6362 m^2, liczba łopat- 3 oraz wysokość masztu- 95 m.

Fotografia 1. Obiekt doświadczalny- siłownia wiatrowa w miejscowości Rypałki

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych w 1 kg mieszanki paszowej

Składnik w 1 kg produktu	Okres żywienia		
	Starter	Grower	Finiszer
Energia metaboliczna (kcal)	3000	3100	3150
Białko ogólne min. (%)	20	19	17,6
Oleje i tłuszcze surowe (%)	4,9	5,3	5,4
Popiół surowy (%)	5,1	4,3	4,1
Lizyna min. (%)	1,19	1,12	1,0
Metionina min (%)	0,49	0,44	0,41
Ca, min. (%)	0,8	0,6	0,6
P, przys., min (%)	0,51	0,41	0,42
Na, min. (%)	0,16	0,13	0,15
Włókno, max. (%)	4,0	4,0	4,0
Kokcydiostatyk (+/-)	+	+	-
Barwnik (+/-)	-	-	-
Ksylanaza (+/-)	+	+	+
Fitaza (+/-)	+	+	+
Mieszanka ziół (+/-) *	+	+	+

*wyłącznie w podgrupach doświadczalnych

4.2. WARUNKI UTRZYMANIA KURCZĄT BROJLERÓW

Kurczęta utrzymywane były w pomieszczeniach o monitorowanych warunkach mikroklimatycznych, w bateriach trzypoziomowych bez ściółki. Każda bateria składała się z 12 klatek o wymiarach 65 cm x 65 cm x 45 cm. W każdej z wydzielonych klatek utrzymywane były 4 ptaki. Łącznie w budynku przebywało 48 kurcząt (12 powtórzeń po 4 sztuki). Gęstość obsady zwierząt wynosiła 10 ptaków · m^{-2} na początku odchowu i 29 kg masy ciała · m^{-2} na końcu okresu odchowu. Doświadczenie przeprowadzono jednocześnie w 3 budynkach.

4.3. OKREŚLENIE WYNIKÓW PRODUKCYJNYCH UZYSKANYCH PRZEZ KURCZĘTA BROJLERY

W czasie eksperymentu kontrolowano ilość paszy spożytej przez kurczęta, a także określono masę ciała ptaków na początku i na końcu doświadczenia. Brojlery ważono indywidualnie przy użyciu wagi hakowej. Uzyskane informacje posłużyły do określenia stopnia wykorzystania paszy, mierzonego jako zużycie mieszanki paszowej na kilogram przyrostu masy ciała zwierzęcia. Następnie, na podstawie wyników produkcyjnych dla każdej grupy doświadczalnej, obliczono Europejski Wskaźnik Wydajności (EWW) [Grużewska i Biesiada-Drzazga 2008], do określenia, którego wykorzystano wzór:

$$EWW = \frac{\text{średnia masa ciała (kg)} \cdot \text{przeżywalność (\%)} \cdot 100}{\text{zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (kg)} \cdot \text{długość odchowu (dni)}}$$

4.4. POBIERANIE KRWI OD KURCZĄT BROJLERÓW. ANALIZA WYBRANYCH PARAMETRÓW KRWI

Dzień przed zmianą diety, to jest 21 i 35 dnia życia kurcząt oraz na koniec odchowu (42 dnia życia zwierząt) z każdej grupy, liczącej 24 osobniki, wybrano 18 ptaków (o masie ciała zbliżonej do średniej masy ciała grupy) i bezpośrednio na stanowiskach doświadczalnych pobrano od nich krew z żyły skrzydłowej w celu oznaczenia liczby heterofilii i limfocytów, stężenia kortykosteronu, glukozy i cholesterolu (fot. 2). Pobrany materiał, w probówkach z antykoagulantami, przetransportowano do miejsca wykonania analiz w specjalnie do tego przeznaczonej lodówce, umożliwiającej utrzymanie optymalnych warunków przechowywania (temperatura od 0°C do 4°C). Badania krwi wykonano w Laboratorium Collegium Medicum im. Ludwika

Rydygiera w Bydgoszczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Stężenie glukozy i cholesterolu oznaczono enzymatyczną metodą kolorymetryczną za pomocą zestawów odczynnikowych i metodyki firmy BioSystems. Stężenie kortykosteronu w osoczu krwi określono dzięki metodzie immunoenzymatycznej, przy pomocy zestawu firmy IDS (ImmunoDiagnostic Systems). W celu oznaczenia liczby heterofilii i limfocytów, natychmiast po pobraniu krwi, został wykonany rozmaz (fot. 3). Po dostarczeniu preparatów do laboratorium zastosowano barwienie metodą Maya, Grünwalda i Giemsy. Leukocyty zliczono pod mikroskopem Nikon YS 100. Na podstawie liczby heterofilii i limfocytów obliczono stosunek H:L.

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę od Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Bydgoszczy (załącznik nr 1).

Fotografia 2. Pobieranie krwi od zwierząt doświadczalnych

Fotografia 3. Wykonywanie rozmazów służących określeniu wartości stosunku heterofilii do limfocytów we krwi zwierząt doświadczalnych

4.5. ANALIZA RZEŹNA

W 42 dniu życia kurcząt z każdej z 6 podgrup wybrano po 10 ptaków o masie ciała zbliżonej do średniej masy ciała osobników w grupie. Zwierzęta te pozbawiono dostępu do paszy na 12 godzin i ubito, następnie odpierzono i wypatroszono. Łącznie ubito 60 kurcząt brojlerów. Pozyskane tuszki patroszone z szyją, po 18-godzinnym schładzaniu w temperaturze 4^0C oraz zważeniu, poddano rozbiorowi według metody opracowanej przez Ziołeckiego i Doruchowskiego [1989]. Z każdej tuszki wyodrębniono mięśnie piersiowe, mięśnie nóg, szyję, skrzydła, skórę z tłuszczem podskórnym i tłuszcz sadełkowy oraz pozostałości (fot. 4). Pozyskane podczas dysekcji elementy tuszek zważono na wadze elektronicznej z dokładnością do 0,1 g. Dzięki określeniu udziału poszczególnych składników anatomicznych tuszek dokonano obiektywnej oceny wydajności rzeźnej czyli stosunku masy tuszy mięsnej do masy ciała żywca.

Fotografia 4. Elementy pojedynczej tuszki

4.6. OCENA JAKOŚCIOWA MIĘSA KURCZĄT BROJLERÓW

Z każdej tuszki po dysekcji pobrano próby mięśnia piersiowego *m. pectoralis major* (fot. 5), które poddano analizie fizykochemicznej i sensorycznej 24 godziny po uboju. Wartość pH mięśni piersiowych została określona w wodnym homogenacie pobranej 48 h po uboju tkanki mięśniowej w proporcji 1:1 (pH_{48}).

Wielkość wycieku termicznego w mięśniach piersiowych oznaczano według metody Walczaka [1959]. Próbki mięsa o masie 20 g formowano w kształcie kuli, umieszczano w gazie higroskopijnej i wkładano do łaźni wodnej o temperaturze 75^0C. Po 10 minutach próbki wyjmowano, usuwano gazę, układano na bibule, schładzano w temperaturze 4^0C i ważono. Z różnicy masy surowego i zdenaturowanego mięsa wyliczano procentowy ubytek masy mięsa w tym procesie.

Fotografia 5. Próbki mięsa kurcząt brojlerów przygotowane do analizy

Wodochłonność (WHC) określano metodą Grau'a i Hamma [1952] w modyfikacji Pohja i Niinivaary [1957]. Z każdej zmielonej próbki odważano trzykrotnie po 300 mg mięsa. Następnie próbę umieszczano na bibule Whatman nr 1 pod stałym naciskiem 2 kg przez 5 min. Z wielkości powierzchni nacieku wyliczano procentową zawartość wody luźnej w mięsie, przy założeniu, że 1 cm^2 nacieku odpowiada 10 mg wody. Wartości indeksu nacieku (IN) wyznaczono na podstawie proporcji między powierzchnią zajmowaną przez rozgniecioną próbkę mięsa a powierzchnią nacieku soku na bibule. Plastyczność mięsa określono przez podanie wielkości rozgniecionej na bibule próbki mięsa [Grajewska i wsp. 1998; Grajewska i Bocian 2005]. Oznaczenie kruchości mięsa wykonano metodą instrumentalną przy pomocy aparatu do badań wytrzymałościowych INSTRON 3342 z przystawką Warnera-Bratzlera. Próby do badań przechowywano w stanie zamrożenia. Po rozmrożeniu ogrzewano je w łaźni wodnej do osiągnięcia w ich wnętrzu temperatury 70^0C, obróbkę cieplną prowadzono w roztworze chlorku sodu o stężeniu 0,85%.

Następnie, zgodnie z przebiegiem włókien mięśniowych, wycinano słupki mięśnia przy pomocy korkoboru, które poddawano cięciu prostopadle do przebiegu włókien mięśniowych. Wyniki, wyrażone w $N \cdot cm^{-2}$, oznaczały maksymalną siłę cięcia potrzebną do przecięcia włókien mięśniowych [Szalata i wsp. 1999].

Parametry opisujące barwę mięsa mierzono 48 h *post mortem* przy użyciu fotokolorymetru Minolta CR 310, w systemie CIE L*a*b* (L*- jasność, a*- udział czerwieni, b*- udział barwy żółtej) [CIE 1976; Itten 1997] (fot. 6). Nasycenie barwy (parametr C*), a także ton barwy (h^o- hue angle) wyliczono według wzoru podanego przez Beattie i wsp. [1999] oraz Brewer i wsp. [2001]:

$$C^* = \sqrt{a^2+b^2}, \qquad h^o = (\tan^{-1} b^* \cdot a^{-*}).$$

Fotografia 6. Pomiar barwy mięśni piersiowych *m. pectoralis major*

Wskaźniki określające barwę mięsa (L*, a*, b*) oraz nasycenie i ton barwy oznaczono dodatkowo na pobranych próbkach mięśni ud (*m. biceps femoris*).

Zawartość barwników mięśniowych w mięśniach piersiowych określono

według metody Hornseya [1956]. Uzyskaną wartość gęstości optycznej sporządzonego filtratu (E) mnożono przez wartość 680 i obliczano stężenie barwników mięśniowych w formie hematyny w jednostkach ppm., czyli μg hematyny w 1g mięsa.

4.7. OCENA SKŁADU CHEMICZNEGO MIĘSA KURCZĄT BROJLERÓW

Na pobranych próbach mięśnia piersiowego *m. pectoralis major* wykonano także analizę składu chemicznego mięsa drobiowego, oceniając zawartość białka ogólnego, kolagenu, tłuszczu surowego i wody zgodnie z PN-A-82109 [2010] przy użyciu aparatu FoodScan.

4.8. POMIAR EMISJI HAŁASU

Pomiar emisji hałasu wykonano za pomocą analizatora dźwięku i drgań klasy I-Svantek SVAN 912 AE. Wykonano go pięciokrotnie w zakresie słyszalnym (skala A) i w zakresie infradźwięków (skala G) w 3 punktach-miejscach utrzymania zwierząt (50 m; 500 m i 1000 m od turbiny). Celem prowadzenia pomiarów hałasu było oszacowanie jego poziomu w pomieszczeniach, w których utrzymywane były zwierzęta. W trakcie pomiarów wyznaczono prędkość wiatru równą 5,9 $m \cdot s^{-1}$ (2 metry nad powierzchnią gruntu), który wiał z kierunku 120^0 Pn-W. Uzyskane wyniki pomiarów zostały skorygowane w oparciu o referencyjną prędkość wiatru i szorstkość terenu.

4.9. ANALIZA STATYSTYCZNA

Otrzymane rezultaty poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistical Analysis System SAS. Obliczono podstawowe miary statystyczne-średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. Wyniki badań spełniały założenia o normalności rozkładu i homogeniczności wariancji, co wykazano

dzięki wykorzystaniu testu Shapiro-Wilka, dlatego do potwierdzenia różnic pomiędzy grupami użyto testy parametryczne. W celu oceny wpływu dodatku ziół do mieszanki paszowej oraz wpływu odległości od siłowni wiatrowej na parametry stresu, wyniki produkcyjne oraz na jakość tuszek i mięsa drobiu rzeźnego zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji. Wykonano także testy post-hoc (test Scheffe), celem porównania parami średnich we wszystkich kombinacjach.

5. WYNIKI

5.1. WYNIKI PRODUKCYJNE

Wpływ rodzaju paszy i odległości utrzymania od turbiny wiatrowej na wyniki produkcyjne uzyskane przez badane zwierzęta przedstawia tabela nr 4.

Odnotowano wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania ptaków na końcową masę ciała, przyrosty masy ciała w trakcie całego doświadczenia, spożycie paszy oraz na wykorzystanie paszy przez rosnące zwierzęta. Najmniejszą końcową masę ciała, najmniejsze przyrosty w trakcie całego doświadczenia, a także najgorszy (największy) FCR wykazano u kurcząt żywionych mieszanką standardową, umieszczonych 50 m od masztu turbiny, natomiast największą końcową masę ciała, największe przyrosty w trakcie całego doświadczenia oraz najkorzystniejszy (najmniejszy) FCR uzyskały ptaki otrzymujące mieszankę z dodatkiem ziół, utrzymywane w odległości 1000 m od siłowni wiatrowej. Pomiędzy tymi grupami różnica w masie ciała na koniec doświadczenia wynosiła 20,7%, w przyroście masy ciała- 21%, a w zużyciu paszy na jednostkę przyrostu- 21,1%.

W przypadku kurcząt brojlerów przebywających najbliżej turbiny wiatrowej (w odległości 50 m) wyższą o 12% końcową masę ciała, wyższe o 12,2% przyrosty masy ciała w trakcie całego doświadczenia oraz mniejsze o 18,8% zużycie paszy na jednostkę przyrostu uzyskały zwierzęta żywione dawką pokarmową wzbogaconą w dodatek ziół w porównaniu z brojlerami otrzymującymi mieszankę standardową.

Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt rzeźnych na średnie wyniki produkcyjne uzyskane przez ptaki.

Tabela 4. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na wyniki produkcyjne uzyskane przez kurczęta brojlery

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Masa początkowa (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	41	42	41	41
	SD	*2*	*2*	*3*	*3*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	42	41	41	41
	SD	*2*	*3*	*3*	*3*
Dla odległości	x	42	42	41	–
	SD	*2*	*2*	*3*	
Masa końcowa (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	2684acd	2942	3075a	2900
	SD	*285*	*255*	*344*	*278*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	3007d	2851b	3239bc	3033
	SD	*239*	*221*	*206*	*218*
Dla odległości	x	2845e	2896f	3157ef	–
	SD	*307*	*240*	*291*	
Przyrost masy ciała (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	2643ade	2900b	3034d	2859
	SD	*298*	*247*	*398*	*315*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	2965a	2810c	3198bce	2991
	SD	*260*	*254*	*211*	*218*
Dla odległości	x	2804f	2855g	3116fg	–
	SD	*305*	*250*	*307*	
Spożycie paszy (g · 1 szt.$^{-1}$)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	5022	5220abc	4854a	5032
	SD	*192,1*	*169,6*	*192,3*	*299,7*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	4744c	5058	4797b	4866
	SD	*263,7*	*212,2*	*170,7*	*253,4*
Dla odległości	x	4883	5139	4826	–
	SD	*224,5*	*178,5*	*204,6*	
FCR (kg · 1 kg przyrostu^{-1})					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	1,9abc	1,8d	1,6b	1,77
	SD	*0,4*	*0,3*	*0,3*	*0,3*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	1,6a	1,8e	1,5cde	1,63
	SD	*0,2*	*0,3*	*0,1*	*0,2*
Dla odległości	x	1,75f	1,8g	1,55fg	–
	SD	*0,3*	*0,2*	*0,2*	

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Przeżywalność (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	83,3	83,3	75	80,5
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	79,2	83,3	79,2	80,6
Dla odległości	x	81,3	83,3	77,1	-
EWW (punkty)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	280	324	343	316
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	354	314	407	358
Dla odległości	x	317	319	375	-

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Odległość od siłowni wiatrowej, w jakiej utrzymywano zwierzęta, miała wpływ na końcową masę ciała, przyrosty masy ciała oraz na wykorzystanie paszy przez kurczęta brojlery.

Największą końcową masę ciała, największe przyrosty masy ciała oraz najlepsze wykorzystanie paszy zaobserwowano u ptaków przebywających najdalej od masztu turbiny (1000 m). Wyniki uzyskane u zwierząt z grup oddalonych o 50 m i 500 m od siłowni były zbliżone.

Kurczęta utrzymywane w odległości 1000 m od masztu turbiny uzyskały wyższą o 9,9% końcową masę ciała w porównaniu z ptakami z grupy I i o 8,3% w porównaniu z osobnikami z grupy II oraz odpowiednio wyższe o 10% i 8,4% przyrosty masy ciała. U ptaków umieszczonych w odległościach 50 m i 500 m od siłowni wiatrowej odnotowano wzrost wskaźnika wykorzystania paszy odpowiednio o 12,9% oraz 16,1% w porównaniu z osobnikami pozostającymi w odległości 1000 m od turbiny.

Uzyskana końcowa masa ciała, zużycie paszy oraz przeżywalność kurcząt zadecydowały o wartości EWW. Ten rósł wraz ze wzrostem dystansu

dzielącego maszt turbiny od miejsca przebywania brojlerów i kształtował się na poziomie od 317 punktów (grupa I) do 375 punktów (grupa III).

5.2. WYNIKI ANALIZY KRWI

5.2.1. Stężenie kortykosteronu we krwi kurcząt brojlerów

Wpływ rodzaju paszy i odległości od turbiny wiatrowej na stężenie kortykosteronu we krwi badanych ptaków przedstawiono w tabeli nr 5.

Tabela 5. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stężenie kortykosteronu we krwi kurcząt brojlerów [ng · mL^{-1}]

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			
		I	II	III	Dla żywienia
21 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	0,77a	0,46bc	0,74d	0,66f
	SD	*0,90*	*0,79*	*0,86*	*0,84*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	2,31abde	1,52c	1,13e	1,65f
	SD	*1,74*	*1,34*	*0,88*	*1,31*
Dla odległości	x	1,54	0,99	0,94	–
	SD	*1,28*	*0,87*	*0,88*	
35 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	1,45a	0,72	0,82	1,00
	SD	*0,89*	*0,61*	*0,62*	*0,73*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	1,12	0,53a	1,00	0,88
	SD	*0,77*	*0,40*	*0,76*	*0,68*
Dla odległości	x	1,29	0,63	0,91	–
	SD	*0,24*	*0,42*	*0,68*	
42 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	1,55	1,30	2,47a	1,77
	SD	*1,31*	*0,87*	*1,71*	*1,09*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	1,98	0,93a	1,90	1,60
	SD	*1,65*	*0,58*	*1,09*	*0,99*
Dla odległości	x	1,77	1,12b	2,19b	–
	SD	*1,54*	*0,81*	*1,42*	

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Odnotowano wpływ zróżnicowanego żywienia oraz miejsca utrzymania zwierząt na stężenie kortykosteronu we krwi podczas wszystkich trzech pomiarów. W 21 dniu życia u ptaków umieszczonych w odległościach 50 m i 500 m od siłowni wiatrowej wyższe stężenie omawianego wskaźnika stwierdzono we krwi kurcząt żywionych z dodatkiem ziół. U osobników otrzymujących mieszankę pełnoporcjową wzbogaconą w zioła stężenie kortykosteronu we krwi malało wraz z rosnącą odległością od masztu turbiny.

W 35 dniu życia najwyższe stężenie ocenianego parametru wykazano we krwi ptaków z grupy I, żywionych mieszanką standardową, bez ziół, natomiast najniższe stężenie kortykosteronu odnotowano we krwi zwierząt z grupy II, otrzymujących mieszankę z ziołami.

Ostatniego dnia eksperymentu najwyższe stężenie omawianego wskaźnika stwierdzono we krwi kurcząt z grupy III, żywionych mieszanką standardową, bez ziół, natomiast najniższe stężenie kortykosteronu wykazano we krwi osobników z grupy II, otrzymujących mieszankę z ziołami.

