

Karrar Imad Abdulsahib Al-Shammari

## Wykorzystanie wybranych ekstraktów roślinnych w różnych aspektach użytkowania przepiórki japońskiej

Autoreferat pracy doktorskiej

Praca wykonana w  
Katedrze Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej

**Promotor:** Dr hab. Magdalena Gryzińska

**Promotor pomocniczy:** Dr inż. Justyna Batkowska

**Recenzenci:**

Dr hab. Daria Murawska, prof. nadzw. UWM  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Dr hab. Marek Adamski, prof. nadzw. UTP  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy  
w Bydgoszczy

Lublin 2017

## **Spis treści**

### **Autoreferat pracy doktorskiej**

Wstęp	3
Cel pracy oraz hipotezy badawcze	3
Doświadczenie I	4
Doświadczenie II	7
Doświadczenie III	14
Wnioski	24

## Wstęp

Rośliny lecznicze i ich ekstrakty były używane już w starożytności, ceniono je za specyficzny aromat i różnorodne właściwości lecznicze. Większość roślin leczniczych zawiera związki o właściwościach antymikrobiologicznych, o działaniu profilaktycznym i terapeutycznym przeciwko bakteriom, grzybom, pierwotniakom, drożdżakom i pleśniam. Aktywnymi składnikami roślin leczniczych o działaniu przeciwzapalnym są terpeny, związki fenolowe i flawonoidy. Substancje zawarte w tych roślinach zwiększają aktywność limfocytów, makrofagów i komórek NK (natural killer), a także zwiększają fagocytozę lub/i stymulują syntezę interferonu.

Współczesna nauka dowiodła, że rośliny lecznicze i surowce zielarskie, bogate w składniki biologiczne, mają zastosowanie nie tylko w medycynie człowieka, ale także mogą istotnie wpływać na poprawę efektów produkcyjnych, fizjologicznych i rozrodczych zwierząt, a także mają działanie terapeutyczne przeciwko wielu dotykającym je chorobom. Zioła i przyprawy zaczęto używać w żywieniu zwierząt w celu zwiększenia wykorzystania składników pokarmowych z paszy. Ich aktywne składniki poprawiają trawienie i stymulują metabolizm komórkowy.

Zioła, ich ekstrakty, bądź olejki eteryczne, zawierają związki bioaktywne, które mogą poprawiać jakość produktów drobiarskich (mięsa i jaj), zaś ich zastosowanie jako antyoksydantów jest ważne nie tylko dla zdrowia ptaków, ale także dla stabilności oksydacyjnej pozyskiwanych od nich surowców. Rośliny lecznicze zasługują na uwagę, jako mogące przyczynić się do znaczącej poprawy efektów produkcyjnych drobiu, statusu zdrowotnego, a co za tym idzie dobrostanu, oraz stanowić bezpieczną alternatywę dla antybiotyków paszowych.

## Cel i hipotezy badawcze

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania wybranych naturalnych ekstraktów roślinnych, imbiru (GR, *Zingiber officinale*), czosnku (GC, *Allium sativum*), oregano (O, *Origanum vulgare*) i cynamonu (C, *Cinnamomum zylenicum*) w różnych aspektach użytkowania przepiórki japońskiej.

Opierając się na dostępnym piśmiennictwie, sformułowano trzy hipotezy badawcze:

1. Naturalne składniki zawarte w surowcach roślinnych mogą wywierać hamujący wpływ na rozwój mikroorganizmów podczas inkubacji jaj wylęgowych;
2. Iniekcja *in ovo* roztworów roślinnych podczas inkubacji może wpływać na wyniki lęgu, stymulować rozwój zarodkowy ptaków, a w późniejszym okresie modyfikować parametry związane z użytkowaniem mięsnym;

3. Dodatek ekstraktów roślinnych do paszy może poprawiać wskaźniki produkcyjne związane z użytkowaniem nieśnym oraz niwelować stres oksydacyjny.

Ze względu na obszerność zagadnienia celem weryfikacji hipotez badawczych przeprowadzono trzy odrębne doświadczenia, materiał i metody opisano osobo dla każdego z nich.

Badania przeprowadzono za zgodą II Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Lublinie (Zezwolenie 16/2014 z dn. 17.11.2017).

## **Doświadczenie I**

Celem pracy była ocena właściwości antymikrobiologicznych wodnych ekstraktów imbiru (GR), czosnku (GC), oregano (O) i cynamonu (C) jako bezpiecznych i alternatywnych substancji dla tradycyjnej dezynfekcji jaj wylęgowych, przez pary formaldehydu, które mogą wykazywać niekorzystne działanie na zarodki ptaków, a także na jakość piskląt oraz zdrowie ludzi obsługujących wylęgarnie.

### **Materiał i metody**

Materiał do badań stanowiło 2400 jaj wylęgowych (masa ok. 10,5 g) pochodzących od 14 tygodniowych przepiórek japońskich. Przed inkubacją jaja podzielono losowo na 6 grup, po 400 jaj (4 podgrupy replikacyjne w każdej). Jaja z pierwszej grupy nie były dezynfekowane (NC, kontrola negatywna), jaja z drugiej grupy dezynfekowano parami formaldehydu (PC, kontrola pozytywna). Do dezynfekcji jaj w grupach 3., 4., 5. i 6. zastosowano odpowiednio wodne (5%) ekstrakty GR, GC, O i C. Jaja lęzono w aparacie lęgowym BIOS w standardowych warunkach inkubacji:

- komora lęgowa: temperatura 37,6-38,0°C; wilgotność względna 50-65%
- komora klujnikowa: temperatura 37,0-37,5°C; wilgotność względna 75-80%

Pisklęta utrzymywano przez kolejne 14 dni. Ptaki karmiono *ad libitum* mieszanką przeznaczoną dla przepiórek typu mięsnego.

### **Badane cechy**

Wszystkie jaja, w tym jaja zapłodnione, niezapłodnione i zamarłe w zważono, określając przewodność wodną skorupy (K), jako kryterium utraty masy jaja. Rejestrowano liczbę piskląt wyklutych, kalekich i martwych zarodków. Masę ciała i przeżywalność piskląt rejestrowano 1., 7. i 14. dniu życia.

Do badań mikrobiologicznych przeznaczono jaja w 14 dniu inkubacji. 12 jaj z każdej grupy umieszczono w sterylnych pojemnikach zawierających 50 ml PBS z 3 kroplami TWEEN 80. Próbkę

rozcieńczono w PBS i wysiano na sterylne podłoże w celu uzyskania całkowitej liczby bakterii, drożdży i grzybów. Po inkubacji kolonie liczono i przedstawiono jako CFU/1 ml płynu. Preparaty bakteryjne barwiono metodą Grama, a identyfikację kolonii przeprowadzono przy pomocy badania mikroskopowego i testu biochemicznego API.

Dane analizowano przy użyciu pakietu statystycznego SPSS 20.0PL. Normalność rozkładu danych weryfikowano przy użyciu testu Kolmogorowa-Smirnowa. Poziom istotności określono jako 5% ( $p \leq 0,05$ ). Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA z testem Tukey'a. Śmiertelność, wylęgowość i liczbę bakterii tworzących kolonie zweryfikowano przy użyciu nieparametrycznego testu  $\chi^2$ .

### Wyniki

Nie stwierdzono różnic (tabela 1) dla wylęgowości z jaj zapłodnionych, śmiertelności zarodków i liczby piskląt kalekich między poszczególnymi grupami. Jaja ze wszystkich grup poddanych dezynfekcji i NC nie różniły się istotnie pod względem przewodności wodnej skorupy (K). Roztwór dezynfekujący C doprowadził do ograniczenia ubytku masy jaj zapłodnionych (%).

Tabela 1. Wyniki lęgów przepiórki japońskiej w zależności od dezynfekcji jaj wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa						$\chi^2$ (p-value)
	NC	PC	GR	GC	O	C	
Wylęgowość z jaj zapłodnionych (%)	81,20	84,85	71,97	73,23	83,09	80,80	0,940
Śmiertelność zarodków (%)	18,80	15,15	28,03	26,77	16,91	19,20	0,242
Pisklęta kalekie (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
							SEM
Przewodność wodna skorupy (K) jaj zapłodnionych	0,151 <sup>ab</sup>	0,208 <sup>a</sup>	0,182 <sup>ab</sup>	0,207 <sup>ab</sup>	0,165 <sup>ab</sup>	0,111 <sup>b</sup>	0,009
Ubytek masy (%) jaj zapłodnionych	10,01 <sup>a</sup>	14,07 <sup>a</sup>	12,29 <sup>a</sup>	28,86 <sup>a</sup>	11,16 <sup>a</sup>	7,51 <sup>b</sup>	1,467

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie  $p \leq 0,05$

Nie stwierdzono różnic dla masy ciała piskląt z grup GR, GC, O oraz między NC a PC w 1. i 14. dniu po wylęgu. Nie odnotowano różnic w przeżywalności w okresie po wylęgu w zależności od grupy (tabela 2).