Odnotowano wpływ zróżnicowanego żywienia na stężenie kortykosteronu w 21 dniu życia kurcząt brojlerów. Wyższe stężenie ocenianego parametru stwierdzono we krwi ptaków żywionych mieszanką z dodatkiem ziół.

Wykazano, że odległość od siłowni wiatrowej wpłynęła na stężenie kortykosteronu we krwi kurcząt w 42 dniu ich życia. Wyższe stężenie kortykosteronu odnotowano we krwi osobników utrzymywanych w odległości 1000 m od masztu turbiny, natomiast niższe we krwi zwierząt umieszczonych 50 m od siłowni wiatrowej.

5.2.2. Stosunek heterofilii do limfocytów we krwi kurcząt brojlerów

Wpływ rodzaju paszy i odległości od turbiny wiatrowej na stosunek H:L we krwi badanych ptaków przedstawiono w tabeli nr 6.

Tabela 6. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stosunek heterofilii do limfocytów we krwi kurcząt brojlerów

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			
		I	II	III	Dla żywienia
21 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	0,58	0,61	0,54	0,58
	SD	*0,23*	*0,27*	*0,37*	*0,27*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	0,64	0,44	0,48	0,52
	SD	*0,48*	*0,19*	*0,18*	*0,22*
Dla odległości	x	0,61	0,53	0,51	_
	SD	*0,37*	*0,25*	*0,29*	
35 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	0,58	0,43	0,58	0,53
	SD	*0,20*	*0,25*	*0,47*	*0,34*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	0,63	0,35a	0,71a	0,56
	SD	*0,22*	*0,13*	*0,19*	*0,21*
Dla odległości	x	0,60	0,39	0,65	_
	SD	*0,21*	*0,2*	*0,36*	
42 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	0,87a	0,99b	1,05	0,97
	SD	*0,43*	*0,57*	*0,44*	*0,46*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	1,35ab	1,17	1,03	1,18
	SD	*0,38*	*1,21*	*0,29*	*0,49*
Dla odległości	x	1,11	1,08	1,04	_
	SD	*0,47*	*1,18*	*0,37*	

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Wykazano wpływ zróżnicowanego żywienia oraz odległości od siłowni wiatrowej na wartość stosunku H:L we krwi kurcząt brojlerów podczas drugiego i trzeciego terminu pobierania krwi.

W 35 dniu życia najwyższą i najniższą wartość stosunku H:L odnotowano u osobników żywionych mieszanką z dodatkiem ziół, utrzymywanych odpowiednio w odległości 1000 m i 500 m od masztu turbiny.

Ostatniego dnia eksperymentu we krwi ptaków z grupy I wyższą wartość stosunku H:L stwierdzono u zwierząt otrzymujących mieszankę wzbogaconą dodatkiem ziół w porównaniu z kurczętami żywionymi mieszanką standardową, bez ziół.

Nie wykazano wpływu odległości od siłowni wiatrowej na wartość omawianego parametru w żadnym terminie pobierania krwi. Również dodatek ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla ptaków nie wpłynął na wartość stosunku H:L.

5.2.3. Stężenie cholesterolu we krwi kurcząt brojlerów

Wpływ rodzaju paszy i odległości od masztu turbiny na stężenie cholesterolu we krwi badanych ptaków przedstawia tabela nr 7.

W 21 dniu życia najwyższe stężenie ocenianego parametru stwierdzono we krwi ptaków z grupy I, żywionych mieszanką wzbogaconą w dodatek ziół, natomiast najniższe we krwi zwierząt z grupy II, otrzymujących mieszankę standardową, bez ziół.

Ostatniego dnia eksperymentu najwyższe stężenie cholesterolu odnotowano we krwi kurcząt z grupy I, żywionych mieszanką z dodatkiem ziół, a najniższe we krwi ptaków z grupy II, otrzymujących mieszankę wzbogaconą w dodatek ziół. W przypadku zwierząt żywionych mieszanką z ziołami, wyższe stężenie ocenianego wskaźnika wykazano u osobników umieszczonych w odległości 50 m od siłowni wiatrowej, niższe natomiast u ptaków z grup utrzymywanych 500 m i 1000 m od masztu turbiny.

Tabela 7. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stężenie cholesterolu we krwi kurcząt brojlerów [mg · mL^{-1}]

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			
		I	II	III	Dla żywienia
21 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	139	149	129a	139
	SD	*16*	*15*	*21*	*20*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	154a	143	140	145
	SD	*17*	*23*	*20*	*21*
Dla odległości	x	147	146	135	–
	SD	*18*	*19*	*21*	
35 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	138	126	122	129
	SD	*16*	*12*	*14*	*17*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	133	129	131	131
	SD	*13*	*11*	*15*	*14*
Dla odległości	x	136	128	127	–
	SD	*15*	*11*	*15*	
42 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	120	117b	125d	121
	SD	*14*	*12*	*18*	*16*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	133abc	106ad	117c	119
	SD	*16*	*15*	*11*	*13*
Dla odległości	x	127	112	121	–
	SD	*16*	*14*	*16*	

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Nie stwierdzono wpływu odległości od siłowni wiatrowej na wartość omawianego parametru w żadnym terminie pobierania krwi. Również dodatek ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt nie wpłynął na stężenie cholesterolu w ich krwi.

5.2.4. Stężenie glukozy we krwi kurcząt brojlerów

Wpływ rodzaju paszy i odległości od masztu turbiny na stężenie glukozy we krwi badanych zwierząt przedstawiono w tabeli nr 8.

Tabela 8. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stężenie glukozy we krwi kurcząt brojlerów [mg · mL^{-1}]

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
21 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	267	242	256	255
	SD	*24*	*11*	*29*	*23*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	250	251	249	250
	SD	*33*	*24*	*16*	*18*
Dla odległości	x	259	247	253	–
	SD	*22*	*25*	*21*	
35 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	259a	247	227a	244
	SD	*17*	*19*	*18*	*18*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	251	234	238	241
	SD	*16*	*13*	*15*	*17*
Dla odległości	x	255	241	233	–
	SD	*19*	*17*	*16*	
42 dzień życia					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	223	241de	203adf	222
	SD	*14*	*15*	*33*	*16*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	230ab	232cf	204bce	222
	SD	*13*	*8*	*28*	*18*
Dla odległości	x	227	237g	204g	–
	SD	*17*	*12*	*29*	

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

Odnotowano wpływ zróżnicowanego żywienia oraz odległości od siłowni wiatrowej na stężenie glukozy we krwi kurcząt brojlerów w 35 i 42 dniu ich życia.

Podczas drugiego terminu pobierania krwi w przypadku zwierząt żywionych mieszanką bez dodatku ziół, wyższe stężenie ocenianego wskaźnika wykazano u osobników umieszczonych w odległości 50 m od siłowni wiatrowej, niższe natomiast u ptaków utrzymywanych 1000 m od masztu turbiny.

Ostatniego dnia eksperymentu u kurcząt otrzymujących mieszankę paszową bez ziół wyższe stężenie glukozy stwierdzono we krwi osobników z grupy II, a niższe we krwi ptaków z grupy III. W przypadku zwierząt żywionych mieszanką z ziołami, wyższe stężenie omawianego parametru odnotowano u ptaków umieszczonych w odległościach 50 m i 500 m od siłowni wiatrowej, niższe natomiast u kurcząt utrzymywanych 1000 m od masztu turbiny.

Dodatkowo, w 42 dniu życia zwierząt, wykazano wpływ odległości od siłowni wiatrowej na stężenie glukozy we krwi badanych ptaków. Wyższe stężenie ocenianego wskaźnika stwierdzono we krwi osobników z grupy II, niższe we krwi brojlerów z grupy III.

Nie odnotowano wpływu zróżnicowanego żywienia na stężenie glukozy we krwi kurcząt rzeźnych objętych doświadczeniem.

5.3. ANALIZA RZEŹNA

Wpływ rodzaju paszy i odległości utrzymania od turbiny wiatrowej na cechy określające wydajność rzeźną oraz udział poszczególnych składników tkankowych tuszek kurcząt brojlerów przedstawia tabela nr 9.

Odnotowano wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt rzeźnych oraz miejsca utrzymania ptaków na masę tuszki patroszonej z szyją. Największą masę tuszki patroszonej uzyskały osobniki otrzymujące mieszankę z dodatkiem ziół, utrzymywane w odległości 1000 m od siłowni wiatrowej, natomiast najmniejszą masę tuszki wykazano u zwierząt żywionych mieszanką standardową, umieszczonych 50 m od masztu turbiny. Kurczęta brojlery utrzymywane bliżej siłowni wiatrowej (w odległości 50 m), otrzymujące dawkę pokarmową wzbogaconą w dodatek ziół, osiągnęły wyższą o 13% masę tuszki patroszonej w porównaniu z brojlerami żywionymi mieszanką standardową. W grupie ptaków otrzymujących mieszankę standardową (bez dodatku ziół),

wyższą wartość omawianego parametru odnotowano u zwierząt z grup II i III, a niższą u kurcząt z grupy I. W grupie brojlerów żywionych paszą z dodatkiem mieszanki ziół, u osobników z grupy III uzyskano większą o 8,9% masę tuszki patroszonej w porównaniu do tuszek zwierząt z grupy II.

Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt brojlerów na wskaźniki opisujące analizę rzeźną, jednak zauważono, że we wszystkich 3 grupach doświadczalnych, ustalonych ze względu na odległość od siłowni, udział mięśni piersiowych był większy, a udział skór i tłuszczu sadełkowego był mniejszy w grupach żywionych mieszanką bez ziół w porównaniu z grupami otrzymującymi dodatek mieszanki ziołowej.

Wykazano wpływ odległości od siłowni wiatrowej na masę tuszki patroszonej z szyją. Kurczęta umieszczone w odległości 1000 m od masztu turbiny uzyskały wyższą o 6,8% masę tuszki patroszonej w porównaniu z ptakami z grupy I.

Tabela 9. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na masę tuszki, wydajność rzeźną i zawartość składników tkankowych tuszek kurcząt brojlerów

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Masa tuszki patroszonej z szyją (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	1966acde	2246e	2178a	2130
	SD	*113*	*250*	*211*	*198*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	2221d	2113b	2300bc	2211
	SD	*286*	*286*	*145*	*215*
Dla odległości	x	2096f	2179	2239f	–
	SD	*253*	*246*	*187*	
Wydajność rzeźna (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	73	76	71	73
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	74	74	71	73
Dla odległości	x	74	75	71	-
Masa mięśni piersiowych (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	542	584	566	564
	SD	*61*	*101*	*88*	*92*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	569	540	585	565
	SD	*94*	*84*	*77*	*86*
Dla odległości	x	556	562	576	–
	SD	*81*	*97*	*83*	
Udział mięśni piersiowych (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	27,08	26,38	25,91	26,46
	SD	*2,8*	*2,81*	*2*	*2,33*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	25,61	25,03	25,87	25,5
	SD	*2,64*	*2,09*	*2,89*	*2,14*
Dla odległości	x	26,31	25,71	25,89	–
	SD	*2,75*	*2,51*	*2,42*	
Masa mięśni nóg (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	354	375	373	367
	SD	*47*	*92*	*48*	*62*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	390	388	394	391
	SD	*84*	*53*	*32*	*62*
Dla odległości	x	373	381	383	–
	SD	*70*	*73*	*41*	

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Udział mięśni nóg (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	17,97	16,67	17,17	17,27
	SD	*2,02*	*2,35*	*1,8*	*2,07*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	17,56	18,33	17,17	17,69
	SD	*2,72*	*0,91*	*1,68*	*1,65*
Dla odległości	x	17,76	17,5	17,17	–
	SD	*2,36*	*2,53*	*1,69*	
Masa mięśni ogółem (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	886	969	940	932
	SD	*99*	*156*	*117*	*127*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	960	918	989	956
	SD	*149*	*131*	*96*	*129*
Dla odległości	x	924	943	964	–
	SD	*130*	*142*	*107*	
Udział mięśni ogółem (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	45,05	43,06	43,07	43,73
	SD	*4,15*	*3,98*	*1,75*	*3,66*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	43,17	43,36	43,03	43,19
	SD	*3,18*	*2,33*	*3,83*	*3,42*
Dla odległości	x	44,1	43,21	43,05	–
	SD	*3,71*	*3,17*	*2,9*	
Masa szyi (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	72	61	66	66
	SD	*11*	*13*	*17*	*12*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	59	76	77	71
	SD	*18*	*15*	*19*	*17*
Dla odległości	x	66	69	72	–
	SD	*16*	*16*	*19*	
Masa skrzydeł (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	194	211	226	210
	SD	*20*	*31*	*16*	*25*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	237	194	213	215
	SD	*93*	*37*	*18*	*45*
Dla odległości	x	216	203	220	–
	SD	*71*	*34*	*18*	

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Masa skór z tłuszczem sadełkowym (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	180	199	207	195
	SD	*30*	*21*	*37*	*32*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	207	192	230	210
	SD	*23*	*25*	*34*	*26*
Dla odległości	x	194	195	219	–
	SD	*30*	*22*	*37*	
Udział skór z tłuszczem sadełkowym (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	9,13	8,95	9,5	9,19
	SD	*1,33*	*1,48*	*1,25*	1,29
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	9,51	9,11	10	9,54
	SD	*1,76*	*0,85*	*1,26*	1,33
Dla odległości	x	9,33	9,03	9,75	–
	SD	*1,54*	*1,18*	*1,25*	
Masa pozostałości (g)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	621	712	682	671
	SD	*70*	*104*	*81*	77
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	684	665	726	692
	SD	*84*	*74*	*45*	64
Dla odległości	x	654	688	704	–
	SD	*82*	*91*	*68*	

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

5.4. JAKOŚĆ MIĘSA

Wpływ rodzaju paszy i odległości utrzymania od turbiny wiatrowej na cechy określające jakość mięsa drobiowego przedstawiają tabele nr 10 i nr 11.

Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej oraz miejsca utrzymania ptaków na średnie wartości parametrów opisujących cechy jakościowe mięsa.

Dodatek ziół nie wpłynął na wartość wskaźników określających jakość mięsa badanych kurcząt rzeźnych. Omawiane parametry kształtowały się na zbliżonym poziomie, pozwalającym zakwalifikować oceniane mięso jako produkt dobrej jakości.

Tabela 10. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na pH, plastyczność i kruchość mięsa oraz podstawowe cechy związane z jego uwodnieniem

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
pH 48h					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	5,57	5,56	5,59	5,57
	SD	*0,09*	*0,08*	*0,06*	*0,08*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	5,56	5,56	5,56	5,56
	SD	*0,1*	*0,08*	*0,06*	*0,08*
Dla odległości	x	5,57	5,56	5,58	–
	SD	*0,09*	*0,08*	*0,08*	
Wyciek termiczny (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	20,04	21,61	20,59	20,75
	SD	*1,51*	*2,4*	*1,66*	*1,78*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	21,33	20,26	20,76	20,78
	SD	*3,0*	*1,88*	*2,55*	*2,38*
Dla odległości	x	20,68	20,93	20,67	–
	SD	*2,37*	*2,21*	*2,10*	
WHC (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	15,62	16,88	15,9	16,13
	SD	*2,66*	*3,44*	*3,16*	*3,10*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	16,02	16,83	15,27	16,04
	SD	*3,86*	*3,4*	*3,17*	*3,46*
Dla odległości	x	15,81	16,86	15,58	–
	SD	*3,21*	*3,33*	*3,1*	
IN					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	0,42	0,39	0,41	0,41
	SD	*0,06*	*0,06*	*0,07*	*0,06*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	0,42	0,39	0,43	0,41
	SD	*0,07*	*0,07*	*0,07*	*0,07*
Dla odległości	x	0,42	0,39	0,42	–
	SD	*0,07*	*0,06*	*0,07*	
Plastyczność (cm^2)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	3,27	3,2	3,22	3,23
	SD	*0,3*	*0,29*	*0,46*	*0,34*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	3,33	3,14	3,42	3,3
	SD	*0,3*	*0,34*	*0,34*	*0,32*
Dla odległości	x	3,3	3,17	3,32	–
	SD	*0,3*	*0,3*	*0,41*	

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Kruchość (N · cm^{-2})					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	25,22	25,1	25,44	25,25
	SD	*5,01*	*2,37*	*3,42*	*3,39*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	25,96	25,7	24,77	25,48
	SD	*4,65*	*3,73*	*3,37*	*3,62*
Dla odległości	x	25,59	25,4	25,10	–
	SD	*4,74*	*3,44*	*3,32*	
Ubytki termiczne (%)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	13,63	11,8	11,21	12,21
	SD	*1,73*	*2,6*	*2,39*	*2,11*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	13,64	11,27	13,06	12,66
	SD	*2,64*	*0,91*	*2,52*	*1,74*
Dla odległości	x	13,64	11,54	12,13	–
	SD	*2,39*	*2,28*	*2,16*	

Odnotowano wpływ odległości utrzymania kurcząt brojlerów od masztu siłowni na nasycenie barwy (C*) mięśni piersiowych. W grupie ptaków utrzymywanych 500 m od turbiny nasycenie barwy (C*) było niższe o około 6,8% w porównaniu z wynikami uzyskanymi od zwierząt z grupy III. Nie stwierdzono wpływu odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na pozostałe parametry opisujące jakość mięsa.

Tabela 11. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na podstawowe cechy określające barwę mięsa

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Jasność (L*) mięśnia piersiowego					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	55,21	56,74	55,49	55,81
	SD	*1,93*	*2,61*	*1,44*	*1,89*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	56,82	56,36	55,77	56,32
	SD	*1,76*	*1,89*	*1,69*	*1,82*
Dla odległości	x	56,01	56,55	55,63	–
	SD	*1,98*	*2,23*	*1,53*	
Udział czerwieni (a*) mięśnia piersiowego					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	11,43	10,37	11,15	10,98
	SD	*0,46*	*1,43*	*0,64*	*0,87*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	10,14	10,85	11,20	10,73
	SD	*0,89*	*1,29*	*1,21*	*0,96*
Dla odległości	x	10,80	10,61	11,18	–
	SD	*0,95*	*1,35*	*0,94*	
Udział barwy żółtej (b*) mięśnia piersiowego					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	7,88	6,80	7,75	7,48
	SD	*1,33*	*1,02*	*1,42*	*1,12*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	8,12	7,62	8,13	7,96
	SD	*1,43*	*0,97*	*1,25*	*1,31*
Dla odległości	x	7,99	7,21	7,94	–
	SD	*1,35*	*1,06*	*1,32*	
Nasycenie (C*) mięśnia piersiowego					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	13,92	12,48	13,65	13,35
	SD	*0,81*	*0,94*	*0,65*	*0,79*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	13,06	13,30	13,89	13,42
	SD	*0,75*	*1,16*	*1,16*	*1,01*
Dla odległości	x	13,51	12,89a	13,77a	–
	SD	*0,88*	*1,11*	*0,93*	
Ton mięśnia piersiowego					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	34,58	33,51	34,65	34,25
	SD	*4,77*	*6,92*	*5,90*	*5,61*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	36,53	35,19	35,96	35,89
	SD	*6,60*	*4,88*	*5,21*	*5,98*
Dla odległości	x	35,56	34,35	35,3	–
	SD	*5,96*	*5,89*	*5,46*	

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Jasność (L*) mięśnia ud					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	48,77	49,86	50,33	49,65
	SD	*2,25*	*2,11*	*3,29*	*2,89*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	48,24	49,80	50,33	49,46
	SD	*2,54*	*1,65*	*2,44*	*1,76*
Dla odległości	x	48,50	49,83	50,33	–
	SD	*2,45*	*1,84*	*3,18*	
Udział czerwieni (a*) mięśnia ud					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	16,64	16,06	15,50	16,07
	SD	*0,95*	*0,80*	*1,51*	*1,13*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	16,12	15,91	16,83	16,29
	SD	*1,44*	*1,62*	*1,27*	*1,55*
Dla odległości	x	16,39	15,98	16,17	–
	SD	*1,21*	*1,24*	*1,52*	
Udział barwy żółtej (b*) mięśnia ud					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	3,38	3,67	3,91	3,65
	SD	*1,01*	*1,23*	*1,10*	*1,11*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	3,62	3,37	3,23	3,41
	SD	*1,01*	*1,27*	*1,27*	*1,16*
Dla odległości	x	3,5	3,52	3,57	–
	SD	*1,3*	*1,23*	*1,21*	
Nasycenie (C*) mięśnia ud					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	17,01	16,52	16,05	16,53
	SD	*0,98*	*0,72*	*1,17*	*0,99*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	16,60	16,31	17,17	16,69
	SD	*1,26*	*1,56*	*1,36*	*1,44*
Dla odległości	x	16,82	16,41	16,61	–
	SD	*1,12*	*1,19*	*1,36*	
Ton mięśnia ud					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	11,45	12,87	12,44	12,25
	SD	*3,30*	*4,55*	*5,49*	*4,38*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	12,80	12,06	12,74	12,53
	SD	*6,11*	*4,73*	*3,99*	*5,14*
Dla odległości	x	12,11	12,47	12,59	–
	SD	*4,77*	*4,54*	*5,04*	

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Barwniki (ug)					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	15,43	14,28	15,50	15,07
	SD	*2,49*	*3,11*	*2,31*	*2,64*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	13,60	14,89	14,21	14,23
	SD	*2,15*	*3,15*	*2,14*	*2,72*
Dla odległości	x	14,53	14,59	14,86	–
	SD	*2,55*	*3,06*	*2,26*	

Średnie z tą samą literą różnią się istotnie ($p \leq 0,05$).

5.5. SKŁAD CHEMICZNY MIĘSA

Wpływ rodzaju paszy i odległości utrzymania od turbiny wiatrowej na cechy określające skład chemiczny mięsa drobiowego przedstawia tabela nr 12.

Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania ptaków na średnie wartości parametrów opisujących skład chemiczny mięsa.

Nie wykazano wpływu zróżnicowanego żywienia na wskaźniki określające skład chemiczny mięsa drobiowego. Również odległość od siłowni wiatrowej nie wpłynęła na omawiane parametry.

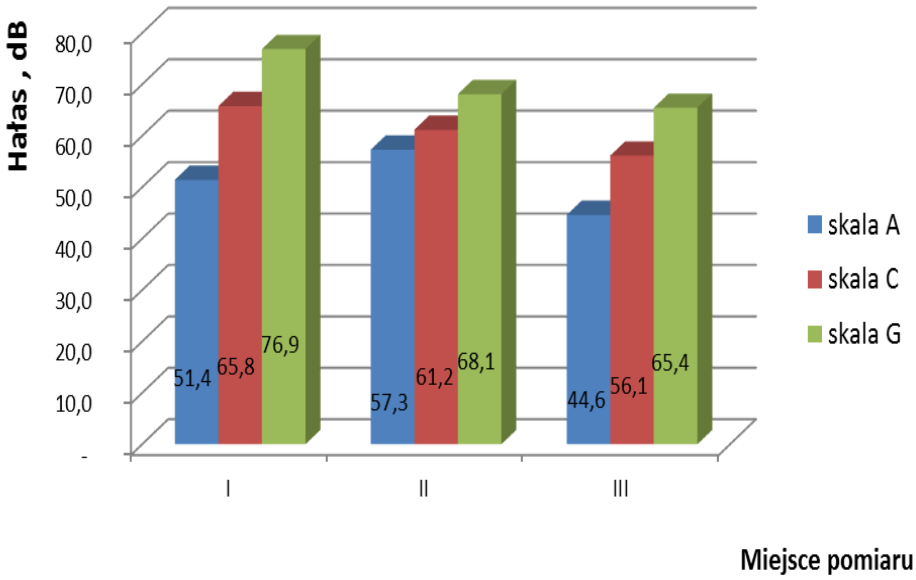
Tabela 12. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na skład chemiczny mięśni piersiowych kurcząt brojlerów [%]

Żywienie		Odległość od siłowni wiatrowej			Dla żywienia
		I	II	III	
Białko ogólne					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	23,06	23,21	23,03	23,1
	SD	*0,77*	*0,44*	*0,97*	*0,69*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	23,31	23,21	23,42	23,31
	SD	*0,61*	*0,41*	*0,97*	*0,76*
Dla odległości	x	23,18	23,21	23,23	–
	SD	*0,69*	*0,41*	*0,78*	
Kolagen					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	0,82	0,93	0,79	0,85
	SD	*0,17*	*0,14*	*0,12*	*0,15*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	0,91	0,82	0,88	0,87
	SD	*0,17*	*0,1*	*0,21*	*0,14*
Dla odległości	x	0,86	0,88	0,83	–
	SD	*0,17*	*0,13*	*0,18*	
Tłuszcz surowy					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	2,4	2,14	2,58	2,37
	SD	*0,25*	*0,33*	*0,67*	*0,41*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	2,24	2,55	2,2	2,33
	SD	*0,39*	*0,46*	*0,28*	*0,38*
Dla odległości	x	2,32	2,34	2,39	–
	SD	*0,33*	*0,44*	*0,54*	
Woda					
Mieszanka bez dodatku ziół	x	74,7	74,83	74,56	74,7
	SD	*0,68*	*0,54*	*0,48*	*0,56*
Mieszanka z dodatkiem ziół	x	74,53	74,49	74,59	74,54
	SD	*0,46*	*0,59*	*0,58*	*0,54*
Dla odległości	x	74,62	74,66	74,58	–
	SD	*0,58*	*0,58*	*0,52*	

5.6. POMIAR HAŁASU

Średnie wartości uzyskane w czasie pomiarów hałasu przedstawiono na rycinie nr 2.

Rycina 2. Wartości średnie pomiarów hałasu uzyskanych w trakcie badań



I stanowisko- odległe od siłowni wiatrowej o 50 m,

II stanowisko- odległe od siłowni wiatrowej o 500 m,

III stanowisko- odległe od siłowni wiatrowej o 1000 m,

skala A- hałas słyszalny, reakcja ucha ludzkiego na dźwięki o niskich poziomach ciśnienia akustycznego,

skala C- krzywa korekcyjna, reakcja ucha ludzkiego na dźwięki o wysokich poziomach ciśnienia akustycznego,

skala G- infradźwięki.

Jak wynika z uzyskanych w trakcie pomiarów średnich wartości hałasu w budynkach, w których były utrzymywane zwierzęta, hałas wraz ze zwiększaniem się odległości od siłowni wiatrowej malał. Analizując poziomy

hałasu w odległościach 50 m i 1000 m, można stwierdzić, że nastąpiła redukcja poziomu hałasu i wyniosła ona 6,8 dB i 11,5 dB, odpowiednio dla hałasu słyszalnego i infradźwiękowego. Należy podkreślić, że wartości te są wielkościami rzeczywistymi otrzymanymi w trakcie powtórzeń w losowo wybrane dni. Porównując uzyskane wartości należy zauważyć, że poziom hałasu infradźwiękowego był wyższy od poziomu hałasu słyszalnego o 25,5 dB na stanowisku nr I, o 10,8 dB na stanowisku nr II i o 20,8 dB na stanowisku nr III.

6. DYSKUSJA

Kurczęta brojlery musi cechować, między innymi, szybkie tempo wzrostu, dobre wykorzystanie paszy oraz duża wydajność rzeźna. Ocena przyżyciowa ptaków, obejmująca określenie masy ciała, wykorzystanie paszy i przeżywalności, jest bardzo ważna dla producentów drobiu. Istotna jest również wydajność poubojowa i dysekcyjna kurcząt oraz ocena technologiczna i sensoryczna mięsa. Wszystkie te wskaźniki decydują o powodzeniu produktu na rynku [Grabowski i Kijowski 2004]. Produkcja brojlerów jest opłacalna, jeśli precyzyjnie zostaną spełnione wszystkie zasady technologii chowu, w tym troska o odpowiednie warunki środowiskowe, umożliwiające utrzymywanie ptaków w dobrostanie i pozbawionych stresu.

Stres w produkcji drobiu może bowiem obniżać osiągane przez zwierzęta wyniki produkcyjne [Mendl 1999] oraz stymulować powstawanie wad mięsa. Błędy w chowie i hodowli drobiu skutkują obniżeniem rentowności produkcji zwierzęcej, dlatego nie dziwi niepokój hodowców, którzy zastanawiają się czy pojawiająca się w sąsiedztwie fermy drobiu nowa turbina i generowany przez nią hałas nie wpłyną na opłacalność utrzymywania kurcząt brojlerów [Marć-Pieńkowska 2015]. W województwie kujawsko-pomorskim pracuje największa ilość siłowni wiatrowych w porównaniu z innymi regionami w Polsce, a w ciągu kilku kolejnych lat planowany jest dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej [Urząd Regulacji Energetyki 2015].

Obecnie brakuje przepisów regulujących dopuszczalną ekspozycję na hałas infradźwiękowy w środowisku. Nie ustalono też norm dotyczących bezpiecznej odległości od masztu turbiny do miejsc utrzymywania zwierząt ze względu na emitowany przez siłownię hałas, zarówno słyszalny, jak i infradźwiękowy.

Jakość klimatu akustycznego w środowisku zależy od rodzaju źródła hałasu, sposobu i charakterystyki zagospodarowania terenu oraz od pory oddziaływania (noc i dzień) [Ingielewicz i Zagubień 2011]. Ocenę zagrożenia hałasem prowadzi się w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz.U. Nr 120 poz. 8., w którym do analizy używa się wartości dopuszczalnych hałasu dla charakterystyki częstotliwościowej A, to jest dla zakresu słyszalnego dźwięku. Zgodnie ze wskazanym aktem prawnym dopuszczalne poziomy hałasu na terenach zabudowy mieszkaniowej wynoszą 50 dB(A) w dzień i 40 dB(A) w nocy. Jak już wspomniano, kwestia hałasu infradźwiękowego w środowisku jest całkowicie pomijana. W Polsce jedynymi istniejącymi kryteriami dotyczącymi hałasu infradźwiękowego są normy na stanowisku pracy. Dopuszczalne narażenie na infradźwięki na stanowisku pracy reguluje szczegółowa norma PN-Z-01338:2010: Akustyka- Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy. Zgodnie z nią poziom równoważny stanowiący kryterium uciążliwości wynosi 102 dB(G) lub 86 dB(G) dla stanowisk wymagających szczególnej koncentracji uwagi, w odniesieniu do 8 godzin czasu pracy (tygodnia pracy). Wartości te jednak nie mogą stanowić podstawy do oceny zagrożenia hałasem infradźwiękowym w środowisku.

Nie ma jednoznacznego stanowiska co do wpływu hałasu wynikającego z pracy turbin na komfort oraz zdrowie człowieka i zwierząt. Natężenie hałasu emitowanego przez siłownię wiatrową zależy od jej modelu, mocy i wieku, ukształtowania terenu, a także od prędkości i kierunku wiatru.

Wyniki zrealizowanego doświadczenia pozwoliły stwierdzić, że w bezpośredniej bliskości turbiny (50 m) hałas słyszalny wynosił 51,4 dB(A), a hałas infradźwiękowy- 76,9 dB(G). Hałas malał wraz ze zwiększającą się odległością od siłowni i 1000 m od masztu osiągnął wartość 44,6 dB(A) w przypadku hałasu słyszalnego i 65,4 dB(G) w przypadku hałasu

infradźwiękowego. Wyjątkowo poziom hałasu słyszalnego w miejscu oddalonym od turbiny o 500 m był wyższy niż przy siłowni wiatrowej (50 m) i wynosił 57,3 dB(A).

Uzyskany rezultat dla hałasu infradźwiękowego w odległości 500 m od masztu turbiny był niższy od wyników otrzymanych przez innych autorów, badających również obiekt firmy Vestas o mocy elektrycznej 2 MW [Ingielewicz i Zagubień 2004; Ingielewicz i Zagubień 2013]. Wartość hałasu słyszalnego otrzymana w doświadczeniu własnym na stanowisku odległym o 50 m od turbiny była niższa, a na stanowisku odległym o 500 m od siłowni była wyższa od wartości przedstawionych przez Ingielewicza i Zagubnia [2004]. Niższe poziomy hałasu słyszalnego, zarówno w przypadku punktu usytuowanego w odległości 50 m, jak i 500 m, uzyskali Golec i wsp. [2006]. Autorzy ci uznali, że oceniana turbina wiatrowa, nie stanowiła zagrożenia hałasowego dla środowiska, gdyż poziomy dźwięku A nie przekraczały dopuszczalnych wartości nawet dla pory nocnej.

Na podstawie wyników uzyskanych w badaniu własnym należy stwierdzić, że poddany analizie obiekt może stanowić takie zagrożenie. Wartości hałasu słyszalnego na stanowiskach badawczych, umieszczonych w odległości 50 m i 500 m, przekraczały dopuszczalne normy hałasu dla charakterystyki częstotliwościowej A, zarówno w ciągu dnia, jak i w porze nocnej. Poziom hałasu słyszalnego w punkcie oddalonym o 1000 m od masztu turbiny mieścił się w granicach wyznaczonych dla pory dziennej. Wydaje się zatem, że w przypadku rozpatrywanego urządzenia odległość 1000 m powinna być minimalnym dystansem dzielącym siłownię od budynków mieszkalnych. Rezultatów dotyczących hałasu infradźwiękowego nie można odnieść do wartości referencyjnych, ze względu na ich brak.

Dodatkowo należy zaznaczyć, że uzyskane w doświadczeniu własnym średnie wartości hałasu są prawdziwe tylko dla analizowanego obiektu badań.

Szeroka gama uwarunkowań, takich jak prędkość wiatru, ciśnienie, szorstkość i ukształtowanie terenu, uniemożliwia bezpośrednie przeniesienie wyników na inne obiekty. Uzyskane rezultaty pozwalają jednak na wyznaczenie panujących trendów.

Hałas w produkcji drobiu może być czynnikiem stresogennym. Obecnie zwraca się coraz większą uwagę na możliwości wykorzystania ziół w łagodzeniu reakcji na stres [Wójcik 2007]. Aby odpowiedzieć na pytanie, czy zastosowana w doświadczeniu własnym mieszanka ziół wykazała działanie uspokajające, należy najpierw udowodnić, że badane ptaki były poddane oddziaływaniu przewlekłego stresu. Ocena poziomu stresu u kurcząt została wykonana na podstawie obiektywnych parametrów, takich jak stężenie kortykosteronu, cholesterolu i glukozy oraz stosunku heterofilii do limfocytów.

W zrealizowanym doświadczeniu wykazano wpływ odległości od siłowni wiatrowej i generowanego przez nią hałasu na stężenie kortykosteronu we krwi kurcząt w 42 dniu ich życia, jednak wszystkie uzyskane rezultaty mieściły się w ustalonych dla brojlerów wartościach referencyjnych, które wynoszą od 0,5 do 2,6 ng $\cdot$ mL^{-1} [Whittow 1999]. Zatem, na podstawie wyników dotyczących stężenia kortykosteronu we krwi badanych osobników, można stwierdzić, iż długotrwałe narażenie ptaków na hałas generowany przez siłownię wiatrową nie było dla nich źródłem stresu. Również McFarlane i Curtis [1989] nie odnotowali, by ciągły hałas oddziaływał stresogennie na kurczęta rzeźne (brak wpływu hałasu na stężenie kortykosteronu we krwi). Natomiast rezultaty otrzymane przez Chloupka i wsp. [2009] sugerują, że, w przeciwieństwie do przewlekłej, krótkotrwała 10-minutowa ekspozycja na ostry hałas (na poziomie 80 dB i 100 dB) może wiązać się ze zwiększeniem stężenia kortykosteronu we krwi badanych brojlerów.

U ptaków kortykosteron jest hormonalnym mediatorem reakcji stresowej w ustroju [Müller i wsp. 2011], a jego stężenie we krwi gwałtownie rośnie bezpośrednio po 2-3 minutach od chwili schwytania osobnika [Romero i Reed 2005]. W związku z tym pojawić się mogą trudności z ustaleniem podstawowego stężenia kortykosteronu we krwi badanych zwierząt. Ponieważ wzrostowi stężenia kortykosteronu w organizmie może towarzyszyć wzrost stosunku H:L [Post i wsp. 2003], a ten jest efektem wcześniejszego podwyższenia stężenia kortykosteronu w odpowiedzi na czynnik stresowy, uznaje się, że proporcja H:L u ptaków jest bardziej wiarygodnym i czułym wskaźnikiem oceniającym poziom stresu [Maxwell 1993]. Jednak, by uzyskać pełen obraz reakcji stresowej u ptaków należy interpretować relację kortykosteron-stosunek H:L [Müller i wsp. 2011].

W odpowiedzi na chroniczny stres u kręgowców zmienia się liczba leukocytów we krwi. U ptaków najbardziej licznymi leukocytami są heterofile i limfocyty [Davis i wsp. 2008]. W sytuacjach narażenia zwierząt na stres liczba heterofilii rośnie, a liczba limfocytów maleje [Maxwell 1993; Maxwell i Robertson 1998], wobec czego wartość stosunku H:L wzrasta [Campbell 1995]. Jak podają Gross i Siegel [1983], poziom stresu ptaków jest niski, gdy wartość stosunku H:L mieści się w przedziale od 0,2 do 0,5; optymalny, gdy utrzymuje się w granicach 0,5 do 0,8 i wysoki, gdy stosunek H:L przyjmuje wartość powyżej 0,8.

W badaniu własnym u 21 i 35-dniowych brojlerów nie odnotowano średnich wartości stosunku H:L powyżej 0,8, dlatego należy uważać, że hałas wynikający z sąsiedztwa siłowni wiatrowej podczas pierwszych 5 tygodni odchowu nie był źródłem stresu dla ptaków. W 42 dniu życia zwierząt wartość proporcji H:L była wyższa niż w dwóch pierwszych terminach pobrania prób i wskazywała na wysoki poziom stresu u badanych ptaków. Jednak uzyskane wartości stosunku H:L były zbliżone u kurcząt utrzymywanych we wszystkich

trzech odległościach od masztu turbiny, a zatem nie pozwoliły, by stwierdzić, że wzrost wartości omawianego wskaźnika związany był z malejącym dystansem pomiędzy siłownią wiatrową a miejscem przebywania drobiu.

Wyniki eksperymentów innych badaczy, dotyczące wpływu hałasu słyszalnego na poziom stresu u kurcząt rzeźnych, określony na podstawie wartości proporcji H:L, dają sprzeczne wnioski. Według Lazarevića i wsp. [2000] hałas w produkcji drobiu jest źródłem stresu dla zwierząt. Autorzy ci wykazali, że narażenie ptaków na długotrwałe oddziaływanie hałasu skutkuje zwiększeniem wartości stosunku H:L we krwi. Natomiast w badaniu McFarlane'a i Curtisa [1989] ciągły hałas (na poziomie 80 dB i 95 dB) nie spowodował wzrostu ani wartości stosunku H:L ani stężenia kortykosteronu we krwi brojlerów kurzych.

Według Puvadolpirod i Thaxton [2000 a] podczas stresu we krwi ptaków wzrasta również stężenie glukozy i cholesterolu. Zmiany w wartościach tych wskaźników biochemicznych mogą wynikać z zakłócenia homeostazy, bowiem czynnik stresogenny powoduje między innymi zaburzenia metabolizmu lipidów i węglowodanów [Krasnodębska-Depta i Koncicki 2002].

Dla brojlerów wartości referencyjne dotyczące stężenia cholesterolu wynoszą od 87 do 192 mg · dL^{-1} [Meluzzi i wsp. 1992]. Wzrost stężenia omawianego parametru, powyżej przedstawionej normy, może być obserwowany u ptaków, między innymi, na skutek stresu [Puvadolpirod i Thaxton 2000 a], a hipercholesterolemia jest istotnym czynnikiem ryzyka wystąpienia chorób układu sercowo-naczyniowego [Szczeklik 2005]. Nie stwierdzono wpływu odległości od siłowni wiatrowej na stężenie cholesterolu w żadnym terminie pobierania krwi. Ponadto wszystkie wyniki dotyczące ocenianego wskaźnika mieściły się w normie określonej dla kurcząt rzeźnych. Trudno jest odnieść uzyskane rezultaty do wyników innych autorów, ponieważ wykonane eksperymenty, dotyczące wpływu hałasu na stężenie cholesterolu we

krwi kurcząt brojlerów, różniły się pod względem zastosowanego czynnika doświadczalnego [Chloupek i wsp. 2009].