Tabela 2. Masa ciała i przeżywalność przepiórki japońskiej w zależności od dezynfekcji jaj wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa	SEM
-------	-------	-----

	NC	PC	GR	GC	O	C	
Masa ciała							
jednodniówek	6,93 <sup>a</sup>	6,80 <sup>ab</sup>	6,89 <sup>a</sup>	6,66 <sup>ab</sup>	6,78 <sup>ab</sup>	6,28 <sup>b</sup>	0.061
7 doba	19,82 <sup>ab</sup>	19,20 <sup>ab</sup>	20,70 <sup>a</sup>	18,31 <sup>b</sup>	15,88 <sup>c</sup>	14,53 <sup>c</sup>	0.290
14 doba	42,35 <sup>ab</sup>	42,96 <sup>ab</sup>	44,06 <sup>ab</sup>	44,54 <sup>a</sup>	39,92 <sup>b</sup>	32,27 <sup>c</sup>	0.565
							96,84
Przeżywalność (%)	96,84	97,62	98,95	100,00	100,00	96,84	0.190

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 3. Liczba grzybów i bakterii na skorupach jaj przepiórki japońskiej w zależności od dezynfekcji wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa						
	NC	PC	GR	GC	O	C	SEM
Całkowita liczba grzybów*	0,96 <sup>b</sup>	1,36 <sup>a</sup>	1,18 <sup>a</sup>	0,00	1,00 <sup>b</sup>	0,92 <sup>b</sup>	0,285
Całkowita liczba bakterii*	1,67 <sup>c</sup>	1,53 <sup>c</sup>	1,70 <sup>c</sup>	2,17 <sup>b</sup>	2,55 <sup>a</sup>	2,14 <sup>b</sup>	0,062
Zidentyfikowane gatunki bakterii**							$\chi^2$ (p-value)
<i>E. coli</i>	9,80	14,6	10,6	0,00	0,80	8,10	0,025
<i>Salmonella spp.</i>	7,60	8,30	23,4	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Staphylococcus aciuri</i>	44,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	13,0	0,00	0,00	40,0	0,00	5,40	0,000
<i>Staphylococcus spp.</i>	5,40	20,8	31,9	0,00	0,00	14,9	0,000
<i>Streptococcus spp.</i>	17,4	50,0	14,9	60,0	99,2	60,8	0,000
Bakterie niezidentyfikowane	2,20	6,30	19,1	0,00	0,00	10,8	0,002

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; \* – Log<sub>10</sub> CFU/1ml;  
\*\* – % wszystkich kolonii

W tabeli 3 przedstawiono wyniki analiz mikroflory na skorupach jaj w zależności od sposobu dezynfekcji. W grupie GC nie stwierdzono kolonii grzybów. Ekstrakty roślinne spowodowały redukcję liczebności kolonii bakterii: *E. coli* w grupie GC, *Salmonella spp.* W grupach GC, O i C, *Staphylococcus aciuri* we wszystkich grupach, *Staphylococcus epidermidis* w PC, GR i O, oraz *Staphylococcus spp.* i bakterii niezidentyfikowanych w grupie GC i O.

## Doświadczenie II

Celem pracy była ocena potencjalnego wpływu wodnych roztworów imbiru (GR), czosnku (GC), oregano (O) i cynamonu (C) jako naturalnych substancji podanych poprzez iniekcję *in ovo* na wyniki lęgu, wybrane parametry produkcyjne oraz status fizjologiczny wyklutych piskląt. Rejestrowano także cechy związane z dojrzałością płciową samic. Założono, że ekstrakty roślinne mogą wykazywać pozytywny wpływ poprzez stymulację rozwoju embrionalnego oraz działanie antyoksydacyjne.

### Material i metody

Materiał do badań składał się z 2400 jaj wylęgowych. Przed inkubacją jaja ponumerowano i losowo podzielono na 6 grup, po 400 jaj w grupie (4 podgrupy replikacyjne w każdej). W 5 dniu inkubacji jaja poddano zabiegowi iniekcji *in ovo* 1% roztworem ekstraktu roślinnego (0,1 ml) do komory powietrznej. Zastosowano analogiczne parametry lęgu oraz odchowu piskląt, jak w poprzednim doświadczeniu. Ptaki utrzymywano do 7. tygodnia.

### Badane cechy

Oceniano te same parametry lęgu, jak w poprzednim doświadczeniu. Po wylęgu cotygodniowo rejestrowano masę ciała, pobranie paszy, współczynnik wykorzystania paszy, wskaźnik wykorzystania białka, współczynnik wykorzystania energii (z paszy), współczynnik efektywności odchowu i śmiertelność. Po uboju wykonano uproszczoną analizę dysekcyjną tuszek. Określono udział poszczególnych elementów tuszki oraz podrobów jadalnych i tłuszczu okołojelitowego w masie ciała.

W tkance mięśniowej określono wartość pH mięsa (15 i 60 minut, a także 24 godziny po uboju), wyciek termiczny oraz wodochłonność.

Morfometrię przewodu pokarmowego określono przy użyciu taśmy pomiarowej i suwmiarki. Odczyty pH dla każdego z odcinków przewodu pokarmowego wykonano pobierając po 1 g treści.

Pobrane fragmenty jelit umieszczano w 4% roztworze formaliny, odwodniano i zatapiano w parafinie. Preparaty o grubości 4  $\mu\text{m}$  barwiono metodą HE. Pomiary kosmków i krypt wykonano przy użyciu mikroskopu optycznego wyposażonego w aparat fotograficzny oraz komputer z oprogramowaniem do pomiaru uzyskanych obrazów

Krew do badań pobierano z żyły skrzydłowej do próbek zawierających antykoagulant K3-EDTA. W krwi pełnej oznaczono liczbę krwinek czerwonych (RBC), liczbę białych krwinek (WBC), stężenie hemoglobiny (Hgb) i hematokryt (PCV). Obliczono również średnią objętość

krwinek czerwonych (MCV), średnią masę hemoglobiny w krwince (MCH) i średnie stężenie hemoglobiny w krwince (MCHC). Zmierzono stężenia enzymów antyoksydacyjnych, w tym dysmutazę nadtlenkową (SOD) i katalazę (CAT), a także obliczono wskaźniki statusu redukcyjnego, w tym wodoronadtlenków lipidowych (LOOH) i dialdehydu malonowego (MDA). Oznaczano stężenie glukozy (GLU), białka całkowitego (TP), kreatyny (CREAT), triglicerydów (TG), cholesterolu całkowitego (CHOL), i jego frakcji HDL, HDL i LDL. Zbadano także następujące wskaźniki enzymatyczne: aminotransferazę alaninową (ALT), aminotransferazę asparaginianową (AST), dehydrogenazę mleczanową (LDH),  $\gamma$ -glutamylotransferazę (GGT), fosfatazę alkaliczną (ALP) oraz poziom wapnia (Ca) i fosforu (P). Do oznaczania stężenia nieestryfikowanego kwasu tłuszczowego (NEFA) zastosowano metodę kolorymetryczną.

Wiek dojrzałości płciowej samic określano jako dzień zniesienia pierwszego jaja. W ciągu 7 tygodni codziennie rejestrowano liczbę zniesionych jaj.

Dane liczbowe analizoano przy pomocy pakietu statystycznego SPSS 20.0PL. Przeprowadzono test Kolmogorowa-Smirnova w przypadku normalności rozkładu danych. Poziom istotności określono jako 5%. Uzyskane dane liczbowe zostały zweryfikowane za pomocą testu t-testowego, jedno- i dwuczynnikowej analizy wariancji oraz testu Tukey'a. Model statystyczny uwzględniał grupy iniekcji *in ovo* (IO) oraz interakcje pomiędzy IO a płcią. Test  $\chi^2$  wykorzystano do analizy danych nieparametrycznych (np. śmiertelności i wylęgowości).

## **Wyniki**

Uzyskane wyniki (tabela 4) potwierdziły, że ekstrakty roślinne zastosowane we wszystkich grupach zmniejszyły wartości wskaźników lęgu. W grupie NC uzyskano najlepsze wyniki lęgów w stosunku do innych grup. Grupa GR miała najmniejsze wartości w *K* i ubytek masy jaj zapłodnionych.

W tabeli 5 zestawiono efekty produkcyjne ptaków. Największą masę w dniu wyklucia miały pisklęta grupy C, w porównaniu do piskląt z innych grup. Ptaki ze wszystkich grup iniekowanych *in ovo* charakteryzowały się wyższą końcową masą ciała w stosunku do ptaków z grupy NC. Analogiczne zależności odnotowano w odniesieniu do pobrania paszy. Natomiast całkowite wykorzystanie paszy, a także białka i energii, wartości tych parametrów były zbliżone niezależnie od grupy. Znotowano znacząco niższą śmiertelność ptaków w grupach iniekowanych *in ovo*, w porównaniu do grupy NC.