U zestresowanego ptaka następuje szybkie uwolnienie glukozy do krwi, powodujące wyczerpanie glikogenu, przechowywanego jako rezerwa energii w wątrobie i mięśniach. Wzrost stężenia glukozy w odpowiedzi na czynnik stresogenny jest związany ze zwiększonym wydzielaniem glikokortyko-steroidów [Freeman 1971], bowiem hormony te wykazują działanie antagonistyczne w stosunku do insuliny i odgrywają istotną rolę w regulacji homeostazy metabolizmu glukozy [Pisarczyk-Wiza i wsp. 2014]. Zgodnie z Clinical Diagnostic Division [1990] stężenie glukozy u brojlerów powinno mieścić się w granicach od 197 do 299 mg · dL^{-1}. W badaniu własnym odnotowano wpływ odległości od siłowni wiatrowej i generowanego przez nią hałasu na stężenie glukozy we krwi w 42 dniu życia zwierząt. Pomimo wykazania istotnych różnic pomiędzy grupami, należy stwierdzić, iż wszystkie rezultaty dotyczące stężenia glukozy we krwi mieściły się w normie określonej dla kurcząt rzeźnych. Uzyskanych wyników nie można porównać z rezultatami innych autorów, ponieważ w doświadczeniach dotyczących wpływu hałasu na stężenie glukozy we krwi brojlerów, badacze zastosowali ostry, 10-minutowy hałas [Chloupek i wsp. 2009].

Na podstawie analizy parametrów krwi nie wykazano, by hałas generowany przez siłownię wiatrową był źródłem stresu dla ptaków poddanych eksperymentowi. Zastosowanie wybranych wskaźników krwi, do określenia procesów stresowych u drobiu, nie budzi kontrowersji w przypadku ostrej stymulacji. W badaniu własnym, w sytuacji narażenia kurcząt na przewlekły hałas, mogła nastąpić adaptacja zwierząt do niekorzystnych czynników, co mogło spowodować, że ewentualne zmiany w obrazie krwi nie zostały wychwycone i nie pozwoliło potwierdzić hipotezy o stresogennym wpływie hałasu emitowanego przez siłownię wiatrową. Podobnie, zasadność

zastosowania wskaźników, takich jak stężenie kortykosteronu czy stosunku heterofilii do limfocytów, w przypadku badań nad wpływem hałasu chronicznego u brojlerów kurzych, podważyli McFarlane i Curtis [1989].

Uznaje się, że niektóre zioła i ekstrakty z nich uzyskane mogą wykazywać działanie uspokajające i mogą łagodzić fizjologiczną reakcję organizmu na stres, wynikający z niekorzystnych warunków utrzymania [Lee i wsp. 2003; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2013]. Trudno jest mówić o antystresowym działaniu zastosowanej w badaniu własnym mieszanki ziół, ponieważ na podstawie analizy parametrów krwi nie wykazano, by hałas generowany przez siłownię wiatrową był źródłem stresu dla ptaków poddanych eksperymentowi. Wyniki dotyczące stosunku H:L w 42 dniu życia kurcząt, mogą sugerować, że zwierzęta były zestresowane, jednak pozostałe parametry mieściły się w wyznaczonych granicach wartości referencyjnych. W analizowanym przypadku nie wykazano korzystnego- obniżającego ów stosunek wpływu badanej mieszanki ziół. Uspokajające właściwości zastosowanej mieszanki ziołowej u brojlerów poddanych stresowi transportowemu wykazali natomiast Wójcik i wsp. [2011 c]. Na podstawie odnotowanego obniżenia wartości stosunku H:L u ptaków, którym podawano fitopreparat, o zbliżonym składzie do mieszanki zastosowanej w badaniu własnym, stwierdzono osłaniający wpływ opisanego fitopreparatu na obciążenie zwierząt transportowanych na różne odległości. W cytowanej pracy zauważono również tendencję do obniżania się stężenia kortykosteronu u kurcząt, które żywione były paszą wzbogaconą w zioła. W doświadczeniu własnym u 21-dniowych ptaków wyższe stężenie kortykosteronu we krwi wykazano u osobników karmionych mieszanką z dodatkiem ziół.

Według Majewskiej i wsp. [2007] dodatki ziołowe mogą obniżać stężenie cholesterolu we krwi i w ten sposób wpływać na dobrostan ptaków. Zmniejszenie stężenia cholesterolu związane jest z hamowaniem aktywności

enzymu wątrobowego (reduktazy HMG-CoA) przez związki chemiczne zawarte w olejkach eterycznych występujących w roślinach [Bölükbasi i wsp. 2008; Lee i wsp. 2003]. Zastosowana w badaniu własnym mieszanka ziół nie wywołała efektu hipocholesterolemicznego. Podobnie Wójcik i wsp. [2011 c] nie odnotowali wpływu mieszanki ziół, o zbliżonym składzie do mieszanki zastosowanej w badaniu własnym, na stężenie omawianego wskaźnika we krwi brojlerów.

Wydaje się, że w łagodzeniu stresu u drobiu, oprócz ziół o właściwościach uspokajających oraz tych o działaniu obniżającym stężenie cholesterolu we krwi, można zastosować również zioła wywołujące efekt hipoglikemiczny. Samochowiec [2002] podaje, że pokrzywa zwyczajna i szałwia lekarska mogą obniżać stężenie glukozy we krwi. Jednak w eksperymencie własnym zastosowanie mieszanki ziół nie wiązało się ze zmniejszeniem stężenia tego cukru we krwi. Brzóska i wsp. [2010] odnotowali natomiast wzrost stężenia glukozy we krwi ptaków otrzymujących dodatek mieszanki ziół, zadawany w obecności mannooligosacharydów i kwasu fumarowego, w stosunku do wyników uzyskanych od zwierząt z grupy kontrolnej.

W badaniu własnym stwierdzono wpływ zróżnicowanego żywienia oraz miejsca utrzymania zwierząt na wartość stosunku H:L, stężenie kortykosteronu, glukozy oraz cholesterolu we krwi kurcząt brojlerów. Jednak pomimo różnic pojawiających się pomiędzy grupami, w żadnej z podgrup nie odnotowano odchyleń od przyjętych dla brojlerów kurzych wartości referencyjnych, z wyjątkiem stosunku H:L podczas trzeciego pomiaru. Jak już wspomniano, nie wykazano zależności, które pozwoliłyby jednoznacznie wskazać, że zastosowana mieszanka ziół prowadzi do obniżenia stężeń analizowanych parametrów.

Chów kurcząt brojlerów może być efektywnie realizowany, zarówno w gospodarstwach małych, ekologicznych, jak i w wielkotowarowych. W intensywnej produkcji brojlerów kurzych, jednym z jej głównych celów jest zysk hodowcy. Produkcja drobiu rzeźnego jest opłacalna, jeśli precyzyjnie zostaną spełnione wszystkie zasady technologii chowu. W tym celu należy ograniczyć ptakom narażenie na stres oraz zapewnić zwierzętom odpowiednie warunki utrzymania, w tym właściwe żywienie. Zaniedbania w tym zakresie prowadzą do strat z powodu słabego wykorzystania paszy oraz do upadków. Osiągnięcie jak najlepszych efektów produkcyjnych, tak istotnych w produkcji drobiarskiej, jest możliwe dzięki uzyskaniu dobrej końcowej masy ciała ptaków, utrzymaniu szybkiego tempa ich wzrostu, dobremu wykorzystaniu paszy przez rosnące kurczęta, a także dzięki wysokiej przeżywalności zwierząt. Odchów brojlerów kurzych jest krótki, z reguły trwa 42 dni. Do tego czasu ptaki powinny osiągnąć masę ciała na poziomie 2,5 kg. O efektywności produkcji drobiarskiej decyduje ostatecznie ilość zużytej paszy na jednostkę wyprodukowanego żywca.

Stres w odchowie brojlerów wpływa negatywnie na osiągane przez ptaki wyniki produkcyjne. Wzmożona reakcja stresowa u kurcząt prowadzi do obniżenia tolerancji na czynniki środowiska zewnętrznego. W efekcie u ptaków notuje się utratę masy ciała i/lub zwiększoną śmiertelność. Dodatkowo stres ogranicza wykorzystanie zasobów, głównie białka i energii, powodując spowolnienie tempa wzrostu [Pijarska i wsp. 2006]. Zatem zwierzęta narażone na stres są mniej żywotne, gorzej wykorzystują pasze i wolniej przyrastają. W badaniu własnym stwierdzono, że odległość od siłowni wiatrowej oraz narażenie ptaków na zróżnicowane natężenie hałasu wpłynęło na końcową masę ciała, przyrosty masy ciała oraz na wykorzystanie paszy (zużycie paszy na jednostkę przyrostu) przez kurczęta brojlery.

Kurczęta utrzymywane w odległości 1000 m od masztu turbiny uzyskały wyższą o 9,9% końcową masę ciała w porównaniu z ptakami z grupy I i o 8,3% w porównaniu z osobnikami z grupy II oraz odpowiednio wyższe o 10% i 8,4% przyrosty masy ciała. U ptaków umieszczonych w odległościach 50 m i 500 m od siłowni wiatrowej odnotowano wzrost wskaźnika wykorzystania paszy odpowiednio o 12,9% oraz 16,1% w porównaniu z osobnikami pozostającymi w odległości 1000 m od turbiny.

Zwierzęta ze wszystkich badanych grup, wyznaczonych ze względu na odległość od siłowni, osiągnęły satysfakcjonujące końcowe masy ciała. Uzyskane średnie masy ciała były znacznie wyższe od wyników literaturowych dotyczących kurcząt Ross 308 [Biesiada-Drzazga i wsp. 2011; Gornowicz i wsp. 2009; Kokoszyński i Bernacki 2008; Skomorucha i wsp. 2011; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2014]. Również otrzymane w badaniu własnym rezultaty dotyczące wartości wskaźnika FCR, opisującego wykorzystanie paszy przez badane zwierzęta, były zadowalające i niższe od spotykanych w literaturze [Skomorucha i wsp. 2009; Skomorucha i wsp. 2011; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2014].

Badania obrazujące wpływ hałasu na wyniki produkcyjne osiągane przez kurczęta brojlery są rzadkością. McFarlane i wsp. [1989] zbadali wpływ ciągłego hałasu (na poziomie 80 dB(A) i 95 dB(A)) na masę ciała ptaków i spożycie paszy. Autorzy stwierdzili brak wpływu długotrwałego narażenia zwierząt na hałas słyszalny na analizowane wskaźniki. Natomiast jedyne prace, dotyczące wpływu siłowni wiatrowej jako źródła hałasu, opisywały rezultaty produkcyjne uzyskane przez gęsi domowe i trzodę chlewną. Mikołajczak i wsp. [2013 a; 2014 a] odnotowali negatywny wpływ bliskości turbiny na uzyskiwane przez zwierzęta masy ciała. Osobniki utrzymywane bliżej (50 m) siłowni wiatrowej uzyskały o około 10% i 14% niższą masę ciała, odpowiednio u gęsi i świń, w porównaniu ze zwierzętami bytującymi 500 m od masztu turbiny.

Stres zależnie od nasilenia, zwłaszcza u młodych zwierząt, może powodować mało uchwytne zmiany fizjologiczne i patomorfologiczne, które mogą wpływać na obniżenie ogólnej kondycji oraz odporności ustroju i przez to powodować podwyższenie wartości wskaźnika śmiertelności [Armario i wsp. 1986]. Choć nie wykazano wpływu odległości od siłowni wiatrowej na wskaźnik przeżywalności badanych ptaków, to jednak obliczona wartość tego parametru dla osobników objętych doświadczeniem, która mieściła się w przedziale od 77,1% (grupa III) do 83,3% (grupa II) i była znacznie niższa od wartości przedstawionych w innych pracach [Skomorucha i wsp. 2009; Skomorucha i wsp. 2011; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2014], sugeruje, że kurczęta mogły być narażone na niekorzystne warunki.

Do standardowych wskaźników przyżyciowych, wpływających na opłacalność produkcji drobiarskiej, zalicza się wykorzystanie paszy, przeżywalność zwierząt, masę ciała przed ubojem i długość odchowu. Parametry te pozwalają na obliczenie wartości EWW. W doświadczeniu własnym EWW rósł wraz ze zwiększaniem się dystansu dzielącego maszt turbiny od miejsca przebywania brojlerów i kształtował się na poziomie od 317 punktów (grupa I) do 375 punktów (grupa III). Uzyskane od ptaków z grup I i II wartości EWW są satysfakcjonujące i porównywalne z literaturowymi [Marcu i wsp. 2013; Michalczuk i Bogdańska 2012], a w przypadku zwierząt z grupy III EWW przyjął nawet wyższą wartość od tych w cytowanych pracach.

Windisch i wsp. [2008] podają, że poprawę efektów produkcyjnych można uzyskać dzięki wprowadzeniu do żywienia kurcząt rzeźnych fitogenicznych dodatków paszowych. Jednoznaczne potwierdzenie pozytywnego wpływu ziół na wyniki produkcyjne osiągane przez ptaki jest problematyczne, ponieważ uzyskane w tym zakresie rezultaty są często sprzeczne ze sobą. Istnieją prace wskazujące na korzystny wpływ suplementacji ziołami na masę ciała i wykorzystanie paszy przez brojlery [Çabuk i wsp. 2006;

Kwiecień i wsp. 2006; Kwiecień i Winiarska-Mieczan 2009], ale i takie, które temu zaprzeczają [Brzóska i wsp. 2010; Fritz i wsp. 1992].

W badaniu własnym nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej na wyniki produkcyjne uzyskane przez kurczęta brojlery. Zauważono jednak, że średnie zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała, średnie końcowe masy ciała, średnie przyrosty masy ciała oraz średnie wartości EWW były lepsze u osobników żywionych mieszanką z ziołami w porównaniu ze zwierzętami otrzymującymi dawkę bez dodatku ziół.

W grupach, w których ptaki żywione były mieszanką wzbogaconą w dodatek ziół, średnia masa ciała kształtowała się na poziomie od 2,85 kg do 3,24 kg. Inni naukowcy [Alçiçek i wsp. 2004; Brzóska i wsp. 2010; Kwiecień i Winiarska-Mieczan 2009; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2014] uzyskali niższe średnie masy ciała u kurcząt rzeźnych otrzymujących diety suplementowane dodatkiem ziół. Wskaźnik wykorzystania paszy, przyjmujący w omawianych podgrupach wartości od 1,5 kg paszy na 1 kg przyrostu masy ciała do 1,80 kg paszy na 1 kg przyrostu masy ciała, był niższy w porównaniu z wynikami przedstawionymi przez Alçiçek i wsp. [2004] oraz Brzóskę i wsp. [2010], ale wyższy od uzyskanego przez kurczęta brojlery w doświadczeniu Skomoruchy i Sosnówki-Czajki [2014 b]. Przeżywalność ptaków z grup żywionych mieszanką paszową z ziołami mieściła się w przedziale od 79,2% do 83,3% i była dużo niższa od opisanej przez innych autorów [Alçiçek i wsp. 2004; Brzóska i wsp. 2010; Skomorucha i Sosnówka-Czajka 2014]. Obliczony EWW przyjmował w omawianych podgrupach wartości od 314 (grupa II) do 407 punktów (grupa III). Uzyskane wyniki produkcyjne od kurcząt brojlerów otrzymujących dawkę paszową wzbogaconą w dodatek ziół były satysfakcjonujące.

Odnotowano wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania ptaków na końcową masę ciała, przyrosty

masy ciała w trakcie całego doświadczenia, spożycie paszy oraz na wykorzystanie paszy przez rosnące zwierzęta. Kurczęta brojlery utrzymywane bliżej turbiny wiatrowej (w odległości 50 m), otrzymujące dawkę pokarmową wzbogaconą w dodatek ziół, osiągnęły wyższą o 12% końcową masę ciała, wyższe o 12,2% przyrosty masy ciała w trakcie całego doświadczenia oraz niższe o 18,8% zużycie paszy na jednostkę przyrostu w porównaniu z brojlerami żywionymi mieszanką standardową. Można zatem stwierdzić, że w przypadku ptaków z grupy I, zastosowana mieszanka ziołowa dała możliwość poprawy końcowej masy ciała, przyrostów masy ciała oraz wskaźnika wykorzystania paszy u kurcząt rzeźnych. Korzystny wpływ dodatku preparatów ziołowych do diety drobiu na ich masę ciała może wynikać z antybakteryjnego działania olejków eterycznych, które przyczyniają się do poprawy flory bakteryjnej w przewodzie pokarmowym i tym samym do zwiększenia produkcji enzymów trawiennych i poprawy jakości trawienia [Hippenstiel i wsp. 2011], bądź może być związany z ingerencją substancji czynnych zawartych w ziołach w procesy trawienia oraz w absorpcję składników pokarmowych [Mathlouthi i wsp. 2012].

Podobnie, o pozytywnym wpływie dodatku ziół na końcową masę ciała i wskaźnik wykorzystania paszy obliczony dla objętych doświadczeniem brojlerów, donieśli Alçiçek i wsp. [2004] oraz Skomorucha i Sosnówka-Czajka [2014]. Ponadto Kwiecień i Winiarska-Mieczan [2009] wykazały, że zioła, takie jak melisa lekarska i pokrzywa zwyczajna, stosowane pojedynczo w ilości 2% dawki, spowodowały zwiększenie masy ciała u badanych kurcząt Ross 308.

Natomiast inne wykonane doświadczenia, dotyczące wpływu dodatku mieszanki ziół do paszy na osiągane przez brojlery wyniki produkcyjne, dają sprzeczne wyniki. Fritz i wsp. [1992] wykazali, że mieszanka ziół nie miała istotnego wpływu na tempo wzrostu i końcową masę ciała kurcząt brojlerów, ale w grupach ptaków, które były nią żywione wzrosła śmiertelność zwierząt

w porównaniu do grupy otrzymującej antybiotyk. W eksperymencie Brzóski i wsp. [2010] stwierdzono brak wpływu zastosowanej mieszanki ziołowej, podawanej kurczętom w obecności prebiotyku i kwasu fumarowego, na końcową masę ciała, spożycie paszy i wskaźnik jej wykorzystania, jednak zauważono spadek śmiertelności u osobników otrzymujących dodatek ziół w porównaniu z brojlerami z grupy kontrolnej. Brak oczekiwanego korzystnego wpływu zastosowanych ziół na przyrosty masy ciała, spożycie paszy oraz wskaźnik określający jej wykorzystanie wykazali również Basmacıoğlu i wsp. [2004].

Celem utrzymania rentowności produkcji kurczęta brojlery są przeważnie ubijane po 6 tygodniach odchowu. Jest to głównie związane z osiągnięciem przez ptaki satysfakcjonującej masy ciała, odpowiednim rozmiarem mięśni piersiowych, niższym zużyciem paszy na jednostkę przyrostu oraz z dojrzałością opierzenia [Kokoszyński i Bernacki 2008]. Jednym z czynników decydujących o opłacalności produkcji zwierzęcej jest wydajność rzeźna. Na wartość wskaźnika wydajności rzeźnej wpływają, między innymi, warunki bytowania. Ponadto zaobserwowano, iż na wydajność rzeźną oddziałuje także stres, na przykład transportowy [Doktor 2007]. W doświadczeniu własnym odnotowano wpływ odległości od siłowni wiatrowej i narażenia zwierząt na hałas emitowany przez turbinę na masę tuszki patroszonej z szyją. Wyższą masę tuszki uzyskały ptaki utrzymywane 1000 m od siłowni wiatrowej w porównaniu do osobników umieszczonych 50 m od masztu turbiny. Nie stwierdzono jednak wpływu bliskości siłowni wiatrowej na pozostałe oceniane wskaźniki dotyczące analizy rzeźnej. Wydajność rzeźna przyjmowała wartości w zakresie od 71% do 75%, co odpowiadało wynikom uzyskanym przez innych badaczy [Biesiada-Drzazga i wsp. 2011; Gornowicz i wsp. 2009; Kokoszyński i Bernacki 2008].

Kurczęta brojlery to ptaki cechujące się dobrym umięśnieniem i niską zawartością tłuszczu. Dzięki temu mięso drobiowe jest chętnie nabywane przez współczesnych konsumentów oczekujących produktu lekkostrawnego i dietetycznego. Tkanka mięśniowa to najbardziej wartościowa tkanka, wchodząca w skład tuszki. U drobiu na masę mięśni w tuszce wpływa głównie masa mięśni piersiowych oraz mięśni nóg [Wilkanowska 2013]. Umięśnienie badanych tuszek kształtowało się na poziomie 43,05-44,1% i było większe od opisanego przez Kokoszyńskiego i Bernackiego [2008], ale mniejsze od uzyskanego przez Biesiadę-Drzazgę i wsp. [2011].

Jak wspomniano, tuszki kurcząt brojlerów charakteryzują się stosunkowo niskim otłuszczeniem. Tłuszcz deponowany w ciele ptaków zlokalizowany jest jako tłuszcz sadełkowy, tłuszcz okolic mięśnia krawieckiego (udowy), okolic szyi oraz tłuszcz krezkowy. U kurcząt brojlerów tłuszcz jest magazynowany głównie w postaci tłuszczu sadełkowego [Wilkanowska 2013]. Otłuszczenie ocenianych tuszek przyjmowało wartości od 9,03% do 9,75% i było mniejsze od uzyskanego u kurcząt Ross 308 przez Biesiadę-Drzazgę i wsp. [2011], Gornowicz i wsp. [2009] oraz Kokoszyńskiego i Bernackiego [2008]. W badaniu własnym największym otłuszczeniem charakteryzowały się tuszki ptaków z grupy III. Zwierzęta te uzyskały jednocześnie najwyższą końcową masę ciała, co potwierdza pogląd, że osiągnięcie przez ptaki wyższej masy ciała może wiązać się ze zwiększonym udziałem skór i tłuszczu sadełkowego w masie tuszki. U osobników z tej grupy wykazano jednak najwyższą masę mięśni piersiowych.

Powyższe wyniki dotyczące analizy rzeźnej pozwalają scharakteryzować mięso uzyskane od kurcząt brojlerów ze wszystkich badanych grup jako produkt dobrej jakości, pożądany z punktu widzenia dzisiejszego konsumenta.

Na wartość wskaźnika wydajności rzeźnej może mieć wpływ także żywienie zwierząt [Wilkanowska 2013]. W doświadczeniu własnym nie

odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt brojlerów na parametry opisujące analizę rzeźną. Brzóska i wsp. [2010] wykazali natomiast, że zastosowanie mieszanki ziół, w obecności mannooligosacharydów i kwasu fumarowego, zwiększa masę tuszki kurcząt rzeźnych. Najwyższą wydajność rzeźną w badaniu własnym stwierdzono u zwierząt z grupy II, otrzymujących mieszankę paszową bez dodatku ziół. Odmienne rezultaty uzyskali Alçiçek i wsp. [2004].

Ponadto, w doświadczeniu własnym wykazano wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt rzeźnych oraz miejsca utrzymania ptaków na masę tuszki patroszonej z szyją. Choć statystycznie nie potwierdzono zależności pomiędzy dodatkiem ziół do dawki pokarmowej kurcząt brojlerów i odległością od siłowni wiatrowej a udziałem otrzymanych podczas rozbioru elementów tuszek, to jednak można zauważyć, że we wszystkich 3 badanych grupach, ustalonych ze względu na odległość od masztu turbiny, udział mięśni piersiowych był większy, a udział skór i tłuszczu sadełkowego był mniejszy w grupach żywionych mieszanką bez ziół w porównaniu do grup otrzymujących dodatek mieszanki ziołowej. Podobną tendencję odnotowali Brzóska i wsp. [2010]. Również Czaja i Gornowicz [2004] wykazali, że wprowadzenie mieszanki ziół do diety brojlerów kurzych może skutkować zwiększeniem zawartości tłuszczu w tuszce.

Mięso drobiowe ze względu na krótki cykl produkcyjny i związane z tym niższe koszty produkcji, w porównaniu z mięsem dużych zwierząt rzeźnych, staje się coraz bardziej popularne [Cytawa 1999]. Ponieważ dynamika wzrostu konsumpcji mięsa drobiowego jest duża [Słowiński 2009], z ekonomicznego punktu widzenia jest bardzo ważnym, by ograniczyć ilość mięsa z wadami wywoływanymi czynnikami stresowymi. Oddziaływanie stresorów na organizm ptaków może bowiem prowadzić do pogorszenia jakości mięsa poprzez

stymulowanie jego wad [Połtowicz 1998]. Stres, na przykład przedubojowy, wpływa na wartość pH mięsa [Połtowicz 2000]. Ekspozycja ptaków na stres może powodować niedokrwienie mięśnia piersiowego, co prowadzi do szybkiego spadku pH w wyniku pobudzenia metabolizmu glikolitycznego [Ali i wsp. 1999]. Stres krótkotrwały przyspiesza pośmiertną glikolizę, a przewlekły sprzyja wyczerpywaniu się zapasów glikogenu; w konsekwencji obserwuje się zmiany wartości pH i powstawanie odpowiednio wad PSE i DFD [Wójcik i wsp. 2011 a]. Wartość pH jest podstawowym determinantem jakości mięsa. Kształtuje w dużym stopniu jego wodochłonność, wyciek termiczny, barwę czy kruchość [Połtowicz 2000]. Opracowany podział mięsa drobiowego badanego bezpośrednio po uboju pozwala zakwalifikować produkt o pH mieszczącym się w przedziale od 5,9 do 6,2 jako mięso normalne, natomiast mięso o pH<5,7 jako wadliwe typu PSE, a mięso o pH>6,4 jako wadliwe typu DFD [Niewiarowicz 1978]. Wraz z upływającym czasem, w wyniku beztlenowego metabolizmu glikogenu do kwasu mlekowego, pH mięsa spada. Generalnie przyjmuje się, że końcowe pH mięsa normalnego wynosi 5,3-5,7 [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2004]. W doświadczeniu własnym na podstawie wartości pH_k w żadnej z badanych grup nie stwierdzono mięsa z objawami DFD lub PSE. Uzyskane wyniki są nieco niższe w porównaniu z rezultatami otrzymanymi przez Gornowicz i wsp. [2009] oraz w porównaniu z wynikami opublikowanymi przez Wójcik i wsp. [2011 a], dotyczącymi wpływu stresu związanego z długością obrotu przedubojowego na jakość mięsa kurcząt.

Wartość pH ma duży wpływ na wodochłonność mięsa, rozumianą jako zdolność utrzymywania wody własnej przez mięso, a także zdolność do wchłaniania wody dodanej podczas procesu technologicznego. WHC mięsa jest ważnym wskaźnikiem jego wartości przerobowej [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2004]. W doświadczeniu własnym wartości średnie wodochłonności, wyrażone w procentach wody luźnej, nie różniły się istotnie w grupach objętych badaniem. Wyższą zawartość wody wolnej, czyli niższą wodochłonność,

w porównaniu do wyników w eksperymencie własnym, odnotowano w badaniu Gornowicz i wsp. [2009]. Uważa się, że wraz ze wzrostem udziału wody związanej w mięsie rośnie jego przydatność technologiczna [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2004]. Zatem uzyskane w doświadczeniu własnym rezultaty, określające uwodnienie mięsa, wskazują na wysoką jakość uzyskanego produktu.

Znaczącą rolę w ocenie jakości mięsa odgrywają wyróżniki sensoryczne, jak na przykład jego kruchość czy barwa. Kruchość jest jednym z ważniejszych kryteriów determinujących konsumencką ocenę jakości mięsa. Zależy w dużej mierze od intensywności przemian proteolitycznych *post mortem* [Parr i wsp. 1999]. Na kruchość wpływa także wartość końcowego pH [Silva i wsp. 1999] oraz wodochłonność mięsa. W kształtowaniu kruchości istotną rolę odgrywa wiek zwierząt. Wyższą kruchość notuje się w mięsie zwierząt młodych, gdyż charakteryzuje się ono stosunkowo cieńszymi włóknami mięśniowymi. Ważnym elementem jest również stopień dojrzałości kolagenu i jego zdolność do rozpuszczania się. Dlatego też mięso brojlerów, młodego drobiu rzeźnego, ubijanego standardowo po 42 dniach odchowu, powinno wyróżniać się zadowalającą kruchością [Zdanowska-Sąsiadek i wsp. 2013]. W niniejszym doświadczeniu mięso badanych kurcząt rzeźnych z wszystkich grup poddanych eksperymentowi charakteryzowało się dobrą kruchością.

Istotnym efektem zmian jakości mięsa jest zmiana jasności jego barwy [Strzyżewski i wsp. 2008]. Barwa mięsa jest uzależniona od ilości barwników hemowych i stopnia ich utlenienia [Feldhusen i wsp. 1995]. Ponieważ wykazano istotną zależność między jasnością barwy a pH mięsa drobiowego, stwierdzono, że składowe barwy mogą być wykorzystywane do wykrywania wad PSE i DFD [Barbut i wsp. 2008]. Spadek wartości pH mięsa związany jest ze wzrostem jasności jego barwy, natomiast zwiększenie wartości pH mięsa skutkuje jego ciemniejszą barwy [Strzyżewski i wsp. 2008]. Mniejsze ilości

oksymioglobiny tworzą się w środowisku mniej kwaśnym (pH 6,3-6,4) i wówczas mięso przybiera barwę ciemnoczerwoną [Świderski 2003]. Za najbardziej pożądaną barwę świeżego mięsa uważa się jasnoczerwoną barwę oksymioglobiny [Grabowski i Kijowski 2004]. Owens i wsp. [2000] podają, że wskaźnik jasności mięśnia piersiowego na poziomie od 51 do 54 identyfikuje mięso typu DFD. Otrzymane w badaniu własnym wartości parametru L* mięśnia piersiowego pozwalają zakwalifikować mięso jako normalne. Uzyskane rezultaty dotyczące jasności, a także wartości parametrów a* i b* mięśnia piersiowego są wyższe w porównaniu z wynikami otrzymanymi przez Wójcik i wsp. [2011 a], którzy oceniali wpływ stresu związanego z obrotem przedubojowym i różnym czasem transportu na cechy fizykochemiczne mięsa kurcząt Ross 308. W badaniu własnym stwierdzono ponadto, iż mięsień piersiowy charakteryzował się wyższą jasnością oraz wyższym udziałem parametru barwy b* i niższym udziałem parametru barwy a* niż mięsień udowy. Ciemniejsze mięśnie udowe notuje się również u innych gatunków drobiu rzeźnego, na przykład u indyczek [Batkowska i Brodacki 2011].

Doświadczenie nie wykazało wpływu odległości od siłowni wiatrowej na opisane powyżej parametry charakteryzujące cechy sensoryczne i fizykochemiczne mięsa badanych brojlerów kurzych. Odnotowano jedynie wpływ odległości od turbiny na nasycenie mięśnia piersiowego. Sąsiedztwo siłowni wiatrowej i przewlekłe narażenie ptaków na hałas, w przeciwieństwie do niekorzystnych warunków podczas postępowania przedubojowego, nie wpłynęło na parametry określające jakość mięsa kurcząt i nie zmniejszyło wartości przerobowej końcowego produktu.

Według Czai i Gornowicz [2004] dodatek ziół do paszy wpływa korzystnie na jakość uzyskiwanego od zwierząt surowca. Na podstawie wyników w doświadczeniu własnym, stwierdzono brak wpływu dodatku mieszanki ziół na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa kurcząt

utrzymywanych w różnych odległościach od siłowni wiatrowej. Brak jednoznacznej tendencji do poprawy jakości mięsa poprzez wprowadzenie do żywienia brojlerów ziół wykazali Wójcik i wsp. [2011 b]. Autorzy ci stwierdzili, że dodatek rutwicy lekarskiej, pokrzywy zwyczajnej, melisy lekarskiej oraz szałwi lekarskiej w żywieniu ptaków narażonych na stres, związany z obrotem przedubojowym, jedynie częściowo niwelował obciążenie organizmu kurcząt. W grupie zwierząt otrzymujących w paszy dodatek ziół odnotowano wyższą kwasowość mięsa, jego jaśniejszą barwę oraz mniejszą powierzchnię wycieku niż w grupie kontrolnej.

Istotnym zagadnieniem jest również skład chemiczny mięsa, który decyduje o walorach prozdrowotnych tego produktu. Mięso kurcząt brojlerów jest źródłem biologicznie wartościowego białka, które zawiera w odpowiednich proporcjach wszystkie aminokwasy egzogenne oraz aminokwasy endogenne. Taki skład aminokwasowy zapewnia organizmowi właściwą syntezę białek ustrojowych, a w konsekwencji prawidłowy rozwój, wzrost i utrzymanie funkcji życiowych [Lesiów 2003]. Ponadto białko mięsa drobiowego charakteryzuje wysoka strawność (około 97%) i łatwa przyswajalność. W porównaniu do mięsa innych gatunków zwierząt mięso drobiowe zawiera więcej białka [Augustyńska-Prejsnar i wsp. 2014]. Udział białka w strukturze mięśni różni się w zależności od jego rodzaju. Przeciętnie mięśnie piersiowe drobiu zawierają o 1,5-2,0% więcej białka niż mięśnie udowe. Podaje się, że mięśnie piersiowe brojlerów zawierają około 23% białka. Uzyskane wyniki w badaniu własnym odpowiadają przedstawionym danym. Są nieznacznie niższe od rezultatów otrzymanych przez Gornowicz i wsp. [2009] oraz przez Pomianowskiego i wsp. [2011], lecz nieco wyższe niż wyniki opublikowane przez Biesiadę-Drzazgę i wsp. [2011]. Nie odnotowano wpływu stresu związanego z hałasem

generowanym przez siłownię wiatrową na zawartość białka ogólnego w ocenianych mięśniach piersiowych.

20-30% wszystkich białek w organizmie ptaków stanowi kolagen. Jest on podstawowym składnikiem śródmięśniowej tkanki łącznej [Janicki i Buzała 2013]. Kolagen, ze względu na brak tryptofanu oraz małą zawartość aminokwasów siarkowych i aromatycznych, uznawany jest za białko niepełnowartościowe. Choć jego zawartość w tkance mięśniowej jest niewielka, to jednak ma istotny wpływ na cechy sensoryczne, przydatność technologiczną i kulinarną mięsa [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2004]. Udział białek kolagenowych poniżej 5% całkowitej masy białkowej pozwala zakwalifikować mięso jako surowiec niskokolagenowy, który charakteryzuje się delikatną strukturą [Janicki i Buzała 2013]. Uzyskane w badaniu własnym wyniki dotyczące kolagenu odpowiadają rezultatom otrzymanym przez Gawęckiego i Gornowicz [2000] i pozwalają uznać mięso badanych kurcząt jako delikatny produkt niskokolagenowy.

Mięso kurcząt brojlerów w porównaniu z innymi gatunkami zwierząt rzeźnych posiada mniejszą zawartość tłuszczu oraz niższą wartość energetyczną [Augustyńska-Prejsnar i wsp. 2014]. Ilość tłuszczu decyduje, między innymi, o cechach sensorycznych mięsa, takich jak soczystość i kruchość [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2004]. Generalnie podaje się, że zawartość tłuszczu w mięśniach piersiowych kurcząt brojlerów nie przekracza 1,5% [Borowy i Kubiak 2012]. W badaniu własnym, w ocenianych mięśniach piersiowych, uzyskano wyższą zawartość tłuszczu surowego. Otrzymane rezultaty były też wyższe od przedstawionych przez Biesiadę-Drzazgę i wsp. [2011], Gornowicz i wsp. [2009] oraz Pomianowskiego i wsp. [2011]. W pracach tych autorów kurczęta brojlery osiągnęły niższe końcowe masy ciała, co może tłumaczyć niższą zawartość tłuszczu surowego w mięśniu piersiowym.

Choć składnikiem dominującym ilościowo w mięsie jest woda, to jednak nie ma ona bezpośrednio biologicznego znaczenia. Warunkuje strawność białka i określa cechy sensoryczne mięsa [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2004]. Zawartość wody w ocenianych mięśniach piersiowych była wyższa od wyników otrzymanych przez Gornowicz i wsp. [2009] oraz Pomianowskiego i wsp. [2011].

Badane mięso cechowało się wysoką wartością odżywczą (zawartość białka ogólnego zbliżona do opisywanej w literaturze), lecz jego wartość dietetyczna, określona przez zawartość tłuszczu surowego, była nieco gorsza w porównaniu z mięsem drobiowym ocenianym przez innych badaczy [Biesiada-Drzazga i wsp. 2011; Gornowicz i wsp. 2009; Pomianowski i wsp. 2011]. Sąsiedztwo turbiny wiatrowej i emitowany przez nią hałas, nie miały wpływu na żaden z ocenianych składników mięśni piersiowych kurcząt brojlerów.

Nie odnotowano również wpływu dodatku zastosowanej mieszanki ziół na skład chemiczny badanego mięsa ptaków utrzymywanych w różnych odległościach od siłowni wiatrowej. Udział poszczególnych składników w mięsie kurcząt żywionych w odmienny sposób różnił się jedynie minimalnie. Podobnie, brak wpływu wybranych ziół na skład chemiczny mięsa brojlerów stwierdzili Brzóska i wsp. [2010]. W badaniu własnym zawartość białka ogólnego u grup otrzymujących dodatek mieszanki ziół kształtowała się na poziomie 23,21-23,42% i była nieznacznie niższa w porównaniu z wartością tego parametru u kurcząt żywionych dawką z 1% dodatkiem mieszanki ziół, zadawaną w obecności mannooligosacharydów i kwasu fumarowego [Brzóska i wsp. 2010], ale wyższa w porównaniu z zawartością białka ogólnego w mięśniu piersiowym kurcząt Hubbard Grey Barred karmionych paszą wzbogaconą o 1% dodatek melisy lekarskiej [Eleroğlu i wsp. 2013].

W doświadczeniu własnym zawartość tłuszczu surowego w mięśniach piersiowych zwierząt z grup żywionych mieszanką z dodatkiem ziół kształtowała się na poziomie 2,20-2,55% i była znacznie niższa w porównaniu ze średnią wartością tego parametru, oznaczoną u kurcząt Hubbard Grey Barred, otrzymujących dawkę uzupełnioną o 1% dodatek melisy lekarskiej [Eleroğlu i wsp. 2013].

7. WNIOSKI

1. Wraz ze zwiększaniem się odległości od siłowni wiatrowej poziom hałasu słyszalnego i infradźwiękowego malał. Poziom hałasu infradźwiękowego był na każdym z trzech stanowisk badawczych wyższy od poziomu hałasu słyszalnego. Wyniki dotyczące hałasu dla charakterystyki częstotliwościowej A w odległości 50 m i 500 m, świadczą, że badana turbina stanowi zagrożenie hałasowe dla środowiska.

2. Kurczęta brojlery utrzymywane 1000 m od siłowni wiatrowej miały wyższą końcową masę ciała i przyrosty masy ciała oraz niższe spożycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała od tych umieszczonych w odległości 50 m i 500 m. Miejsce utrzymania ptaków (odległość od turbiny wiatrowej) nie miało wpływu na pozostałe wskaźniki opisujące wyniki produkcyjne.

3. Stężenie kortykosteronu, cholesterolu, glukozy oraz stosunek heterofilii do limfocytów we krwi kurcząt brojlerów mieściły się w granicy norm fizjologicznych. Na podstawie tych 4 parametrów krwi nie można stwierdzić, by hałas generowany przez turbinę wiatrową (bez względu na miejsce utrzymania zwierząt) stanowił źródło stresu dla badanych ptaków.

4. Kurczęta rzeźne utrzymywane 1000 m od siłowni wiatrowej miały wyższą, a 50 m- niższą masę tuszki patroszonej z szyją. Nie stwierdzono wpływu odległości przebywania ptaków od masztu turbiny na pozostałe parametry charakteryzujące cechy rzeźne. Wyniki dotyczące analizy rzeźnej pozwalają scharakteryzować mięso zwierząt ze wszystkich badanych grup jako produkt dobrej jakości.