Tabela 4. Parametry legu przepiórki japońskiej po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa						$\chi^2$ ( <i>p</i> -value)
	NC	PC	GR	GC	O	C	
Wylęgowość z jaj zapłodnionych (%)	88,20	83,80	65,50	58,40	44,00	59,70	0,000
Śmiertelność zarodków (%)	11,82	16,18	34,47	41,59	55,46	40,30	0,000
Pisklęta kalekie (%)	0,000	1,150	0,560	4,700	0,560	1,420	0,000
Przewodność wodna skorupy (K) jaj zapłodnionych	0,179 <sup>a</sup>	0,173 <sup>a</sup>	0,135 <sup>b</sup>	0,169 <sup>a</sup>	0,180 <sup>a</sup>	0,182 <sup>a</sup>	0,003
Ubytek masy (%) jaj zapłodnionych	12,95 <sup>a</sup>	12,56 <sup>a</sup>	9,79 <sup>b</sup>	12,21 <sup>a</sup>	13,04 <sup>a</sup>	13,20 <sup>a</sup>	0,248

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie w zależności od testu przy  $p \leq 0,05$

Tabela 5. Efekty produkcyjne przepiórki japońskiej w 7. tygodniu życia ptaków po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa					SEM
	NC	GR	GC	O	C	
Masa ciała piskląt (g)	6,18 <sup>b</sup>	6,18 <sup>b</sup>	6,10 <sup>b</sup>	6,11 <sup>b</sup>	6,41 <sup>a</sup>	0,038
Końcowa masa ciała (g)	162,72	170,89	172,84	174,09	169,75	1,391
Pobranie paszy (g)	689,83 <sup>b</sup>	737,63 <sup>a</sup>	759,95 <sup>a</sup>	760,35 <sup>a</sup>	723,43 <sup>a</sup>	9,295
Współczynnik wykorzystania paszy (g/g mc)	4,42	4,51	4,57	4,54	4,43	0,059
Wskaźnik wykorzystania białka (g/g/d)	1,001	0,984	0,966	0,973	1,002	0,015
Współczynnik wykorzystania energii (g/100 kcal/d)	8,42	8,27	8,12	8,18	8,42	0,123
Współczynnik efektywności odchowu (pkt.)	6,78	7,45	7,36	7,62	7,68	0,182
Śmiertelność (%)	10,73 <sup>a</sup>	4,60 <sup>b</sup>	4,95 <sup>b</sup>	2,88 <sup>c</sup>	2,63 <sup>c</sup>	1,230

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 6. Wydajność rzeźna oraz wyniki analizy dysekcyjnej przepiórki japońskiej w 7. tygodniu życia po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa					SEM
	NC	GR	GC	O	C	
Wydajność rzeźna (%)	64,04 <sup>ab</sup>	66,21 <sup>a</sup>	63,86 <sup>b</sup>	62,22 <sup>b</sup>	64,47 <sup>ab</sup>	0,508
Mięśnie piersiowe (%)	29,37	27,55	28,28	29,76	27,98	0,288
Uda (%)	23,35	23,11	23,17	23,19	23,42	0,179
Podudzia (%)	8,04 <sup>a</sup>	9,91 <sup>a</sup>	6,13 <sup>b</sup>	6,22 <sup>b</sup>	6,38 <sup>b</sup>	0,275
Skrzydła (%)	9,99	9,29	9,89	8,33	9,71	0,165
Korpus (%)	29,25	30,14	32,53	32,50	32,51	0,468
Tłuszcz okołojelitowy (%)	1,929 <sup>a</sup>	0,965 <sup>b</sup>	0,723 <sup>b</sup>	1,215 <sup>ab</sup>	1,042 <sup>b</sup>	0,084
Serce (%)	0,896	0,978	0,993	0,941	0,931	0,015
Wątroba (%)	2,104 <sup>b</sup>	2,454 <sup>a</sup>	2,256 <sup>b</sup>	2,210 <sup>b</sup>	2,388 <sup>ab</sup>	0,045
Żołądek (%)	1,720 <sup>b</sup>	2,118 <sup>a</sup>	1,872 <sup>ab</sup>	1,767 <sup>b</sup>	1,729 <sup>b</sup>	0,031

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Iniekcja *in ovo* miała wpływ na wydajność rzeźną (tabela 6) zwiększając ją istotnie w grupie GR. Istotnie niższy udział tłuszczu okołojelitowego odnotowano dla ptaków we wszystkich iniekowanych grupach, natomiast przepiórki z grupy iniekowanej imbirem charakteryzowały się większym udziałem wątroby i żołądka.

Zróznicowanie cech jakości mięśni nie było wynikiem iniekcji *in ovo*. Jednakże w grupie O, pH<sub>1</sub> mięśni udowych mierzone 15 minut po uboju było znacząco największe w porównaniu z innymi grupami (tabela 7). W tabeli 8. przedstawiono cech anatomiczne oraz kwasowość przewodu pokarmowego. Przewód pokarmowy ptaków z grup iniekowanych był cięższy i dłuższy. W wyniku iniekcji *in ovo* zwiększyły się wartości większości badanych cech. Odnotowano znacznie obniżenie wartości pH w żołądka przepiórek z grup GC, O i C. Również pH jelita grubego ptaków z grupy C było niższe niż w innych grupach.

W badaniach histologicznych jelit odnotowano stymulacyjny wpływ iniekcji *in ovo* w grupach GC, O i C (tabela 9). W tych grupach zanotowano największe wartości dla wysokości, szerokości i pola powierzchni kosmków oraz całkowitej grubości śluzówki.

Tabela 7. Jakość mięsa przepiórki japońskiej w 7. tygodniu życia po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych

Cecha	Grupa					SEM
	NC	GR	GC	O	C	
Mięśnie piersiowe						
pH <sub>1</sub> (15 min.)	5,89 <sup>ab</sup>	5,81 <sup>b</sup>	5,86 <sup>b</sup>	6,11 <sup>a</sup>	5,91 <sup>ab</sup>	0,023
pH <sub>2</sub> (1 godz.)	5,88	5,89	5,90	5,83	5,85	0,014
pH <sub>3</sub> (24 godz.)	5,92	5,85	5,88	5,89	5,93	0,015
Wyciek temiczny (%)	27,42	23,55	24,35	25,73	22,50	0,925
Wodochłonność (cm <sup>2</sup> )	9,18	8,60	8,65	7,87	8,65	0,404
Mięśnie udowe						
pH <sub>1</sub> (15 min.)	6,39 <sup>b</sup>	6,44 <sup>ab</sup>	6,55 <sup>ab</sup>	6,63 <sup>a</sup>	6,32 <sup>b</sup>	0,025
pH <sub>2</sub> (1 godz.)	6,41	6,44	6,37	6,37	6,41	0,022
pH <sub>3</sub> (24 godz.)	6,56 <sup>ab</sup>	6,58 <sup>ab</sup>	6,65 <sup>a</sup>	6,47 <sup>b</sup>	6,58 <sup>ab</sup>	0,017
Wyciek temiczny (%)	28,79	25,58	27,80	25,19	24,85	1,123
Wodochłonność (cm <sup>2</sup> )	7,18	8,01	9,02	7,62	7,70	0,520

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 8. Morfologia i kwasowość przewodu pokarmowego przepiórki japońskiej po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych (w 7. tygodnia życia ptaków)

Cecha	Grupa					Cecha
	NC	GR	GC	O	C	
Masa całkowita (g)	9,79	12,10	11,51	11,59	11,42	0,309
Długość całkowita (cm)	79,95 <sup>c</sup>	85,96 <sup>bc</sup>	91,53 <sup>ab</sup>	93,22 <sup>a</sup>	88,26 <sup>ab</sup>	0,934
Masa trzustki (g)	0,387 <sup>b</sup>	0,540 <sup>a</sup>	0,452 <sup>ab</sup>	0,483 <sup>ab</sup>	0,533 <sup>a</sup>	0,015
pH treści żołądka	5,53 <sup>a</sup>	5,11 <sup>ab</sup>	4,84 <sup>b</sup>	4,77 <sup>b</sup>	4,63 <sup>b</sup>	0,079
pH treści jelita cienkiego	6,24	6,22	6,19	6,21	6,07	0,038
pH treści jelita grubego	6,51 <sup>a</sup>	6,49 <sup>ab</sup>	6,54 <sup>a</sup>	6,55 <sup>a</sup>	6,29 <sup>b</sup>	0,024