5. Nie wykazano wpływu odległości przebywania ptaków od siłowni wiatrowej na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa oraz na skład

chemiczny mięśni piersiowych brojlerów kurzych. Uzyskane rezultaty pozwalają zakwalifikować oceniane mięso jako produkt dobrej jakości.

6. Odnotowano wpływ zróżnicowanego żywienia oraz miejsca utrzymania ptaków na wartość stosunku H:L, stężenie kortykosteronu, glukozy oraz cholesterolu we krwi zwierząt.

7. Dodatek ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt brojlerów nie miał wpływu na stężenie kortykosteronu, cholesterolu, glukozy oraz stosunek H:L we krwi kurcząt rzeźnych, z wyjątkiem stężenia kortykosteronu we krwi 21-dniowych ptaków.

8. Wykazano wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania zwierząt na końcową masę ciała, przyrosty masy ciała w trakcie całego doświadczenia, spożycie paszy oraz na wykorzystanie paszy przez rosnące ptaki.

9. Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej na wyniki produkcyjne uzyskane przez kurczęta brojlery.

10. Stwierdzono wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt rzeźnych oraz miejsca utrzymania ptaków na masę tuszki patroszonej z szyją.

11. Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla brojlerów kurzych na wskaźniki charakteryzujące wydajność rzeźną i zawartość składników tkankowych tuszek.

12. Nie stwierdzono wpływu dodatku mieszanki ziół do paszy pełnoporcjowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania ptaków na parametry określające cechy fizykochemiczne, sensoryczne i skład chemiczny mięsa drobiowego.

13. Nie wykazano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt rzeźnych na wskaźniki opisujące jakość i skład chemiczny mięsa badanych ptaków.

14. Na podstawie analizy wyników pomiaru hałasu i wyników produkcyjnych uzyskanych na kurczętach brojlerach należy stwierdzić, że w badanym przypadku minimalnym dystansem dzielącym siłownię od budynków mieszkalnych i inwentarskich powinna być odległość 1000 m.

8. PIŚMIENNICTWO

Alçiçek A., Bozkurt M., Çabuk M., 2004. The effects of a mixture of herbal essential oil, an organic acid or a probiotic on broiler performance. South African Journal of Animal Science, 34(4): 217-222.

Alekseev S.V., Glinchikov V.V., Usenko V.R., 1985. Myocardial ischemia in rats exposed to infrasound. Gigiena Truda i Prof. Zabolewania, 8: 4-38.

Ali A., Harrison A., Jensen J., 1999. Effect of some ante-mortem stressors on peri-mortem and post-mortem biochemical changes and tenderness in broiler breast muscle: a review. World's Poultry Science Journal, 55: 403-414.

Álvares F., Rio-Maior H., Roque S., Nakamura M., Cadete D., Pinto S., Petrucci-Fonseca F., 2011. Assessing ecological responses of wolves to wind power plants in Portugal: methodological constrains and conservation implications. Proceedings, Conference on Wind Energy and Wildlife Impacts, Norsk Inst. for Naturforskning, 2-5 maja, Trondheim: 140.

Alves-Pereira M., Castelo Branco N.A.A., 2007a. In-home windturbine noise is conducive to Vibroacoustic Disease. Wind Turbine Noise Conference, 20-21 września, Lyon: 2-3.

Alves-Pereira M., Castelo Branco N.A.A., 2007b. Vibroacoustic disease: Biological effects of infrasound and low-frequency noise explained by mechanotransduction cellular signalling. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 93(1-3): 256-279.

Ames D.R., Arehart L.A., 1972. Physiological response of lambs to auditory stimuli. Journal of Animal Science, 34(6): 994-998.

Arczewska-Włosek A., Świątkiewicz S., 2012. The effectiveness of the herbal extracts and chitosan under conditions of the natural exposure of chickens to coccidia. Proceedings XXIV International Poultry Symposium PB WPSA: Science for poultry practice-poultry practice for science, 12-14 września, Kołobrzeg: 204.

Armario A., Lopez-Calderon A., Jolin T., Balasch J., 1986. Response of anterior pituitary hormones to chronic stress. The specificity of adaptation. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 10(3): 245-250.

Arnett E.B., Inkley D.B., Johnson D.H., Larkin R.P., Manes S., Manville A.M., Mason R., Morrison M., Strickland R., Thresher R., 2007. Impacts of wind energy facilities on wildlife and wildlife habitat. Special issue by The Wildlife Society, Technical Review: 7-12.

Augustyńska D., 2009. Wartości graniczne ekspozycji na infradźwięki-przegląd piśmiennictwa. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 2(60): 5-15.

Augustyńska-Prejsnar A., Ormian M., Gajdek G., 2014. Wybory rynkowe mięsa kurcząt brojlerów w opinii studentów. Journal of Agribusiness and Rural Development, 3(33): 5-13.

Babisch W., 2005. Noise and Health. Environmental Health Perspectives, 113(1): 14-15.

Baranowski A., Borowski S., Lubocka-Hoffmann M., Marć-Pieńkowska J., Mikołajczak J., Pojmański G., Rosiak I., 2014. Farmy wiatrowe-zagrożenia dla człowieka i środowiska (na przykładzie Elbląga i Żuław Wiślanych). Wyd. Uczelniane UTP, Bydgoszcz.

Barber J.R., Crooks K.R., Fristrup K.M., 2010. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. Trends in Ecology & Evolution, 25(3): 180-189.

Barbut S., Sosnicki A., Lonergan S., Knapp T., Ciobanu D., Gatcliffe L., Huff-Lonergan E., Wilson E., 2008. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. Meat Science, 79: 46-63.

Barowicz T., Pieszka M., 2011. Fitogenne stymulatory produkcyjności drobiarskiej. Hodowca Drobiu, 9: 25-27.

Basmacıoğlu H., Tokuşoğlu Ö., Ergül M., 2004. The effect of oregano and rosemary essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFAs in broilers. South African Journal of Animal Science, 34(3): 197-210.

Batkowska J., Brodacki A., 2011. Cechy fizykochemiczne mięsa indyczek rzeźnych utrzymywanych systemem ekstensywnym. Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 7(1): 39-49.

Batóg P., 2011. Czy jesteśmy na właściwej drodze w rozwoju energetyki wiatrowej? http://www.wnp.pl/odnawialne_zrodla_energii/czy-jestesmy-na-wlasciwej-drodze-w-rozwoju-energetyki-wiatrowej1472-01_1_0_0.html (z dnia 17.02.2016).

Beattie V.E., Weatherup R.N., Moss B.W., Walker N., 1999. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. Meat Science, 52: 205-211.

Biesiada-Drzazga B., Janocha A., Bombik T., Rojek A., Brodzik U., 2011. Evaluation of the growth and slaughter value of the Ross 308 broiler Chickens. Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica, 10(3): 11-20.

Borowy T., Kubiak M., 2012. Walory odżywcze mięsa drobiowego. Gospodarka Mięsna, 3: 24-26.

Bölükbasi S.C., Erhan M.K., Kaynar Ő., 2008. The effect of feeding thyme, sage and rosemary oil on laying hen performance, cholesterol and some proteins ratio of egg yolk and Escherichia coli count in feces. Archiv Fur Geflügelkunde, 72(5): 231-237.

Branco C., 2001. Low Frequency Noise: A Major Risk Factor in Military Operations. Proceedings of RTO AVT Symposium on "Ageing Mechanisms and Control: Part A- Developments in Computational Aero- and Hydro-Acoustics", 8-11 października, Manchester: 1-12.

Brewer M.S., Zhu L.G., Bidner B., Meisinger D.J., McKeith F.K., 2001. Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. Meat Science, 57: 169-176.

Broom D.M., 1996. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science, 27: 22-28.

Brzóska F., Śliwiński B., Michalik-Rutkowska O., 2010. Effect of herb mixture on productivity, mortality, carcass quality and blood parameters of broiler chickens. Annals of Animal Science, 10(2): 157-165.

Buczek J., Deptuła W., Gliński Z., Jarosz J., Stosik M., Wernicki A., 1999. Immunologia porównawcza i rozwojowa zwierząt. PWN, Warszawa-Poznań.

Burt S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in food- a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.

Çabuk M., Bozkurt M., Alcicek A., Akba Y., Kucukyilmaz K., 2006. Effect of a herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. South African Journal of Animal Science, 36: 131-141.

Campbell T.W., 1995. Avian Hematology And Cytology. 2. Iowa State University Press, Ames.

Campo J.L., Prieto M.T., Davila S.G., 2008. Effect of housing system and cold stress on heterophil-to-lymphocyte ratio, fluctuating asymmetry and tonic immobility duration of chickens. Poultry Science, 87: 621-626.

Chloupek P., Voslarova E., Chloupek J., Bedanova I., Pistekova V., Vecerek V., 2009. Stress in broiler chickens due to acute noise exposure. Acta Veterinaria Brno, 78: 93-98.

CIE Commission Internationale de l'Eclairage, 1976. Commission Internationale de I'Eclairage, 18th Session, London, wrzesień 1975. CIE publication 36.

Clinical Diagnostic Division, 1990. Veterinary reference guide: A summary of reference intervals for use with Kodak Ektachem products. Eastman Kodak Co, Rochester, NY.

Colman J.E., Eftestol S., Tsegaye D., 2010. Zoological studies. VindRein- og KraftRein Annual Report Oslo University, Norway: 5-51.

Craig W.J., 1999. Health promoting properties of common herbs. American Journal of Clinical Nutrition, 70(Suppl.): 491- 499.

Cytawa A., 1999. Czynniki wpływające na skład chemiczny mięśni kurcząt brojlerów. Polskie Drobiarstwo, 8: 37-40.

Czaja L., Gornowicz E., 2004. Effect of herb mixture supplement in broiler chicken diet on water holding capacity and chemical composition of muscle. Roczniki Naukowe Zootechniki, 31(1): 77-86.

Czeskin M.S., 1986. Człowiek i hałas. PWN, Warszawa.

Czopek L., 1995. Popularna Encyklopedia Powszechna. Oficyna Wydawnicza FOGRA, Kraków.

Davis A.K., Maney D.L., Maerz J.C., 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. Functional Ecology, 22: 760-772.

De Jong I.C., van Voorst A.S., Erkens J.H., Ehlhardt D.A., Blokhuis H.J., 2001. Determination of the circadian rhythm in plasma corticosterone and catecholamine concentrations in growing broiler breeders using intravenous cannulation. Physiology and Behavior, 74(3): 299-304.

De Lucas M., Ferrer M., Janss G.F.E., 2012. Using Wind Tunnels to Predict Bird Mortality in Wind Farms: The Case of Griffon Vultures. PLoS One, 7(11): e48092.

Deluga W., 2007. Analiza korzyści, barier i następstw rozwoju alternatywnych źródeł energii na przykładzie energetyki wiatrowej. Zeszyty Naukowe Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska: 801-817.

Doktor J., 2007. Wpływ postępowania przedubojowego na jakość tuszki i mięsa kurcząt rzeźnych. Wiadomości Zootechniczne, XLV(3): 25-30.

Dubiec A., 2000. Nowe spojrzenie na koszty reprodukcji, czyli lekcja immunologii dla ornitologów. Wiadomości Ekologiczne, 46: 101-114.

Duncan I.J.H., Dawkins M.S., 1983. The problem of assessing "well-being" and "suffering" in farm animals. [W]: Smidt D. (red.), Indicators relevant to farm animal welfare, Martinus Nijhoff Publishers, Boston, 13-24.

Eleroğlu H., Yıldırım A., Işıklı N.D., Şekeroğlu A., Duman M., 2013. Comparison of meat quality and fatty acid profile in slow-growing chicken genotypes fed diets supplemented with *Origanum vulgare* or *Melissa officinalis* leaves under the organic system. Italian Journal of Animal Science, 12(3): 395-403.

European Wind Energy Association, 2013. Annual Report. http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/EWEA_Annual_Report_2013.pdf (z dnia 17.02.2016).

Everaert J., Stienen E., 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodiversity and Conservation, 16: 3345-3359.

Feldhusen F., Warnatz A., Erdmann R., Wenzel S., 1995. Influence of storage time on parameters of color stability of beef. Meat Science, 40(2): 235-243.

Fortomaris P., Arsenos G., Tserveni-Gousi A., Yannakopoulos A., 2007. Performance and behaviour of broiler chickens as affected by the housing system. Archiv Fur Geflügelkunde, 71(3): 97-104.

Francis C.D., Ortega C.P., Cruz A., 2009. Noise Pollution Changes Avian Communities and Species Interactions. Current Biology, 19(16): 1415-1419.

Frankič T., Voljč M., Salobir J., Rezar V., 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. Acta Agriculturae Slovenica, 94(2): 95-102.

Freeman B.M., 1971. Stress and the domestic fowl: A physiological appraisal. World's Poultry Science Journal, 27: 263-275.

Frindt A., Zoń A., Bielański P., 2006. Stres jako forma zachowania się zwierzęcia. Wiadomości Zootechniczne, XLIV(1): 15-18.

Fritz Z., Schleicher A., Kinal S., Jarosz L., Majdański F., 1992. Zastąpienie antybiotyku ziołami w mieszankach dla kurcząt rzeźnych. Roczniki Naukowe Zootechniki. Monografie i Rozprawy, 31: 315-325.

Gardzielewska J., Jakubowska M., Buryta B., Karamucki T., Natalczyk-Szymkowska W., 2003. Pomiar pH_1 a jakość mięsa kurcząt brojlerów. Medycyna Weterynaryjna, 59(5): 426-428.

Gawęcki W., Gornowicz E., 2000. Ocena podstawowego składu chemicznego mięśni kurcząt brojlerów pochodzących z różnych hodowli zagranicznych. Gospodarka Mięsna, 7: 42-44.

Ghareeb K., Bohm J., 2009. Stress Indicators to Pre-Slaughter Transportation of Broiler Chickens Fed Diets Supplemented with a Synbiotic. International Journal of Poultry Science, 8(7): 621-625.

Golec M., Golec Z., Cempel Cz., 2006. Hałas turbiny wiatrowej Vestas V80 podczas eksploatacji. Diagnostyka, 1(37):115-120.

Gornowicz E., Lewko L., Pietrzak M., Gornowicz J., 2009. The effect of broiler chicken origin on carcass and muscle yield and quality. Journal of Central European Agriculture, 10(3): 193-200.

Gornowicz E., 2003. Zioła w paszach dla drobiu. Pierwszy Portal Rolny. http://www.ppr.pl/artykul-ziola-w-paszach-dla-drobiu-59432.php (z dnia 02.02.2016).

Grabowski T., Kijowski J., 2004. Mięso i przetwory drobiowe. Technologia, higiena, jakość. WNT, Warszawa.

Grajewska S., Bocian M., 2005. Plastyczność surowego mięsa wieprzowego jako wskaźnik jego jakości z uwzględnieniem genotypu świń *RYR1*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3(44): 38-47.

Grajewska S., Kapelański W., Bocian M., 1998. Usefulness of meat plasticity measurements to assess the meat quality. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 7/48(4): 141-144.

Grau R., Hamm R., 1952. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Fleisch. Fleischwirtschaft, 4: 295-297.

Grela E.R., Sembratowicz L., Czech A., 1998. Immunostymulacyjne działanie ziół. Medycyna Weterynaryjna, 54: 152-158.

Gross W.B., Siegel H.S., 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. Avian Diseases, 27: 972-979.

Grużewska A., Biesiada-Drzazga B., 2008. Badania porównawcze zestawów towarowych kurcząt brojlerów z zastosowaniem analizy

wielowymiarowej. Acta Scientiarum Polonorum, Zootechnica, 7(3-4): 19-28.

Hashemipour H., Kermanshahi H., Golian A., Veldkamp T., 2013. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. Poultry Science, 92: 2059-2069.

Hippenstiel F., Abdel-Wareth A.A.A., Kehraus S., Südekum K.H., 2011. Effect of selected herbs and essential oils, and their active components on feed in-take and performance of broilers- a review. Archiv Fur Geflügelkunde, 75(4): 226-234.

Hornsey H.C., 1956. The colour of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. Journal of the Science of Food and Agriculture, 7: 534-540.

http://www.elektrownie-tanio.net/walory.html

Ingielewicz R., Zagubień A., 2004. Uciążliwości hałasowe elektrowni wiatrowych. Zielona Planeta, 1(52): 17-21.

Ingielewicz R., Zagubień A., 2011. Problematyka hałasu towarzyszącego pracy turbin wiatrowych- ocena zagrożeń. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.

Ingielewicz R., Zagubień A., 2013. Pomiar hałasu infradźwiękowego wokół farmy wiatrowej. Pomiary Automatyka Kontrola, 58(7): 725-727.

Itten J., 1997. The Elements of Color. Chapman & Hall, London.

Jakubowska M., Kortz J., Gardzielewska J., Karamucki T., Natalczyk-Szymkowska W., 1999. Współzależność między odczynem (pH_1)

a innymi cechami jakościowymi mięśni piersiowych kurcząt brojlerów. Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego, 45: 449-454.

Janicki B., Buzała M., 2013. Wpływ kolagenu na jakość technologiczną mięsa. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2(87): 19-29.

Johnson D.L., 1980. The effects of high level infrasound. [W:] Moller H., Rubak P. (red.), Proceedings of the Conference on Low Frequency Noise and Hearing, 7-9 maja, Aalborg: 1-14.

Kokoszyński D., Bernacki Z., 2008. Comparison of slaughter yield and carcass tissue composition in broiler chickens of various origin. Journal of Central European Agriculture, 9(1): 11-16.

Kołożyn-Krajewska D., Sikora T., 2004. Towaroznawstwo żywności. Wydawnictwo WSiP, Warszawa.

Krasnodębska-Depta A., Koncicki A., 2002. Wpływ krótkotrwałego stresu cieplnego na wybrane wskaźniki biochemiczne krwi indyków. Medycyna Weterynaryjna, 58: 223-226.

Kryter K.D., 1970. The effects of noise of man. Academic Press, Nowy Jork.

Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., Kapica M., 2006. The influence of some herbs on chemical composition, lipid metabolism indices, ALAT and ASAT activity in broiler chickens liver. Polish Journal of Natural Sciences, 3(Suppl): 439-444.

Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., 2009. Effect of addition of herbs on body weight and assessment of physical and chemical alterations in the tibia bones of broiler chickens. Journal of Elementology, 14: 705-715.

Landström U., 1987. Laboratory and field studies on infrasound and its effects on humans. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 6(l): 29-33.

Landström U., Lundström R., Byström M., 1983. Exposure to infrasound. Perception and changes in wakefulness. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 2(1): 1-11.

Lattin C.R., Reed J.M., DesRochers D.W, Romero L.M., 2011. Elevated corticosterone in feathers correlates with corticosterone- induced decreased feather quality: a validation study. Journal of Avian Biology, 42(3): 247-252.

Lazarević M., Žikić D., Uśćebrka G., 2000. The influence of long term sound stress on the blood leukocyte count, heterophil/lymphocyte ratio and cutaneous basophil hypersensitive reaction to phytohemagglutinin in broiler chickens. Acta Veterinaria-Beograd, 50: 63-76.

Leddy K.L., Higgins K.F., Naugle D.E., 1999. Effects of wind turbines on upland nesting birds in conservation reserve program grasslands. Wilson Bulletin, 111: 100-104.

Lee K.W., Everts H., Kappert H.J., Frehner M., Losa R., Beynen A.C., 2003. Effect of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. British Poultry Science, 44: 450-457.

Lesiów T., 2003. Stan polskich badań na temat wartości odżywczej mięsa drobiowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4(37): 230-241.

Lipiński K., Tywończuk J., Siwicki A., 2009. Wpływ mannooligosacharydów na status zdrowotny i jakość mięsa kurcząt brojlerów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 4(65): 26-33.

Majewska T., Mikulski D., Święcicka-Grabowska G., Wójcik R., 2007. Wodny wyciąg czosnku w żywieniu indyków rzeźnych. Medycyna Weterynaryjna, 63(11): 1357-1360.

Marcu A., Vacaru-Opriş I., Dumitrescu G., Petculescu Ciochină L., Marcu A., Nicula M., Peţ I., Dronca D., Kelciov B., Mariş C., 2013. The Influence of Genetics on Economic Efficiency of Broiler Chickens Growth. Animal Science and Biotechnologies, 46(2): 339-346.

Marć-Pieńkowska J., Mikołajczak J., Borowski S., Topolińska P., 2014 a. Wpływ odległości od siłowni wiatrowej na stężenie kortyzolu we krwi rosnących gęsi. I Konferencja Młodych Naukowców „Biotechnologia w produkcji zwierzęcej"- materiały konferencyjne, 24-25 kwietnia, SGGW Warszawa: 30.

Marć-Pieńkowska J., Topolińska P., Mitura K., 2014 b. Poziom stresu wskaźnikiem dobrostanu zwierząt. Wiadomości Zootechniczne, LII(2): 36-42.

Marć-Pieńkowska J., 2015. Informacje ustne- konsultacje społeczne w Rozciszewie.

Mathlouthi N., Bouzaienne T., Oueslati I., Recoquillay F., Hamdi M., Urdaci M., Bergaoui R., 2012. Use of rosemary, oregano, and a commercial blend of essential oils in broiler chickens: In vitro antimicrobial activities and effects on growth performance. Journal of Animal Science, 90: 813-823.

Maxwell M.H., 1993. Avian blood leucocyte responses to stress. World's Poultry Science Journal, 49: 34-43.

Maxwell M.H., Robertson G.W., 1998. The avian heterophil leucocyte: a review. World's Poultry Science Journal, 54: 155-178.

McFarlane J.M., Curtis S.E., 1989. Multiple concurrent stressors in chicks 3. Effects on plasma-corticosterone and the heterophil- lymphocyte ratio. Poultry Science, 68: 522-527.

McFarlane J.M., Curtis S.E., Shanks R.D., Carmer S.G., 1989. Multiple concurrent stressors in chicks 1. Effect on weight gain, feed intake, and behavior. Poultry Science, 68: 501-509.

Meluzzi A., Primiceri G., Giordani R., Fabris G. 1992. Determination of blood constituents reference values in broilers. Poultry Science, 71(2): 337-345.

Mendl M., 1999. Performing under pressure: stress and cognitive function. Applied Animal Behavior Science, 65: 221-224.

Michalczuk M., Bogdańska K., 2012. Zastosowanie Ronozyme ProAct w żywieniu kurcząt brojlerów. Polskie Drobiarstwo, 12: 38.

Mikołajczak J., Borowski S., Marć-Pieńkowska J., Odrowąż-Sypniewska G., Bernacki Z., Siódmiak J., Szterk P., 2013 a. Preliminary studies on the reaction of growing geese (*Anser anser f. domestica*) to the proximity of wind turbines. Polish Journal of Veterinary Sciences, 16(4): 679-686.

Mikołajczak J., Marć-Pieńkowska J., Borowski S., 2013 b. The impact of the wind turbine proximity on the feed utilization by the growing

geese (*Anser anser f. domestica*). VIII Vedecka konferencia doktorandov, 22 listopada, Nitra: 113-116.

Mikołajczak J., Marć-Pieńkowska J., Borowski S., 2014 a. Wpływ odległości od siłowni wiatrowej na poziom stresu u trzody chlewnej. VI Interdyscyplinarna Konferencja Naukowa TYGIEL 2014- materiały konferencyjne, Wyd. Akademickie Stowarzyszenie Studentów Biotechnologii, 22-23 marca, Lublin: 182-183.

Mikołajczak J., Marć-Pieńkowska J., Borowski S., Szymczak M., 2014 b. Wpływ bliskości siłowni wiatrowych na jakość mięsa gęsiego. [W:] Mroziński A. (red.), VII Eko-Euro-Energia- Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii, Wyd. Fundacji Rozwoju Mechatroniki, Bydgoszcz, 111-119.

Mitchell M.A., Kettlewell P.J., 1998. Physiological stress and welfare of broiler chickens in transit: solutions not problems! Poultry Science, 77(12): 1803-1814.

Müller C., Jenni-Eiermann S., Jenni L., 2011. Heterophils/Lymphocytes-ratio and circulating corticosterone do not indicate the same stress imposed on Eurasian kestrel nestlings. Functional Ecology, 25: 566-576.

Nekhoroshev A.S., Glinchikov V.V., 1992. Effects of infrasound on change in the auditory cortex. Gigiena i sanitariia, 7(8): 62-64.

Nelson H.K., Curry R.C., 1995. Assessing avian interactions with windplant development and operation. Transactions of the 60th North American Wildlife and Natural Resources Conference, 24-29 marca, Minneapolis: 266-277.

Niewiarowicz A., 1978. Meat anomalies in broilers. Poultry International, 17(1): 50.

Nishimura K.K., 1987. The pituitary adrenocortical response in rats and human subjects exposed to infrasound. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 6(1): 18-28.

Nowakowicz-Dębek B., Mazur A., Saba L., Bis-Wencel H., Wnuk W., Chmielowiec-Korzeniowska A., 2006. Oddziaływanie czynników środowiskowych na sekrecję kortyzolu u lisów polarnych (*Alopex lagopus*). Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska- sectio EE, XXIV(55): 397-401.

Owens C., Hirschler E., McKee S., Sams A., 2000. The characterization and incidence of pale, soft, exudative turkey meat in a commercial plant. Poultry Science, 79: 553-558.

Parr T., Sensky P.L., Scothern G.P., Bardsley R.G., Buttery P.J., Wood J.D., Warkup C., 1999. Relationship between skeletal muscle specific calpain and tenderness of conditioned porcine longissimus muscle. Journal of Animal Science**,** 77: 661-668.

Paschma J., Kaczor J., 2008. Wpływ zastosowanych ziół w paszy loch wieloródek na okołoporodowe reakcje stresowe, poziom kortyzolu w moczu i wyniki odchowu prosiąt. Acta Biologia Cracoviensia, 35(2): 163-171.

Pawlas K., 2009. Wpływ infradźwięków i hałasu o niskich częstotliwościach na człowieka- przegląd piśmiennictwa. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 2(60): 27-64.

Pierzchała-Koziec K., Kępy B., Drożdż A., 2000. Opioids modulate the plasma cortisol level in sheep. Acta Agraria et Silvestria. Series Zootechnica, 38: 101-107.

Pijarska I., Czech A., Malec H., Tymczyna L., 2006. Wpływ transportu drogowego piskląt na wskaźniki biochemiczne krwi oraz wyniki produkcyjne brojlerów. Medycyna Weterynaryjna, 62(4): 408-410.

Pisarczyk-Wiza D., Ziemnicka K., Budny B., Zozulińska-Ziółkiewicz D., 2014. Wpływ glikokortykosteroidów oraz polimorfizmów genu receptora glikokortykosteroidów na zaburzenia metabolizmu glukozy. Diabetologia Kliniczna, 3(2): 69-78.

PN-A-82109:2010: Mięso i rzetwory mięsne. Oznaczanie zawartości tłuszczu, białka i wody. Metoda spektrometrii transmisyjnej w bliskiej podczerwieni (NIT) z wykorzystaniem kalibracji na sztucznych sieciach neuronowych (ANN).

PN-Z-01338:2010: Akustyka- Pomiar i ocena hałasu infradźwiękowego na stanowiskach pracy.

Pogoda-Sewerniak K., Janeczek W., Kupczyński R., Korczyński M., 2005. Stres transportowy i adaptacyjny a obraz białokrwinkowy u cieląt. Acta Scientiarum Polonorum, Medicina Veterinaria, 4(1): 37-48.

Pohja M.S., Niinivaara F.P., 1957. Die bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mittels der Konstantdrückmethode. Fleischwirtschaft, 9: 193-195.

Polish Agency For Foreign Investment, 2013. Raport Energetyka Wiatrowa w Polsce. www.paiz.gov.pl/files/?id_plik=21375 (z dnia 17.02.2016).

Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, 2009. Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009, 4-5.

Połtowicz K., 1998. Nie ilość a jakość. Magazyn Drobiarstwo, 3(24): 27-28.

Połtowicz K., 2000. Wpływ początkowego poziomu pH mięśni piersiowych na wybrane wskaźniki jakości mięsa kurcząt brojlerów należących do trzech genotypów. Roczniki Naukowe Zootechniki, 8: 161-165.

Połtowicz K., 2006. Wpływ systemu chowu na jakość mięsa drobiowego. Polskie Drobiarstwo, 4: 34-40.

Pomianowski J.F., Wójcik A., Sowińska J., Mituniewicz T., Witkowska D, Chorąży Ł., Kwiatkowska-Stenzel A., 2011. Wartość odżywcza mięsa kurcząt brojlerów transportowanych na różne odległości. Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 50(3): 67-68.

Post J., Rebel J.M.J., ter Huurne A.A.H.M., 2003. Automated blood cell count: a sensitive and reliable method to study corticosterone-related stress in broilers. Poultry Science, 82: 591-595.

Puvadolpirod S., Thaxton J.P., 2000 a. Model of physiological stress in chickens. 3. Temporal patterns of response. Journal of Food Engineering, 79: 377-382.

Puvadolpirod S., Thaxton J.P., 2000 b. Model of physiological stress in chickens. 4. Digestion and metabolism. Poultry Science, 79: 383-390.

Rabin L.A., Coss R.G., Owings D.H., 2006. The effects of wind turbines on antipredator behaviour in California ground squirrels *(Spermophilus beecheyi*). Biological Conservation, 131(3): 410-420.

Radkowska I., 2013. Wykorzystanie ziół i fitogenicznych dodatków paszowych w żywieniu zwierząt gospodarskich. Wiadomości Zootechniczne, LI(4): 117-124.

Rivier C., Rivest S., 1991. Effects of stress on the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis: peripheral and central mechanisms. Biology of Reproduction, 45: 523-532.

Romero L.M., Reed J.M., 2005. Collecting baseline corticosterone samples in the field: is under 3 min good enough? Comparative Biochemistry and Physiology- Part A, 140: 73-79.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 roku w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, Dz.U. Nr 120 poz. 8.

Samochowiec L., 2002. Kompendium ziołolecznictwa. W.M. Urban & Partner, Wrocław.

Schaub A., Ostwald J., Siemers B.M., 2008. Foraging bats avoid noise. Journal of Experimental Biology, 211: 3174-3180.

Selye H., 1978. Stress Without Distress. Wyd. PIW, Warszawa.

Si W., Gong J., Tsao R., Zhou T., Yu H., Poppe C., Johnson R., Du Z., 2006. Antimicrobial activity of essential oils and structurally related synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. Journal of Applied Microbiology, 100: 296-305.

Silva J.A., Patarata L., Martins C., 1999. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. Meat Science, 52: 453-459.

Skomorucha I., Muchacka R., Sosnówka-Czajka E., Herbut E., 2009. Response of broiler chickens from three genetic groups to different stocking densities. Annals of Animal Science, 9: 175-184.

Skomorucha I., Sosnówka-Czajka E., Muchacka R., 2011. Wpływ systemu odchowu na wyniki produkcyjne i wybrane wskaźniki stresu we krwi kurcząt brojlerów różnego pochodzenia. Roczniki Naukowe Zootechniki, 38(2): 269-278.

Skomorucha I., Sosnówka-Czajka E., 2013. Wpływ dodatku ekstraktów z mieszanek ziół do wody pitnej na poziom hormonów stresu we krwi kurcząt brojlerów. Wiadomości Zootechniczne, LI(4): 14-18.

Skomorucha I., Sosnówka-Czajka E., 2014. Wpływ dodatku do wody ekstraktów z mieszanek ziół na wyniki produkcyjne i wybrane parametry biochemiczne krwi kurcząt brojlerów. Wiadomości Zootechniczne, LII(2): 17-24.

Škrbić Z., Pavlovski Z., Lukić M., Perić L., Milošević N., 2009. The effect of stocking density on certain broiler welfare parameters. Biotechnolgy in Animal Husbandry, 25(1-2): 11-21.

Słowiński M., 2009. Polski przemysł drobiarski- wczoraj, dziś i jutro. Mięso i Wędliny, 2: 12-15.

Solis De Los Santos F., Donoghue A.M., Venkitanarayanan K., Dirain M.L., Reyes-Herrera I., Blore P.J., Donoghue D.J., 2008. Caprylic Acid Supplemented in Feed Reduces Enteric *Campylobacter jejuni* Colonization in Ten-Day-Old Broiler Chickens. Poultry Science, 87: 800-804.

Statistical Analysis System SAS Institute Inc., 2008. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Strzyżewski T., Bilska A., Krysztofiak K., 2008. Zależność pomiędzy wartością pH mięsa a jego barwą. Nauka Przyroda Technologie, 2(2): 1-9.

Svidovyi V.I., Glinchikov V.V., 1987. Action of infrasound on the lung structure. Noise and Vibration Bulletin, 18: 153-154.

Szalata M., Pospiech E., Łyczyński A., Urbaniak M., Frankiewicz A., Mikołajczak B., Medyński A., Rzosińska W., Bartkowiak Z., Daniluk B., 1999. Kruchość mięsa świń o zróżnicowanej mięsności. Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, 36: 61-76.

Szczeklik A., 2005. Choroby wewnętrzne: podręcznik multimedialny oparty na zasadach EBM. T. 1. Medycyna Praktyczna, Kraków.

Świderski F., 2003. Towaroznawstwo żywności przetworzonej. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Tokarzewski S., Wernicki A., Kankofer M., Urban-Chmiel R., Arciszewski M., 2006. Transport jako czynnik wzmagających reakcje stresowe u brojlerów kurzych. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, LXI(15): 127-134.

Türkyilmaz K.M., 2008. The Effect of Stocking Density on Stress Reaction in Broiler Chickens during Summer. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 32(1): 31-36.

Urząd Regulacji Energetyki, 2015. Odnawialne źródła energii. http://www.ure.gov.pl/pl/rynki-energii/energiaelektryczna/odnawialne

-zrodla-ener/4762,Odnawialne-Zrodla-Energii.html (z dnia 17.02.2016).

Virden W.S., Thaxton J.P., Corzo A., Dozier III W.A., Kidd M., 2007. Evaluation of models using corticosterone and adrenocoticotropin to induce conditions mimicking physiological stress in commercial broilers. Poultry Science, 86: 2485-2491.

Walczak Z., 1959. Laboratoryjna metoda oznaczenia zawartości galarety w konserwach mięsnych. Roczniki Nauk Rolniczych, 74(B-4): 619-621.

Wallin J.A., 1998. A movement study of black bears in the vicinity of a wind turbine project. Rapport till Green Mountain Power Corporation South Burlington, Searsburg, Vermont: 12.

Walter W.D., Leslie D.M. Jr., Jenks J.A., 2006. Response of Rocky Mountain elk (*Cervus elaphus*) to wind-power development. American Midland Naturalist, 156: 363-375.

Wei A., Shibamoto T., 2007. Antioxidant activities and volatile constituents of various essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55: 1737-1742.

Whittow G.C., 1999. Sturkie's Avian Physiology. Fifth Edition. Academic Press, San Diego.

Wilkanowska A., 2013. Umięśnienie i otłuszczenie tuszek. Hodowca Drobiu, 4: 36-41.

Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A., 2008. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of Animal Science, 86: 140-148.

Wolski T., 1999. Biostymulujące i adaptogenne właściwości niektórych surowców oraz leków roślinnych. Magazyn Weterynaryjny, 8(2): 142-146.

World Energy Council, 2007. Energy Policy Scenarios to 2050. www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf (z dnia 17.02.2016).

Wójcik A., Pomianowski J., Sowińska J., Mituniewicz T., Witkowska D., Chorąży Ł., Piotrowska J., 2011 a. Wpływ obrotu przedubojowego kurcząt brojlerów na jakość technologiczną mięsa. Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 50(3): 85-86.

Wójcik A., Sowińska J., Mituniewicz T., Witkowska D., Mielcarek S., Murawska D., Pomianowski J.F., 2011 b. Wpływ podawania kurczętom brojlerom fitopreparatu przed obrotem przedubojowym na właściwości fizykochemiczne mięsa. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt, LXIII(583): 347-354.

Wójcik A., Sowińska J., Witkowska D., Kamińska B., Mazur-Lech B., Stenzel T., Mielcarek S., Mituniewicz T., Pomianowski J.F., 2011 c. Możliwości wykorzystania ziół w celu poprawy dobrostanu kurcząt brojlerów w czasie obrotu przedubojowego ocenianego na podstawie wybranych parametrów krwi. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt, LXIII(583): 355-362.

Wójcik A., 2007. Wpływ podawania kurczętom brojlerom chromu lub ziół na ograniczenie niekorzystnych skutków obrotu przedubojowego. Rozprawy i monografie, UWM Olsztyn, 125: 1-110.

Zdanowska-Sąsiadek Ż., Michalczuk M., Marcinkowska-Lesiak M., Damaziak K., 2013. Czynniki kształtujące cechy sensoryczne mięsa drobiowego. Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, XLVI(3): 344-353.

Ziołecki J., Doruchowski W., 1989. Metody oceny wartości rzeźnej drobiu. Wyd. COBRD, Poznań.

9. STRESZCZENIE

Zgodnie z dokumentem „Polityka energetyczna Polski do 2030” udział alternatywnych źródeł energii w całkowitym zużyciu energii w Polsce ma wzrosnąć do 15% w 2020 roku i 20% w roku 2030. Rozwój odnawialnych źródeł energii, w tym tych opartych o energię wiatru, jest zjawiskiem pozytywnym i potrzebnym. Jednak doniesienia o negatywnym wpływie siłowni wiatrowych na środowisko i brak przepisów prawnych dotyczących bezpiecznych odległości turbin od miejsc utrzymywania zwierząt i siedzib ludzkich są często przyczyną protestów lokalnych społeczności przed wybudowaniem nowego urządzenia. Konieczne jest zatem wykonanie badań służących określeniu wpływu siłowni wiatrowej na otaczające środowisko i podjęcie próby uregulowania odpowiedniego dystansu.

Celem doświadczenia była ocena możliwości wprowadzenia do mieszanki paszowej kurcząt brojlerów dodatku ziół, w celu wzmocnienia odporności ptaków na obciążenie czynnikiem stresowym, jakim może być hałas generowany przez siłownię wiatrową i w celu poprawy jakości tuszek oraz mięsa kurcząt brojlerów; a także określenie wpływu odległości od masztu turbiny do pomieszczeń inwentarskich na wskaźniki stresu, wyniki produkcyjne oraz jakość tuszek i mięsa brojlerów kurzych.

Badaniem objęto 144 jednodniowe kurczęta brojlery Ross 308. Zwierzęta podzielono na dwie grupy, po 72 osobniki w każdej: pierwszą- żywioną pełnoporcjową mieszanką komercyjną bez dodatku mieszanki ziół (grupa kontrolna) oraz drugą- otrzymującą mieszankę paszową wzbogaconą w 2,5% dodatek mieszanki suszonych ziół- melisy lekarskiej (*Melissa officinalis*), szałwii lekarskiej (*Salvia officinalis*) i pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*) wymieszanych w proporcji 1:1:1 (grupa doświadczalna). Następnie kurczęta z każdej grupy podzielono na 3 podgrupy (po 24 sztuki), utrzymywane w 3 różnych odległościach (50 m- grupa I, 500 m- grupa II, 1000 m- grupa III)

od siłowni wiatrowej. W czasie eksperymentu kontrolowano ilość paszy spożytej przez zwierzęta, upadki ptaków, a także określono masę ciała kurcząt na początku i na końcu doświadczenia. Uzyskane dane pozwoliły obliczyć wskaźniki: FCR oraz EWW. Ponadto, trzykrotnie, pobrano od ptaków krew w celu oznaczenia liczby heterofilii i limfocytów, stężenia kortykosteronu, glukozy i cholesterolu. Ostatniego dnia eksperymentu z każdej z 6 podgrup wybrano po 10 zwierząt o masie ciała zbliżonej do średniej masy ciała osobników w grupie. Kurczęta te pozbawiono dostępu do paszy na 12 godzin, ubito, odpierzono i wypatroszono. Następnie na pobranych mięśniach piersiowych i mięśniach ud dokonano oceny cech fizykochemicznych i sensorycznych mięsa. Wykonano także analizę składu chemicznego mięsa drobiowego. W trakcie trwania doświadczenia pięciokrotnie przeprowadzono pomiar emisji hałasu, zarówno w zakresie słyszalnym (skala A), jak i w zakresie infradźwięków (skala G) w 3 punktach- miejscach utrzymania zwierząt. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu SAS.