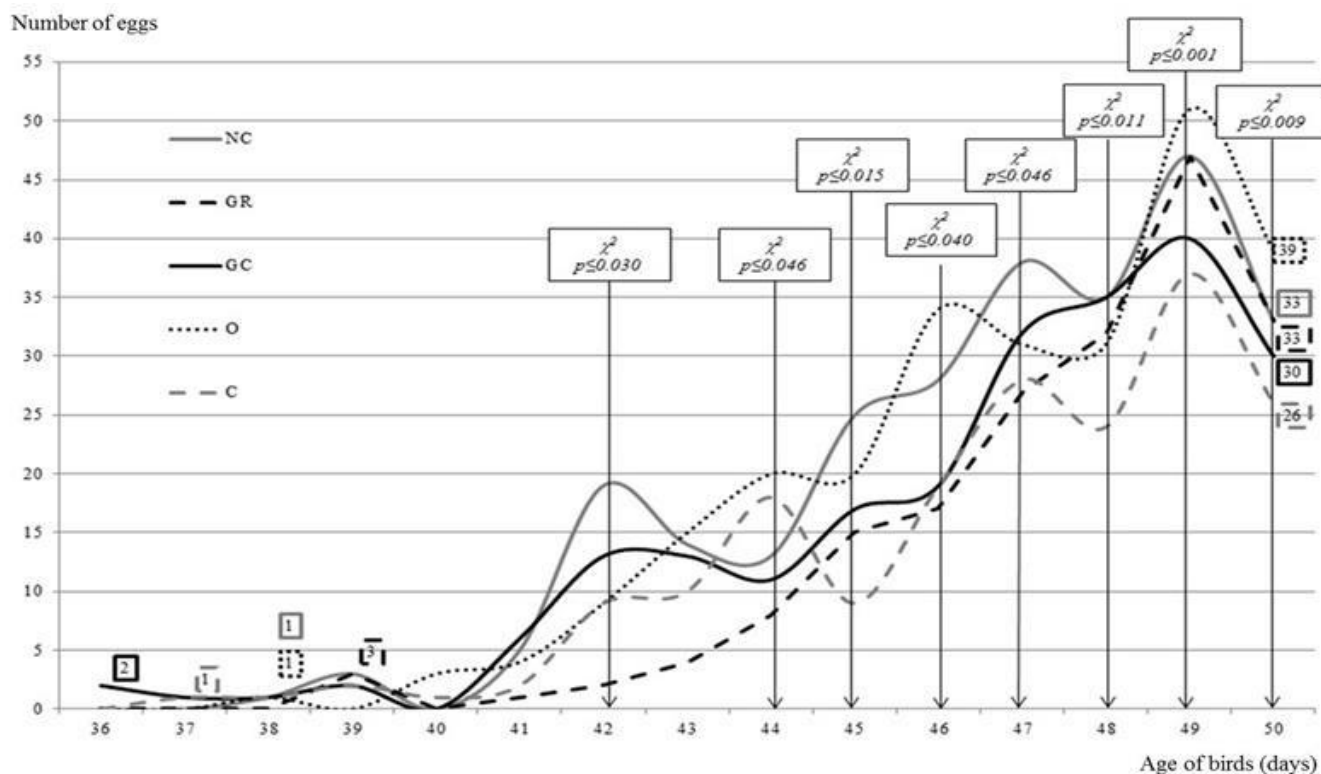
NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 9. Histomorfologia jelit przepiórki japońskiej po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych (w 7. tygodniu życia ptaków)

Cecha	Grupa					SEM
	NC	GR	GC	O	C	
Wysokość kosmków ( $\mu\text{m}$ )	407,1 <sup>b</sup>	405,9 <sup>b</sup>	553,3 <sup>a</sup>	626,9 <sup>a</sup>	617,4 <sup>a</sup>	15,05
Szerokość kosmków ( $\mu\text{m}$ )	85,7	85,3	92,8	87,1	97,0	1,960
Głębokość krypt ( $\mu\text{m}$ )	83,4	82,1	86,4	84,3	90,3	2,190
Szerokość krypt ( $\mu\text{m}$ )	46,9 <sup>ab</sup>	42,0 <sup>b</sup>	52,6 <sup>a</sup>	50,9 <sup>ab</sup>	51,1 <sup>ab</sup>	1,192
Wysokość kosmków/ głębokość krypt	5,36 <sup>b</sup>	5,26 <sup>b</sup>	6,62 <sup>ab</sup>	7,79 <sup>a</sup>	7,09 <sup>ab</sup>	0,260
Powierzchnia kosmków ( $\times 10^3 \mu\text{m}^2$ )	114,6 <sup>b</sup>	108,7 <sup>b</sup>	160,7 <sup>a</sup>	170,9 <sup>a</sup>	187,5 <sup>a</sup>	6,089
Grubość mięśniówki ( $\mu\text{m}$ )	75,53	79,67	79,31	86,36	87,51	1,819
Grubość śluzówki ( $\mu\text{m}$ )	490,5 <sup>b</sup>	488,0 <sup>b</sup>	639,7 <sup>a</sup>	711,3 <sup>a</sup>	707,7 <sup>a</sup>	15,46

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Przepiórki z grup GC i C najwcześniej osiągnęły dojrzałość płciową, odpowiednio w 36. i 37. dniu życia (wykres 1). Nioski z grup O, NC i GR osiągnęły dojrzałość płciową odpowiednio w 38., 38. i 39. dniu. Najwięcej jaj do 50 dnia życia ptaków zebrano w grupie O, jednakże liczba jaj zależała istotnie od grupy od 42. do 50 dnia życia niosek.



Wykres 1. Dojrzałość płciowa i nieśność przepiórki japońskiej po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych (NC – kontrola negatywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon)

Tabela 10. Wybrane parametry hematologiczne przepiórki japońskiej po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych (w 7. tygodniu życia ptaków)

Cecha	Grupa					SEM
	NC	GR	GC	O	C	
PCV (%)	41,50	41,19	42,19	41,56	39,50	0,362
Hgb (g/dl)	11,69	11,06	11,31	12,13	10,96	0,160
WBC ( $\times 10^3/\text{mm}^3$ )	14,20	14,87	12,69	17,57	14,62	0,036
RBC ( $\times 10^6/\text{mm}^3$ )	3,53	3,41	3,71	3,36	3,41	0,059
H/L	0,375	0,389	0,380	0,377	0,365	0,019
MCV ( $\mu\text{m}^3$ )	118,2	121,4	114,7	123,8	116,3	2,047
MCH (pg)	33,34 <sup>ab</sup>	32,54 <sup>ab</sup>	30,73 <sup>b</sup>	36,91 <sup>a</sup>	32,25 <sup>ab</sup>	0,722
MCHC (g/dl)	28,16 <sup>ab</sup>	26,85 <sup>b</sup>	26,83 <sup>b</sup>	29,17 <sup>a</sup>	27,68 <sup>ab</sup>	0,273

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie  $p \leq 0,05$

Tabela 11. Wybrany profil biochemiczny osocza przepiórki japońskiej po iniekcji *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych (w 7. tygodniu życia ptaków)

Cecha	Grupa					SEM
	NC	GR	GC	O	C	
CHOL (mmol/l)	2,70	2,68	2,71	2,78	2,71	0,034
TG (mmol/l)	0,805	0,733	0,706	0,759	0,778	0,018
NEFA ( $\mu\text{mol/l}$ )	634 <sup>a</sup>	637 <sup>a</sup>	519 <sup>b</sup>	596 <sup>ab</sup>	651 <sup>a</sup>	14,55
GLU (mmol/l)	10,09	9,55	9,36	9,92	9,90	0,098
TP (g/dl)	3,25	2,88	3,08	3,13	3,17	0,052
AST (U/l)	223 <sup>b</sup>	183 <sup>b</sup>	236 <sup>b</sup>	311 <sup>a</sup>	236 <sup>b</sup>	12,70
ALT (U/l)	3,19 <sup>b</sup>	3,63 <sup>ab</sup>	3,84 <sup>a</sup>	3,84 <sup>a</sup>	3,81 <sup>a</sup>	0,086
GGT (U/l)	1,72	1,78	1,74	1,76	1,68	0,029
ALP (U/l)	927	943	942	962	976	8,45
LDH (U/l)	725	777	813	679	669	17,68
CREAT ( $\mu\text{mol/l}$ )	24,2 <sup>ab</sup>	23,4 <sup>ab</sup>	22,7 <sup>ab</sup>	22,6 <sup>b</sup>	25,3 <sup>a</sup>	0,365
LOOH ( $\mu\text{mol/l}$ )	25,18	26,58	24,89	26,35	29,09	3,575
MDA ( $\mu\text{mol/l}$ )	1,195	1,279	1,255	1,475	1,278	0,034
SOD (U/mol)	284,6	280,0	291,7	286,3	283,3	3,631
CAT (U/mol)	163,6	141,7	134,4	160,7	151,4	0,676

NC – kontrola negatywna, PC – kontrola pozytywna, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon;  
<sup>a, b</sup> – średnie oznaczone różnymi literami w wierszach (dla grup) różnią się istotnie  $p \leq 0,05$

Tabela 10 obrazuje parametry krwi przepiórki japońskiej. Nie wykazano różnic między grupami dla prawie wszystkich badanych cech. Tabela 11 zawiera parametry osocza krwi. Nie stwierdzono różnic między grupami dla wskaźników oksydacyjnych (LOOH, MDA, SOD i CAT),

jak również odniesieniu do takich cech jak: CHOL, TG, GLU, TP, GGT, ALP i LDH. Odnotowano niewielkie różnice w przypadku NEFA, AST, ALT i CREAT. Zauważono zróżnicowany wpływ każdego z ekstraktów roślinnych na profil biochemiczny osocza np. zarejestrowano niską wartość NEFA w grupie GC; wysokie stężenie AST i ALT w grupach O, GC i C. Ponadto, iniekcja cynamonem zwiększyła poziom CREAT.

### Doświadczenie III

Celem pracy była ocena wpływu ekstraktów imbiru (GR), czosnku (GC), oregano (O) i cynamonu (C) jako naturalnych dodatków roślinnych do paszy przepiórek japońskich oraz nadtlenu wodoru (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) w wodzie pitnej, jako czynnika stresu oksydacyjnego podczas okresu nieśności. Oceniano wybrane cechy produkcyjne, parametry fizjologiczne oraz status antyoksydacyjny ptaków.