Na podstawie zrealizowanego doświadczenia stwierdzono, że wraz ze zwiększaniem się odległości od siłowni wiatrowej poziom hałasu słyszalnego i infradźwiękowego malał. Poziom hałasu infradźwiękowego był na każdym z trzech stanowisk badawczych wyższy od poziomu hałasu słyszalnego. Wyniki dotyczące hałasu dla charakterystyki częstotliwościowej A w odległości 50 m i 500 m, świadczą, że badana turbina stanowi zagrożenie hałasowe dla środowiska. Stężenie kortykosteronu, cholesterolu, glukozy oraz stosunek heterofilii do limfocytów we krwi kurcząt brojlerów mieściły się w granicy norm fizjologicznych. Na podstawie tych 4 parametrów krwi nie można stwierdzić, by hałas generowany przez siłownię wiatrową (bez względu na miejsce utrzymania zwierząt) stanowił źródło stresu dla badanych ptaków. Kurczęta brojlery utrzymywane 1000 m od turbiny wiatrowej miały wyższą końcową masę ciała i przyrosty masy ciała oraz niższe spożycie paszy na 1 kg

przyrostu masy ciała od tych umieszczonych w odległości 50 m i 500 m. Miejsce utrzymania kurcząt brojlerów (odległość od siłowni wiatrowej) nie miało wpływu na pozostałe wskaźniki opisujące wyniki produkcyjne. Kurczęta rzeźne utrzymywane 1000 m od siłowni wiatrowej miały wyższą, a 50 m- niższą masę tuszki patroszonej z szyją. Nie stwierdzono wpływu odległości przebywania ptaków od masztu turbiny na pozostałe parametry charakteryzujące cechy rzeźne. Wyniki dotyczące analizy rzeźnej pozwalają scharakteryzować mięso zwierząt ze wszystkich badanych grup jako produkt dobrej jakości. Nie wykazano wpływu odległości przebywania ptaków od siłowni wiatrowej na cechy fizykochemiczne i sensoryczne mięsa oraz na skład chemiczny mięśni piersiowych brojlerów kurzych. Uzyskane rezultaty pozwalają zakwalifikować oceniane mięso jako produkt dobrej jakości. Odnotowano wpływ zróżnicowanego żywienia oraz miejsca utrzymania ptaków na wartość stosunku H:L, stężenie kortykosteronu, glukozy oraz cholesterolu we krwi zwierząt. Dodatek ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt brojlerów nie miał wpływu na stężenie kortykosteronu, cholesterolu, glukozy oraz stosunek H:L we krwi kurcząt rzeźnych, z wyjątkiem stężenia kortykosteronu we krwi 21-dniowych ptaków. Wykazano wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania zwierząt na końcową masę ciała, przyrosty masy ciała w trakcie całego doświadczenia, spożycie paszy oraz na wykorzystanie paszy przez rosnące ptaki. Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej na wyniki produkcyjne uzyskane przez kurczęta brojlery. Stwierdzono wpływ dodatku ziół do mieszanki paszowej dla kurcząt rzeźnych oraz miejsca utrzymania ptaków na masę tuszki patroszonej z szyją. Nie odnotowano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla brojlerów kurzych na wskaźniki charakteryzujące wydajność rzeźną i zawartość składników tkankowych tuszek. Nie stwierdzono wpływu dodatku mieszanki ziół do paszy pełnoporcjowej dla kurcząt brojlerów oraz miejsca utrzymania ptaków na parametry określające cechy

fizykochemiczne, sensoryczne i skład chemiczny mięsa drobiowego. Nie wykazano wpływu dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej dla kurcząt rzeźnych na wskaźniki opisujące jakość i skład chemiczny mięsa badanych ptaków.

Na podstawie analizy wyników pomiaru hałasu i wyników produkcyjnych uzyskanych na kurczętach brojlerach należy stwierdzić, że w rozpatrywanym przypadku minimalnym dystansem dzielącym siłownię od budynków mieszkalnych i inwentarskich powinna być odległość 1000 m.

Słowa kluczowe: kurczęta brojlery, siłownia wiatrowa, zioła, wyniki produkcyjne, analiza krwi, analiza rzeźna, jakość mięsa, hałas, stres

10. ABSTRACT

According to “Energy Policy in Poland till year 2030” the proportion of alternative energy sources in total energy consumption is to increase to 15 % in 2020 and to 20% in 2030. The development of the renewable energy sources, among them, derived from the wind energy is a positive and needed process. However reports on the negative effects of wind turbines on the environment and the lack of legal regulations regarding the safe distance of these turbines from human habitat and animal farms are causing protests of the local communities against erecting new wind power plants. Therefore, it is necessary to conduct a research, to determine the effects of the wind power plants on the surrounding areas, and further, to develop appropriate regulations to establish the safe distances.

Such an experiment with, the aim to evaluate the effects of introducing herbal compounds to the diet of the broiler chickens in order to increase a resistance to the stress factor of noise generated by the wind turbines, to improve the quality of carcasses and meat, to determine the effects of the wind turbine tower distance from the chicken farm, the overall production costs and profitability, has been conducted.

The study was conducted on 144 one-day old broiler chickens Ross 308 divided in 2 groups, 72 birds each; first, the control group, was fed full portioned commercial mix without the herbal compound; the second, the experimental group, has been fed with diet enriched with 2,5% of dried herbs mix, consisting of *Melissa officinalis, Salvia officinalis, Urtica dioica,* mixed in proportion 1:1:1. Next, the animals from each group has been subdivided into 3 subgroups of 24 chickens in a group kept at different distance from the wind turbine: 50 m- group I; 500 m- group II; 1000 m- group III. The total amount of the fodder consumed by the birds, the losses of animals during the experiment and the weight of the animals at the beginning, and at the end has been

recorded. Obtained results allowed to calculate the FCR and EWW indicators. Additionally, three times blood samples were taken to mark the corticosterone, glucose and cholesterol concentrations and the number of heterophil and lymphocytes. On the last day of the experiment, from each of the 6 subgroup 10 animals weighing approximately the average group weight were collected, had the access to food restricted for 12 hours, then slaughtered and eviscerated. Next, the breast and thigh muscles were submitted to physicochemical and organoleptic testing, a chemical analysis of poultry meat has been also done. During the experiment the noise emissions have been measured 5 times within the audible spectrum (scale A) and the infrasound spectrum (scale G) at the three locations where the animals were kept. Obtained results submitted to a statistical analysis using the SAS program.

It has been stated on the basis of the conducted experiment that with the wind turbine distance increase from the animal farm the level of audible and infrasound noise was decreasing. The level of the infrasound noise at each of the three observed locations was higher than the audible noise. The results regarding the characteristic frequencies A at the 50 m and 500 m distance indicate that the tested wind turbine presents a noise treat to the environment. Concentrations of corticosterone, cholesterol, glucose and the heterophil to lymphocyte ratio in the animal's blood were within the physiological norms; on the basis of these 4 indicators it cannot be said that the noise generated by the wind turbine, regardless of the locations constituted a stress source for the observed birds. Chickens kept at the 1000 m away from the turbine have had higher final body mass, higher body weight gains and lower food intake per 1 kg body weight gain, though than the chickens kept at 50 m or 500 m distance from the turbine. The location of the enclosure where the animals were raised had no apparent influence on the remaining production results. Chickens kept at the 1000 m distance from the wind turbine had larger and the chickens kept at the 50 m distance smaller mass of the eviscerated carcass with the neck. The

turbine distance had not an observable effect on other slaughter parameters. Obtained results let qualify the meat from all the experimental birds as good quality product. The turbine distance has not shown any influence on the physicochemical and organoleptic properties or on the chemical content of the breast muscles of the controlled animals. The effect of different diet and the distance from the turbine on the heterophil to lymphocyte ratio, corticosterone, cholesterol and glucose concentrations in the animal`s blood has been noted. The addition of the herbal mix had not any effect on the corticosterone, cholesterol and glucose concentrations or the heterophil to lymphocyte ratio in the blood of broiler chickens, except the concentration of corticosterone in the blood of the 21 days old birds. An influence of the different diet and the distance from the wind turbine on the final body mass, body weight gains, feed consumption and on the feed conversion ratio (FCR) in growing chickens has been noted. No effect of the addition of the herbal mix on the production results has been observed. The effect of different diet and the distance from the turbine on the mass of the eviscerated carcass with the neck has been noted. No effect of the addition of the herbal mix on the characteristic indicators of slaughter-yield or carcass tissue content has been observed. Also no effect of different diet and the distance from the wind turbine on the physicochemical and organoleptic parameters and on the chemical content of the poultry meat has been shown. No effect of the addition of the herbal mix on the meat quality and on the chemical content of the poultry meat has been observed.

From the analysis of the results measuring the turbine generated noise and the productions outcome gained from the experiment it can be concluded that, the minimum distance separating the wind power turbine from the human habitat and livestock installations should be 1000 m.

Key words: broiler chickens, wind power turbine, herbs, productions results, blood analysis, slaughter analysis, meat quality, noise, stress

I. WYKAZ SKRÓTÓW

DFD- ang. dark, firm, dry; wada mięsa, mięso ciemne, twarde, suche
EWW- europejski wskaźnik wydajności
FCR- ang. feed conversion ratio; wykorzystanie paszy- zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała
HAWT- ang. Horizontal Axis Wind Turbines; turbiny wiatrowe o poziomej osi obrotu wirnika
IN- indeksu nacieku
parametr a* - udział czerwieni w mięsie
parametr b* - udział barwy żółtej w mięsie
parametr C*- nasycenie barwy mięsa
parametr h^o - hue angle, ton barwy mięsa
parametr L* - jasność mięsa
PSE- ang. pale, soft, exudative; wada mięsa, mięso jasne, miękkie, wodniste-cieknące
SD- odchylenie standardowe
stosunek H:L- stosunek heterofilii do limfocytów
VAD- ang. vibroacoustic disease; choroba wibroakustyczna
WHC- ang. water holding capacity; wodochłonność mięsa
x- średnia arytmetyczna

II. SPIS TABEL ZAMIESZCZONYCH W TEKŚCIE

Tabela 1. Liczba instalacji i moc farm wiatrowych w Polsce (stan na 30.06.2014).....27

Tabela 2. Reakcja organizmu ludzkiego w zależności od natężenia hałasu.....32

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych w 1 kg mieszanki paszowej...39

III. SPIS TABEL- DOKUMENTACJA

Tabela 4. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na wyniki produkcyjne uzyskane przez kurczęta brojlery.....49

Tabela 5. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stężenie kortykosteronu we krwi kurcząt brojlerów [ng · mL^{-1}].....51

Tabela 6. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stosunek heterofilii do limfocytów we krwi kurcząt brojlerów.....53

Tabela 7. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stężenie cholesterolu we krwi kurcząt brojlerów [mg · mL^{-1}].....55

Tabela 8. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na stężenie glukozy we krwi kurcząt brojlerów [mg · mL^{-1}].....56

Tabela 9. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na masę tuszki, wydajność rzeźną i zawartość składników tkankowych tuszek kurcząt brojlerów.....59

Tabela 10. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na pH, plastyczność i kruchość mięsa oraz podstawowe cechy związane z jego uwodnieniem.....62

Tabela 11. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na podstawowe cechy określające barwę mięsa.....64

Tabela 12. Wpływ dodatku ziół do mieszanki pełnoporcjowej i odległości utrzymania od siłowni wiatrowej na skład chemiczny mięśni piersiowych kurcząt brojlerów [%].....67

IV. SPIS RYCIN ZAMIESZCZONYCH W TEKŚCIE

Rycina 1. Strefy energetyczne wiatru w Polsce.....26

V. SPIS RYCIN- DOKUMENTACJA

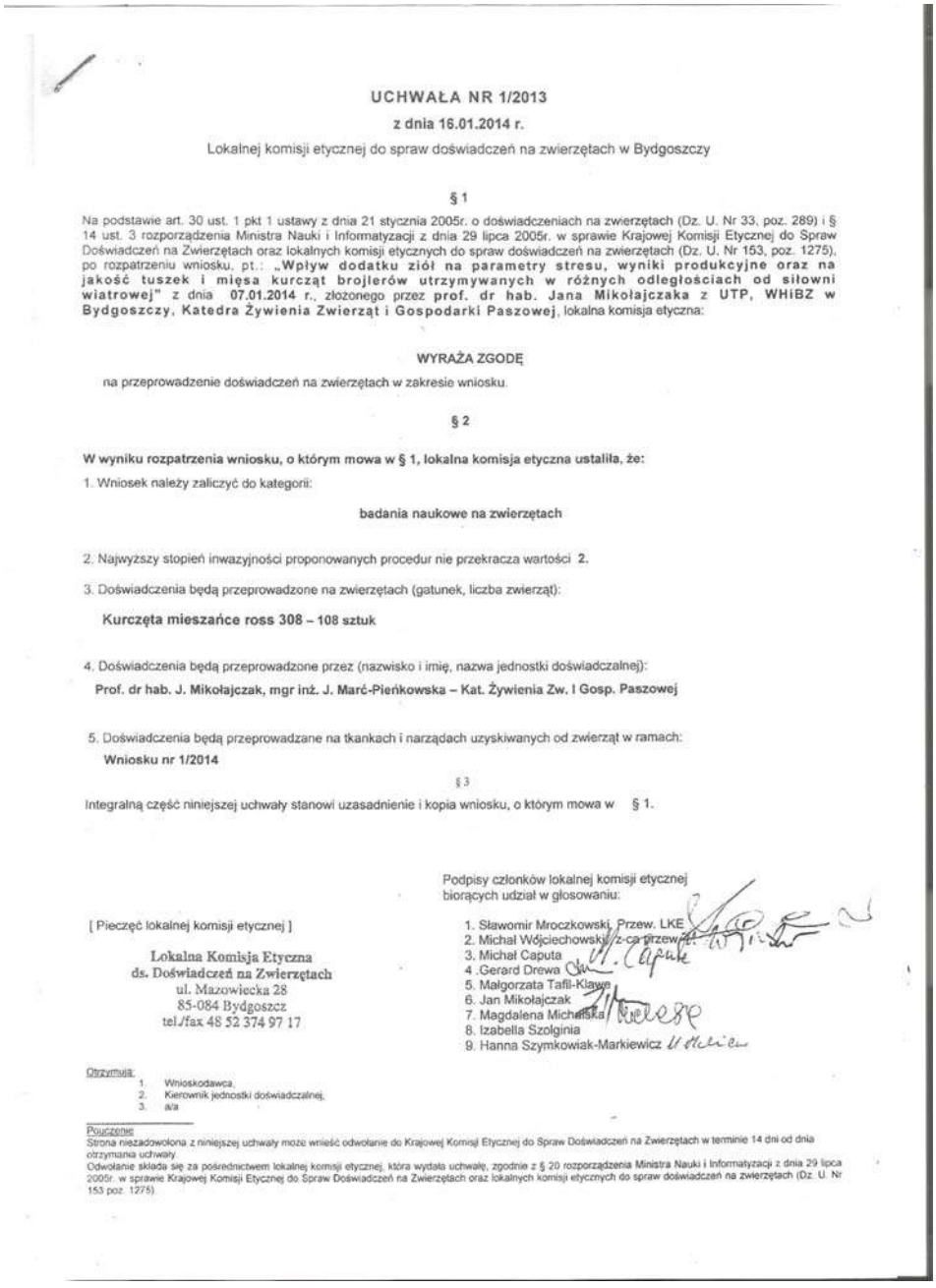
Rycina 2. Wartości średnie pomiarów hałasu uzyskanych w trakcie badań.....68

VI. SPIS FOTOGRAFII

Fotografia 1. Obiekt doświadczalny- siłownia wiatrowa w miejscowości Rypałki.....38
Fotografia 2. Pobieranie krwi od zwierząt doświadczalnych.....41
Fotografia 3. Wykonywanie rozmazów służących określeniu wartości stosunku heterofilii do limfocytów we krwi zwierząt doświadczalnych.....42
Fotografia 4. Elementy pojedynczej tuszki.....43
Fotografia 5. Próbki mięsa kurcząt brojlerów przygotowane do analizy.....44
Fotografia 6. Pomiar barwy mięśni piersiowych *m. pectoralis major*.....45

VII. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1. Zgoda Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doswiadczeń na Zwierzętach w Bydgoszczy



UCHWAŁA NR 1/2013

z dnia 16.01.2014 r.

Lokalnej komisji etycznej do spraw doświadczeń na zwierzętach w Bydgoszczy

§ 1

Na podstawie art. 30 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 21 stycznia 2005r. o doświadczeniach na zwierzętach (Dz. U. Nr 33, poz. 289) i § 14 ust. 3 rozporządzenia Ministra Nauki i Informatyzacji z dnia 29 lipca 2005r. w sprawie Krajowej Komisji Etycznej do Spraw Doświadczeń na Zwierzętach oraz lokalnych komisji etycznych do spraw doświadczeń na zwierzętach (Dz. U. Nr 153, poz. 1275), po rozpatrzeniu wniosku, pt.: **„Wpływ dodatku ziół na parametry stresu, wyniki produkcyjne oraz na jakość tuszek i mięsa kurcząt brojlerów utrzymywanych w różnych odległościach od siłowni wiatrowej"** z dnia **07.01.2014** r., złożonego przez **prof. dr hab. Jana Mikołajczaka z UTP, WHiBZ w Bydgoszczy, Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej**, lokalna komisja etyczna:

WYRAŻA ZGODĘ

na przeprowadzenie doświadczeń na zwierzętach w zakresie wniosku.

§ 2

W wyniku rozpatrzenia wniosku, o którym mowa w § 1, lokalna komisja etyczna ustaliła, że:

1. Wniosek należy zaliczyć do kategorii:

badania naukowe na zwierzętach

2. Najwyższy stopień inwazyjności proponowanych procedur nie przekracza wartości **2.**

3. Doświadczenia będą przeprowadzone na zwierzętach (gatunek, liczba zwierząt):

Kurczęta mieszańce ross 308 – 108 sztuk

4. Doświadczenia będą przeprowadzone przez (nazwisko i imię, nazwa jednostki doświadczalnej):

Prof. dr hab. J. Mikołajczak, mgr inż. J. Marć-Pieńkowska – Kat. Żywienia Zw. I Gosp. Paszowej

5. Doświadczenia będą przeprowadzane na tkankach i narządach uzyskiwanych od zwierząt w ramach:

Wniosku nr 1/2014

§ 3

Integralną część niniejszej uchwały stanowi uzasadnienie i kopia wniosku, o którym mowa w § 1.

Podpisy członków lokalnej komisji etycznej biorących udział w głosowaniu:

1. Sławomir Mroczkowski, Przew. LKE
2. Michał Wójciechowski, z-ca przew.
3. Michał Caputa
4. Gerard Drewa
5. Małgorzata Tafil-Klawe
6. Jan Mikołajczak
7. Magdalena Michalska
8. Izabella Szolginia
9. Hanna Szymkowiak-Markiewicz

[Pieczęć lokalnej komisji etycznej]

Lokalna Komisja Etyczna
ds. Doświadczeń na Zwierzętach
ul. Mazowiecka 28
85-084 Bydgoszcz
tel./fax 48 52 374 97 17

Otrzymują:
1. Wnioskodawca,
2. Kierownik jednostki doświadczalnej,
3. a/a

Pouczenie:
Strona niezadowolona z niniejszej uchwały może wnieść odwołanie do Krajowej Komisji Etycznej do Spraw Doświadczeń na Zwierzętach w terminie 14 dni od dnia otrzymania uchwały.
Odwołanie składa się za pośrednictwem lokalnej komisji etycznej, która wydała uchwałę, zgodnie z § 20 rozporządzenia Ministra Nauki i Informatyzacji z dnia 29 lipca 2005r. w sprawie Krajowej Komisji Etycznej do Spraw Doświadczeń na Zwierzętach oraz lokalnych komisji etycznych do spraw doświadczeń na zwierzętach (Dz. U. Nr 153 poz. 1275).