#### Material i metody

Doświadczenie trwało od 9. do 16. tygodnia życia ptaków. Ptaki podzielono na 10 grup (po 4 podgrupy replikacyjne w każdej) w proporcji płci 4♂: 17♀ zgodnie ze schematem (tabela 12).

Tabela 12. Schemat doświadczenia (liczebność grup)

Czynnik		Grupa					Razem
		Con	GR	GC	O	C	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	(-)	84	84	84	84	84	420
	(+)	84	84	84	84	84	420
	Razem	168	168	168	168	168	840

Zastosowano dodatek 0,25% ekstraktów roślinnych do paszy i 0,2% nadtlenu wodoru w wodzie pitnej przepiórek nieśnych. Paszę i wodę zadawano *ad libitum*. Stosowano paszę granulowaną celem pełnego pokrycia zapotrzebowania ptaków na składniki pokarmowe.

#### Badane cechy

Przepiórki ważono indywidualnie, a także w każdej podgrupie replikacyjnej weryfikowano pobranie paszy oraz masę jaj. Pomiarów dokonywano co 2 tygodnie. Oszacowano wskaźnik wykorzystania paszy. Obliczano też dzienną nieśność.

Do oceny cech jakości jaj wykorzystano elektroniczny zestaw EQM (Egg Quality Measures by TSS®) i urządzenie Instron Mini 55. Oceniano cechy skorupy (masa, wytrzymałość, grubość), cechy białka (masa, wysokość, liczba jednostek Haugh'a), cechy żółtka (masa, kolor, indeks).

Do oceny profilu morfometrycznego narządów wewnętrznych oraz jelit zastosowano analogiczne metody, jak w poprzednim doświadczeniu. Wycinki wątroby umieszczano w 4% roztworze formaliny, odwodniano i zatapiano w parafinie. Preparaty o grubości 4  $\mu\text{m}$  barwiono metodą HE. Mikroskopowo histopatologiczne cechy wątroby oceniano przy użyciu mikroskopu optycznego wyposażonego w aparat fotograficzny oraz komputer z oprogramowaniem do pomiaru uzyskanych obrazów. Wszystkie zmiany w stosunku do normalnej struktury wątroby zostały opisane wg ustalonych uprzednio kryteriów.

Kwasowość przewodu pokarmowego określano tą samą metodą, jak w poprzednim doświadczeniu. W dniu uboju zebrano zawartość jelit z różnych części przewodu pokarmowego w celu oszacowania ogólnej liczby bakterii i grzybów oraz bakterii z grupy coli. Próbkę umieszczono w aseptycznych pojemnikach. Następnie po 20 g materiału umieszczono w sterylnych pojemnikach zawierających 180 ml płynu Ringera. Po inkubacji kolonie drobnoustrojów zliczano zgodnie z normami. Wyniki przedstawiono jako jednostki tworzące kolonie na 1 g analizowanego materiału (CFU/g). Aby zidentyfikować poszczególne drobnoustroje kolonie bakterii, grzybów i pleśni oceniano makroskopowo, barwiono metodą Grama, a następnie wykonywano posiewy redukcyjne. Ostateczną identyfikację przeprowadzono na podstawie biochemicznych testów API.

Analogicznie, jak w poprzednim doświadczeniu, analizowano parametry krwi i osocza, a także oceniano wylęgowość z zebranych jaj.

Dane opracowywano przy użyciu pakietu statystycznego SPSS 20.0PL. Przeprowadzono test normalności rozkładu Kolmogorova-Smirnova. Następnie istotność różnic weryfikowano za pomocą testu t-studenta oraz jedno lub dwuczynnikowej analizy wariancji i testu Tukey'a. W modelu statystycznym uwzględniono oba czynniki doświadczalne, tj. ekstrakty roślinne i nadtlenek wodoru ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), a także ich interakcję. Przyjęto 5% poziom istotności ( $p \leq 0,05$ ). Do analizy danych nieparametrycznych wykorzystano test  $\chi^2$  (np. śmiertelności, wylęgowość).

## **Wyniki**

W tabeli 13 przedstawiono efekty produkcyjne ptaków. Suplementacja ekstraktami roślinnymi nie przyczyniła się do zróżnicowania ich masy ciała. Odnotowano natomiast, obniżenie tego wskaźnika spowodowane dodatkiem nadtlenu wodoru. Również średnie dzienne pobranie paszy była zbliżone w grupach, które otrzymywały dodatki roślinne. Dodatek  $\text{H}_2\text{O}_2$  spowodował znaczne obniżenie pobrania paszy. Wskaźnik wykorzystania paszy także uległ obniżeniu we wszystkich grupach otrzymujących ekstrakty roślinne. Nie zaobserwowano żadnych różnic pomiędzy grupami suplementowanymi ekstraktami z dodatkiem  $\text{H}_2\text{O}_2$  lub bez tego dodatku.

Generalnie dodatek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> zmniejszył produkcję jaj. Pozytywny wpływ suplementacji ekstraktami roślinnymi był widoczny w średniej masie jaj, jednocześnie zaobserwowano spadek tej cechy pod wpływem stresu oksydacyjnego.

Najlepszą przeżywalność ptaków (100%) zarejestrowano w grupie GR. W przypadku tego wskaźnika, odnotowano antyoksydacyjne właściwości ekstraktów z oregano i cynamonu. Wszystkie ekstrakty roślinne, z wyjątkiem czosnku, niezależnie od dodatku nadtlenu wodoru, przyczyniły się do zwiększenia przeżywalności ptaków.

Tabela 13. Średnie wartości parametrów produkcyjnych przepiórki japońskiej suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa					SEM	
		Con	GR	GC	O	C		Razem
Masa ciała (g)	(-)	187,4 <sup>a</sup>	182,5 <sup>ab</sup>	180,0 <sup>abcd</sup>	185,9 <sup>b</sup>	181,2 <sup>abc</sup>	183,4*	0,613
	(+)	174,8 <sup>abcd</sup>	173,7 <sup>cd</sup>	173,7 <sup>cd</sup>	172,0 <sup>d</sup>	175,2 <sup>bcd</sup>	173,9	
	Razem	181,1	178,1	176,9	178,9	178,2		
Dzienne pobranie paszy (g)	(-)	26,18 <sup>abcd</sup>	27,04 <sup>ab</sup>	27,12 <sup>a</sup>	26,78 <sup>abc</sup>	27,06 <sup>a</sup>	26,84*	0,179
	(+)	24,79 <sup>bcde</sup>	24,75 <sup>cde</sup>	24,12 <sup>de</sup>	23,35 <sup>e</sup>	24,06 <sup>de</sup>	24,21	
	Razem	25,48	25,89	25,62	25,07	25,56		
Wykorzystanie paszy (g paszy/g jaja)	(-)	3,06 <sup>b</sup>	2,72 <sup>cd</sup>	2,68 <sup>cd</sup>	2,98 <sup>bc</sup>	2,65 <sup>c</sup>	2,82	0,028
	(+)	3,56 <sup>a</sup>	2,67 <sup>cd</sup>	2,78 <sup>bcd</sup>	2,83 <sup>bcd</sup>	2,61 <sup>c</sup>	2,89	
	Razem	3,31 <sup>a</sup>	2,69 <sup>c</sup>	2,73 <sup>c</sup>	2,90 <sup>b</sup>	2,63 <sup>c</sup>		
Produkcja jaj (%)	(-)	80,39 <sup>de</sup>	88,08 <sup>ab</sup>	90,36 <sup>a</sup>	81,13 <sup>cde</sup>	90,32 <sup>a</sup>	86,05*	0,599
	(+)	68,73 <sup>f</sup>	86,91 <sup>abc</sup>	82,38 <sup>b<sup>cde</sup></sup>	76,62 <sup>e</sup>	85,91 <sup>abcd</sup>	80,11	
	Razem	74,56	87,49	86,37	78,87	88,11		
Masa jaja (g)	(-)	10,68 <sup>b</sup>	11,52 <sup>a</sup>	11,41 <sup>a</sup>	11,30 <sup>a</sup>	11,48 <sup>a</sup>	11,10*	0,019
	(+)	10,22 <sup>c</sup>	10,83 <sup>b</sup>	10,77 <sup>b</sup>	10,92 <sup>b</sup>	10,89 <sup>b</sup>	10,83	
	Razem	10,45 <sup>b</sup>	11,18 <sup>a</sup>	11,09 <sup>a</sup>	11,11 <sup>a</sup>	11,19 <sup>a</sup>		
Śmiertelność (%)	(-)	4,76 <sup>ab</sup>	0,00 <sup>b</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>b</sup>	2,54	0,625
	(+)	7,94 <sup>a</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>	3,49	
	Razem	6,35 <sup>a</sup>	1,59 <sup>b</sup>	3,17 <sup>ab</sup>	2,38 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ , \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

W tabeli 14 przedstawiono cechy żółtka jaja. Wszystkie wyciągi roślinne przyczyniły się do zwiększenia intensywności barwy żółtka. Średnia wartość indeksu żółtka była większa w



grupach GR i C. Wyraźnie widoczny był także wpływ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dodatek ten znacząco obniżył wartości indeksu, barwy oraz masy żółtka.

Tabela 14. Średnie wartości cech jakości żółtka jaj przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
Indek żółtka	(-)	45,25 <sup>bc</sup>	47,64 <sup>a</sup>	46,82 <sup>abc</sup>	46,37 <sup>abc</sup>	47,72 <sup>a</sup>	46,77*	0,143
	(+)	46,15 <sup>abc</sup>	46,81 <sup>abc</sup>	46,12 <sup>abc</sup>	44,82 <sup>c</sup>	47,19 <sup>ab</sup>	46,18	
	Razem	45,69 <sup>b</sup>	47,22 <sup>a</sup>	46,46 <sup>b</sup>	45,55 <sup>ab</sup>	47,46 <sup>a</sup>		
Kolor żółtka (pkt.)	(-)	10,26 <sup>ef</sup>	11,15 <sup>bc</sup>	10,50 <sup>de</sup>	11,77 <sup>a</sup>	11,57 <sup>ab</sup>	11,05*	0,046
	(+)	9,72 <sup>f</sup>	10,68 <sup>cde</sup>	10,31 <sup>ef</sup>	11,47 <sup>ab</sup>	11,04 <sup>bcd</sup>	10,65	
	Razem	9,99 <sup>d</sup>	10,92 <sup>b</sup>	10,40 <sup>c</sup>	11,62 <sup>a</sup>	11,31 <sup>a</sup>		
Masa żółtka(g)	(-)	3,39	3,56	3,35	3,21	3,64	3,43*	0,040
	(+)	3,08	3,11	3,20	3,09	3,25	3,14	
	Razem	3,24	3,34	3,28	3,15	3,44		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ , \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 15. Średnie wartości cech jakości białka jaj przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
Wysokość białka (mm)	(-)	3,86	3,86	4,19	3,97	4,00	3,97	0,075
	(+)	4,04	4,06	4,33	4,28	4,03	4,15	
	Razem	3,95	3,96	4,26	4,13	4,01		
Jednostki Haugh'a	(-)	84,6	85,6	86,1	86,6	86,7	85,9	0,234
	(+)	87,0	87,5	87,4	87,7	87,3	87,4*	
	Razem	85,8	86,5	86,8	87,2	87,0		
Masa białka (g)	(-)	6,04	6,12	6,26	6,36	6,01	6,16*	0,044
	(+)	5,78	5,88	5,75	6,20	5,87	5,90	
	Razem	5,91	6,00	6,01	6,28	5,94		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ , \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

W tabeli 15 przedstawiono cechy jakości białka jaj. Analizując efekt ekstraktów roślinnych stwierdzono, że grupa O wykazywała najwyższą liczbę jednostek Haugh'a. Dodatek wody utlenionej także zwiększał wartość tego wskaźnika, ale jednocześnie zmniejszał średnią masę

białka. Nie odnotowano różnic pomiędzy poszczególnymi grupami suplementowanymi ekstraktami roślinnymi w zależności od czynnika stresu oksydacyjnego.

Cechy jakości skorupy jaj przedstawiono w tabeli 16. Wszystkie ekstrakty roślinne przyczyniały się do zwiększenia masy skorupy. Dodatek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> spowodował natomiast zmniejszenie jej wytrzymałości, a także spadek grubości i masy. Interakcja czynników eksperymentalnych była istotna dla wszystkich ocenianych cech skorupy jaj.

Tabela 16. Średnie wartości cech jakości skorupy jaj przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
Wytrzymałość skorupy (N)	(-)	15,60 <sup>c</sup>	17,51 <sup>a</sup>	16,71 <sup>abc</sup>	16,91 <sup>abc</sup>	17,26 <sup>ab</sup>	16,80*	0,055
	(+)	15,87 <sup>bc</sup>	15,69 <sup>bc</sup>	15,90 <sup>abc</sup>	16,12 <sup>abc</sup>	16,05 <sup>abc</sup>	15,93	
	Razem	15,73	16,60	16,30	16,52	16,65		
Grubość skorupy (mm)	(-)	0,181 <sup>abc</sup>	0,188 <sup>a</sup>	0,182 <sup>ab</sup>	0,180 <sup>abc</sup>	0,173 <sup>bc</sup>	0,181*	0,001
	(+)	0,182 <sup>abc</sup>	0,178 <sup>abc</sup>	0,178 <sup>abc</sup>	0,176 <sup>bc</sup>	0,172 <sup>c</sup>	0,177	
	Razem	0,181 <sup>a</sup>	0,183 <sup>a</sup>	0,180 <sup>a</sup>	0,178 <sup>b</sup>	0,173 <sup>b</sup>		
Masa skorupy (g)	(-)	1,53 <sup>c</sup>	1,65 <sup>a</sup>	1,62 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>abc</sup>	1,61 <sup>ab</sup>	1,60*	0,005
	(+)	1,53 <sup>c</sup>	1,59 <sup>abc</sup>	1,55 <sup>bc</sup>	1,58 <sup>abc</sup>	1,57 <sup>bc</sup>	1,56	
	Razem	1,53 <sup>b</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,58 <sup>a</sup>	1,58 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ , \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Efekt stymulacyjny ekstraktów roślinnych był widoczny w przypadku wszystkich ocenianych cech przewodu pokarmowego (tabela 17). Największą masę jajników odnotowano w grupach GR, GC i O. Największą masę tego narządu odnotowano w grupie GC (bez H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), a najmniejszą w grupie II tylko z dodatkiem czynnika stresu oksydacyjnego. Ekstrakty GR, O i C zwiększają długość jajnika, przeciwnie do nadtlenu wodoru.

Histomorfologiczne cechy jelit przedstawiono w tabeli 18. W porównaniu ze średnią ogólną dla grup kontrolnych we wszystkich grupach suplementowanych ekstraktami roślinnymi odnotowano wyższe wartości takich parametrów jak: wysokości kosmków, stosunek wysokości kosmków do głębokości krypt i grubość warstwy mięśniowej. Największą wysokość kosmków stwierdzano u ptaków z grup GC, O i C. Stres oksydacyjny wynikający z zastosowania H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> znacznie zmniejszył wysokość kosmków, ich stosunek do głębokości krypt, a także powierzchnię kosmków. Interakcja czynników doświadczalnych była istotna w przypadku wysokości kosmków,

stosunku wysokości kosmków do głębokości krypt, pola powierzchni kosmków oraz grubości warstwy mięśniowej.

Tabela 17. Profil organów wewnętrznych 16 tygodniowych przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
Masa przewodu pokarmowego (g)	(-)	12,76 <sup>ab</sup>	14,32 <sup>a</sup>	14,00 <sup>a</sup>	14,13 <sup>a</sup>	13,87 <sup>a</sup>	13,81*	0,168
	(+)	10,91 <sup>b</sup>	12,28 <sup>ab</sup>	12,90 <sup>ab</sup>	12,92 <sup>ab</sup>	12,38 <sup>ab</sup>	12,28	
	Razem	11,84 <sup>b</sup>	13,26 <sup>a</sup>	13,45 <sup>a</sup>	13,53 <sup>a</sup>	13,13 <sup>ab</sup>		
Całkowita długość przewodu pokarmowego (cm)	(-)	92,2 <sup>bcd</sup>	99,8 <sup>ab</sup>	99,4 <sup>ab</sup>	99,9 <sup>a</sup>	98,7 <sup>ab</sup>	98,0*	0,623
	(+)	86,3 <sup>d</sup>	93,6 <sup>abcd</sup>	94,8 <sup>abc</sup>	91,3 <sup>cd</sup>	96,6 <sup>abc</sup>	92,5	
	Razem	89,3 <sup>b</sup>	96,6 <sup>a</sup>	97,1 <sup>a</sup>	95,6 <sup>a</sup>	97,7 <sup>a</sup>		
Masa jajnika(g)	(-)	4,10 <sup>bc</sup>	6,04 <sup>ab</sup>	6,30 <sup>a</sup>	5,97 <sup>ab</sup>	5,01 <sup>abc</sup>	5,50*	0,181
	(+)	3,18 <sup>c</sup>	5,16 <sup>abc</sup>	4,12 <sup>bc</sup>	4,90 <sup>abc</sup>	4,24 <sup>abc</sup>	4,32	
	Razem	3,64 <sup>b</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,21 <sup>a</sup>	5,43 <sup>a</sup>	4,56 <sup>ab</sup>		
Długość jajowodu (cm)	(-)	29,00 <sup>ab</sup>	32,22 <sup>a</sup>	30,62 <sup>ab</sup>	31,02 <sup>ab</sup>	32,70 <sup>a</sup>	31,06	0,338
	(+)	27,02 <sup>b</sup>	31,05 <sup>ab</sup>	29,18 <sup>ab</sup>	31,85 <sup>a</sup>	30,48 <sup>ab</sup>	29,93	
	Razem	28,01 <sup>b</sup>	31,63 <sup>a</sup>	29,90 <sup>ab</sup>	31,43 <sup>a</sup>	31,40 <sup>a</sup>		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 18. Cechy histomorfologiczne jelit 16 tygodniowych przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
Wysokość kosmków (µm)	(-)	610,9 <sup>c</sup>	646,6 <sup>c</sup>	789,4 <sup>a</sup>	720,9 <sup>ab</sup>	729,8 <sup>ab</sup>	700,0*	8,837
	(+)	441,4 <sup>d</sup>	641,9 <sup>c</sup>	610,9 <sup>c</sup>	656,2 <sup>bc</sup>	645,4 <sup>c</sup>	598,4	
	Razem	523,2 <sup>b</sup>	644,4 <sup>a</sup>	703,2 <sup>a</sup>	688,6 <sup>a</sup>	687,6 <sup>a</sup>		
Wys. kosmków/głęb. krypt	(-)	6,52 <sup>a</sup>	7,42 <sup>a</sup>	8,11 <sup>a</sup>	7,67 <sup>a</sup>	8,07 <sup>a</sup>	7,57*	0,141
	(+)	4,62 <sup>b</sup>	7,82 <sup>a</sup>	7,24 <sup>a</sup>	7,13 <sup>a</sup>	7,60 <sup>a</sup>	6,87	
	Razem	5,54 <sup>b</sup>	7,61 <sup>a</sup>	7,69 <sup>a</sup>	7,40 <sup>a</sup>	7,84 <sup>a</sup>		
Powierzchnia kosmków (×10 <sup>3</sup> µm <sup>2</sup> )	(-)	182,6 <sup>c</sup>	185,5 <sup>bc</sup>	265,7 <sup>a</sup>	218,4 <sup>abc</sup>	234,6 <sup>ab</sup>	217,4*	8,088
	(+)	123,2 <sup>d</sup>	173,3 <sup>cd</sup>	178,1 <sup>c</sup>	190,0 <sup>bc</sup>	187,4 <sup>bc</sup>	170,2	
	Razem	151,8 <sup>c</sup>	179,8 <sup>bc</sup>	223,4 <sup>a</sup>	204,2 <sup>ab</sup>	211,0 <sup>ab</sup>		
Grubość mięśniówki (µm)	(-)	86,1 <sup>a</sup>	97,3 <sup>a</sup>	87,6 <sup>a</sup>	91,3 <sup>a</sup>	88,2 <sup>a</sup>	90,2	1,265
	(+)	66,8 <sup>b</sup>	90,8 <sup>a</sup>	92,4 <sup>a</sup>	86,1 <sup>a</sup>	95,5 <sup>a</sup>	86,2	
	Razem	76,2 <sup>b</sup>	94,2 <sup>a</sup>	89,9 <sup>a</sup>	88,7 <sup>a</sup>	91,9 <sup>a</sup>		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 19 przedstawia zmiany histopatologiczne w wątrobie przepiórek japońskich. Ich analiza wykazała zmiany patologiczne w tkance wątroby będące odpowiedzią na stres oksydacyjny spowodowany przez H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, które były reprezentowane przez kropelki tłuszczu, krwawe wybroczyny, poszerzenie żył, komórki Kupffer’a, infiltrację leukocytów i martwicę komórek. Dodatek wszystkich ekstraktów roślinnych do paszy znacząco zniwelował te nieprawidłowości. Najbardziej pozytywny wpływ odnotowano w przypadku ekstraktów z czosnku i imbiru, a w dalszej kolejności oregano i cynamonu.

Tabela 19. Zmiany histopatologiczne w wątrobie 16-tygodniowych przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa				
		Con	GR	GC	O	C
Kropelki tłuszczu	(-)	+++	-	-	-	-
	(+)	+++	-	-	++	+
Wybroczyny krwawe	(-)	-	-	-	-	-
	(+)	+++	+	-	-	-
Komórki Kupffer’a	(-)	++	-	+	++	+
	(+)	+++	+	++	+	+
Martwica komórek	(-)	+	-	-	-	-
	(+)	+++	-	-	-	++

Con – kontrola, GR– imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon

- nie stwierdzono zmian w żadnej badanej próbie z danej grupy

+ stwierdzone zmiany występowały rzadko w próbach z danej grupy

++ stwierdzone zmiany występowały stosunkowo powszechnie w próbach z danej grupy

+++ stwierdzone zmiany występowały bardzo często w próbach z danej grupy

W tabeli 20 wykazano obniżenie poziomu pH żołądka w grupach bez dodatku H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a jednocześnie w grupach GR i C było ono znacznie niższe w porównaniu z grupą kontrolną. W aspekcie całkowitej liczby bakterii w treści przewodu pokarmowego, grupy te także, nie różniły się od Con. Większą liczbę bakterii stwierdzono w grupach suplementowanych GC i O. Grupy GR, O i C nie różniły się od kontroli pod względem liczby bakterii z grupy coli. Całkowitą redukcję kolonii grzybów stwierdzono w grupie GR. Dodatek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> spowodował ograniczenie całkowitej liczby bakterii oraz bakterii z grupy coli. Wszystkie parametry mikrobiologiczne pozostawały pod wpływem interakcji obu czynników doświadczalnych.

Tabela 20. Kwasowość treści oraz liczebność mikroflory przewodu pokarmowego (Log10 CFU/g) 16 tygodniowych przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
pH żołądka	(-)	5,87 <sup>a</sup>	4,65 <sup>c</sup>	5,37 <sup>abc</sup>	5,84 <sup>a</sup>	4,85 <sup>bc</sup>	5,32	0,063
	(+)	5,91 <sup>a</sup>	5,22 <sup>abc</sup>	5,49 <sup>ab</sup>	5,78 <sup>a</sup>	5,46 <sup>ab</sup>	5,57*	
	Razem	5,89 <sup>a</sup>	4,94 <sup>c</sup>	5,43 <sup>ab</sup>	5,81 <sup>a</sup>	5,16 <sup>bc</sup>		
Całkowita liczba kolonii bakterii	(-)	6,44 <sup>bc</sup>	4,44 <sup>d</sup>	9,44 <sup>a</sup>	7,95 <sup>ab</sup>	5,38 <sup>cd</sup>	6,73*	0,413
	(+)	2,81 <sup>e</sup>	1,98 <sup>e</sup>	8,88 <sup>a</sup>	5,66 <sup>cd</sup>	2,52 <sup>e</sup>	4,37	
	Razem	4,62 <sup>c</sup>	3,21 <sup>c</sup>	9,16 <sup>a</sup>	6,80 <sup>b</sup>	3,95 <sup>c</sup>		
Bakterie z grupy Coli	(-)	3,58 <sup>c</sup>	3,21 <sup>cd</sup>	4,75 <sup>a</sup>	3,10 <sup>de</sup>	3,60 <sup>c</sup>	3,65*	0,121
	(+)	2,80 <sup>e</sup>	2,18 <sup>g</sup>	4,08 <sup>b</sup>	2,76 <sup>ef</sup>	2,39 <sup>fg</sup>	2,84	
	Razem	3,19 <sup>b</sup>	2,70 <sup>b</sup>	4,41 <sup>a</sup>	2,93 <sup>b</sup>	2,99 <sup>b</sup>		
Całkowita liczba kolonii grzybów	(-)	1,26 <sup>ab</sup>	0,00	0,66 <sup>c</sup>	1,10 <sup>ab</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,08	0,487
	(+)	0,00	0,00	0,83 <sup>bc</sup>	0,98 <sup>abc</sup>	1,23 <sup>ab</sup>	1,01	
	Razem	0,63 <sup>a</sup>	0,00	0,74 <sup>b</sup>	1,04 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

Tabela 21. Wybrane wyniki legu jaj przepiórki japońskiej po 8 tygodniach suplementacji ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						$\chi^2$ (p-value)		
		Con	GR	GC	O	C	Razem	Ekstrakt y roślin.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Razem
Piskląta kalekie	(-)	0,93	2,31	0,79	0,78	0,00	0,95	0,052	0,000	0,273
	(+)	2,26	3,20	0,79	0,74	0,00	1,39			
	Razem	1,43	2,75	0,79	0,76	0,00				
Cecha	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupa						SEM		
		Con	GR	GC	O	C	Razem			
Masa ciała piskląt (g)	(-)	7,34 <sup>abc</sup>	7,47 <sup>abc</sup>	7,36 <sup>abc</sup>	7,63 <sup>a</sup>	7,58 <sup>ab</sup>	7,46*	0,028		
	(+)	6,85 <sup>d</sup>	7,28 <sup>bc</sup>	7,40 <sup>abc</sup>	7,50 <sup>abc</sup>	7,18 <sup>cd</sup>	7,24			
	Razem	7,15 <sup>b</sup>	7,38 <sup>ab</sup>	7,38 <sup>ab</sup>	7,57 <sup>a</sup>	7,38 <sup>ab</sup>				

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

W tabeli 21 przedstawiono wyniki legu przepiórki japońskiej. Dodatek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> był istotnie ( $p \leq 0,000$ ) zwiększył liczbę kalekich piskląt, zaś suplementacja GC, O i C znacząco zmniejszyła ich proporcje w całkowitej liczbie uzyskanych piskląt ( $p \leq 0,052$ ). Stres oksydacyjny przyczynił się

do zmniejszenia masy uzyskanych piskląt, największe pisklęta uzyskano z jaj od przepiórek suplementowanych oregano

Wybrane parametry osocza krwi przepiórek japońskich objętych doświadczeniem przedstawiono w tabeli 22. Dodatek ekstraktu cynamonu istotnie obniżył poziom GLU. Pozytywne zmniejszenie aktywności ALT i GGT wynoszące odpowiednio 12,27 i 9,65% odnotowano w grupie suplementowanej GC. Także w tej grupie obniżeniu uległ poziom Ca. Dodatek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nie miał wpływ tylko na niektóre parametry, przyczynił się do obniżenia poziomu Ca. W osoczu zaobserwowano istotną interakcję czynników doświadczalnych w przypadku wartości takich wskaźników jak GLU, ALT, GGT i Ca. W grupach GC, O i C odnotowano wzrost SOD, ale te same grupy nie różniły się statystycznie od Con pod względem CAT. MDA nie podlegał wpływom ani ekstraktów roślinnych, ani H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Interakcje obu czynników eksperymentalnych były znaczące w przypadku SOD i CAT.

Tabela 22. Wybrane cechy surowicy 16 tygodniowych przepiórek japońskich suplementowanych ekstraktami roślinnymi i wodą utlenioną (czynnik stresu oksydacyjnego)

Traits	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Grupy						SEM
		Con	GR	GC	O	C	Razem	
HDL (mmol/l)	(-)	0,92	0,72	0,81	0,97	0,97	0,87	0,020
	(+)	0,72	0,98	0,87	0,74	0,94	0,85	
	Razem	0,82	0,85	0,84	0,86	0,95		
LDL (mmol/l)	(-)	1,73 <sup>ab</sup>	1,62 <sup>ab</sup>	1,75 <sup>ab</sup>	1,68 <sup>ab</sup>	1,62 <sup>ab</sup>	1,68	0,012
	(+)	1,62 <sup>ab</sup>	1,73 <sup>ab</sup>	1,77 <sup>a</sup>	1,60 <sup>b</sup>	1,65 <sup>ab</sup>	1,67	
	Razem	1,67 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>ab</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,63 <sup>b</sup>		
NEFA (μmol/l)	(-)	595,6 <sup>ab</sup>	640,2 <sup>ab</sup>	566,9 <sup>ab</sup>	607,2 <sup>ab</sup>	565,5 <sup>ab</sup>	594,9	9,450
	(+)	579,6 <sup>ab</sup>	688,3 <sup>a</sup>	606,6 <sup>a</sup>	586,7 <sup>ab</sup>	528,4 <sup>b</sup>	599,8	
	Razem	587,6 <sup>ab</sup>	664,3 <sup>a</sup>	586,8 <sup>ab</sup>	597,3 <sup>ab</sup>	548,0 <sup>b</sup>		
GLU (mmol/l)	(-)	9,53 <sup>abc</sup>	9,17 <sup>bc</sup>	9,96 <sup>ab</sup>	9,52 <sup>abc</sup>	9,38 <sup>abc</sup>	9,51	0,064
	(+)	9,90 <sup>ab</sup>	9,61 <sup>abc</sup>	10,13 <sup>a</sup>	9,24 <sup>bc</sup>	8,91 <sup>c</sup>	9,58	
	Razem	9,71 <sup>ab</sup>	9,39 <sup>bc</sup>	10,05 <sup>a</sup>	9,38 <sup>bc</sup>	9,16 <sup>c</sup>		
ALT (U/l)	(-)	3,75	3,91	3,36	3,78	3,56	3,67	0,041
	(+)	3,83	3,79	3,36	3,68	3,55	3,62	
	Razem	3,83 <sup>a</sup>	3,79 <sup>a</sup>	3,36 <sup>b</sup>	3,68 <sup>ab</sup>	3,55 <sup>ab</sup>		
GGT (U/l)	(-)	1,79 <sup>ab</sup>	1,83 <sup>a</sup>	1,56 <sup>c</sup>	1,60 <sup>bc</sup>	1,56 <sup>c</sup>	1,67	0,016
	(+)	1,73 <sup>abc</sup>	1,60 <sup>bc</sup>	1,63 <sup>abc</sup>	1,67 <sup>abc</sup>	1,79 <sup>ab</sup>	1,68	

	Razem	1,76 <sup>a</sup>	1,71 <sup>ab</sup>	1,59 <sup>b</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>ab</sup>		
ALP (U/l)	(-)	979,2	1025,1	979,3	933,9	965,6	977,1	7,270
	(+)	958,8	1027,4	997,1	986,3	945,1	983,8	
	Razem	969,0 <sup>ab</sup>	1026,3 <sup>a</sup>	988,2 <sup>ab</sup>	959,3 <sup>b</sup>	955,9 <sup>b</sup>		
Ca (mmol/l)	(-)	9,14 <sup>ab</sup>	8,68 <sup>ab</sup>	8,12 <sup>ab</sup>	8,53 <sup>ab</sup>	9,35 <sup>a</sup>	8,77*	0,117
	(+)	9,11 <sup>ab</sup>	8,42 <sup>ab</sup>	7,54 <sup>b</sup>	8,75 <sup>ab</sup>	8,49 <sup>ab</sup>	8,46	
	Razem	9,12 <sup>a</sup>	8,55 <sup>ab</sup>	7,83 <sup>b</sup>	8,64 <sup>ab</sup>	8,95 <sup>a</sup>		
MDA ( $\mu$ mol/l)	(-)	0,350	0,465	0,405	0,590	0,485	0,459	0,129
	(+)	1,545	0,750	0,410	0,745	0,635	0,817	
	Razem	0,948	0,608	0,408	0,668	0,560		
SOD (U/mol)	(-)	194,3 <sup>de</sup>	190,7 <sup>e</sup>	282,5 <sup>abcd</sup>	265,2 <sup>abcde</sup>	313,6 <sup>ab</sup>	249,2	8,346
	(+)	218,2 <sup>cde</sup>	236,2 <sup>bcde</sup>	338,2 <sup>a</sup>	286,8 <sup>abc</sup>	287,1 <sup>abc</sup>	273,3	
	Razem	206,2 <sup>b</sup>	213,5 <sup>b</sup>	310,3 <sup>a</sup>	276,0 <sup>a</sup>	300,3 <sup>a</sup>		
CAT (U/mol)	(-)	837,6 <sup>a</sup>	420,9 <sup>bc</sup>	479,6 <sup>bc</sup>	699,0 <sup>ab</sup>	407,9 <sup>c</sup>	569,0	24,116
	(+)	514,9 <sup>bc</sup>	531,6 <sup>bc</sup>	523,5 <sup>bc</sup>	641,1 <sup>abc</sup>	565,4 <sup>abc</sup>	555,3	
	Razem	676,2 <sup>a</sup>	476,3 <sup>b</sup>	501,5 <sup>ab</sup>	670,1 <sup>ab</sup>	486,6 <sup>ab</sup>		

Con – kontrola, GR – imbir, GC – czosnek, O – oregano, C – cynamon; <sup>a, b</sup> – średnie w wierszach (dla ekstraktów roślinnych) lub w ramce (dla interakcji) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$ ; \* - średnie w kolumnach (dla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$

## Wnioski

Uzyskane wyniki, oparte na sformułowanych uprzednio hipotezach badawczych, dotyczących wykorzystania wybranych ekstraktów roślinnych (imbir, czosnek, oregano i cynamon) jako naturalnych materiałów biologicznych w ocenianych aspektach użytkowania przepiórki japońskiej, można podsumować następująco:

1. Wszystkie wodne roztwory ekstraktów roślinnych, zastosowane jako środki dezynfekcyjne, istotnie wpłynęły na wylęgowość i wczesną produkcyjność ptaków. Ekstrakty z imbiru i czosnku charakteryzowały się największą aktywnością antymikrobiologiczną. Zatem preparaty te mogą być rekomendowane do dezynfekcji jaj wylęgowych jako bezpieczna alternatywa dla formaldehydu.
2. Ptaki ze wszystkich grup iniekowanych *in ovo* wodnymi roztworami ekstraktów roślinnych, charakteryzowały się lepszym lub stabilnym statusem produkcyjnym i fizjologicznym w stosunku do ptaków nie iniekowanych, w zależności od zastosowanego ekstraktu.
3. Ptaki, których dieta suplementowana była ekstraktami roślinnymi łagodniej reagowały na stres oksydacyjny wywołany dodatkiem nadtlenu wodoru do wody pitnej. Znalazło to odzwierciedlenie w poprawie masy ciała, współczynnika efektywności odchowu, poziomie produkcji nieśnej oraz w cechach jakości jaj. Stabilność większości parametrów hematologicznych, biochemicznych i markerów oksydacyjnych, mimo zastosowania czynnika utleniającego, może wskazywać na zdolność ekstraktów roślinnych do niwelowania efektów stresu oksydacyjnego. Właściwości te zależą jednak od rodzaju ekstraktu.

Uzyskane wyniki wskazują, że ekstrakty roślinne mogą być użyteczne w wybranych aspektach produkcji drobiarskiej, jednakże ich skuteczność działania może zależeć od rodzaju ekstraktu. Uzasadnia to kontynuację badań, a w szczególności określenie dokładnej i skutecznej dawki, również w odniesieniu do inne gatunków drobiu.