

STUDY AND ASSESSMENT OF SELECTED QUALITY PARAMETERS OF ORGANIC HEN EGGS AVAILABLE ON THE TRI-CITY MARKET

Summary

The paper presents results of assessment of hen eggs coming from organic poultry farms available on the Tri-city market. Hen eggs „zielononóżka kuropatwiana” purchased in “healthy food” stores in May 2012 were the study material. As a result of the research it was stated that A class eggs dominated among the purchased eggs (75%). No lapses were detected in egg labeling. This result suggests that mixing of fresh eggs with older ones might have occurred. Having in mind the difficult situation on the organic food market, such situations should not happen since it undermines consumer confidence in organic products. An analysis of basic quality parameters according to the regulation of Ministry of Agriculture and Rural Development on the analysis of hen eggs has been performed. Mass and shape of eggs were determined. It was checked whether the eggs underwent washing and cleaning processes. The appearance of eggs under illumination was assessed. The content of egg after breaking was investigated with respect to appearance, flavor, white and yolk index. All parameters were statistically analyzed. The examined eggs differed in mass and percentage content of individual components. Mean active acidity of yolk and white of examined eggs laid by free-range hens was pH = 6.45 and pH = 9.03, respectively. Based on the presented research results obtained in this work it may be concluded that most of the organic eggs available on the Tri-city market are characterized with high quality.

Key words: hen eggs, organic breeding, assessment of the quality of eggs

BADANIE I OCENA WYBRANYCH PARAMETRÓW JAKOŚCIOWYCH EKOLOGICZNYCH JAJ KURZYCH DOSTĘPNYCH NA RYNKU TRÓJMIASTA

Streszczenie

Artykuł prezentuje wyniki oceny jaj kurzych pochodzących z ekologicznych hodowli dostępnych na rynku Trójmiasta. Materiał do badań stanowiły jaja „zielononóżki kuropatwianej” zakupione w sklepach ze „Zdrową żywnością” w maju 2012 roku. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że wśród zakupionych jaj dominowały jaja klasy A- 75%. Nie stwierdzono uchybień w zakresie znakowania jaj. Taki wynik wskazuje, że mogło dojść do wymieszania jaj bardzo świeżych z jajkami starszymi. Z uwagi na trudną sytuację na rynku żywności ekologicznej sytuacje takie nie powinny mieć miejsca, gdyż podważa to zaufanie konsumentów do produktów ekologicznych. Przeprowadzono analizę podstawowych parametrów jakościowych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie analizy jaj kurzych. Oznaczono masę i kształt jaj. Sprawdzone czy jaja nie były poddane procesowi mycia i czyszczenia. Oceniono wygląd jaj podczas prześwietlenia. Zbadano także treść jaja po wybiciu, oceniając wygląd, zapach, indeks białka i żółtka. Wszystkie parametry poddano analizie statystycznej. Badane jaja różniły się masą oraz udziałem procentowym poszczególnych składników. Średnia kwasowość czynna żółtka i białka badanych jaj pochodzących od kur hodowanych metodą wolnowybiegową wynosiła odpowiednio pH = 6.45 i pH = 9.03. Na podstawie wyników badań opisanych w niniejszej pracy można wnioskować, iż większość ekologicznych jaj dostępnych w handlu na rynku Trójmiasta cechuje wysoka jakość.

Słowa kluczowe: jaja kurze, chów ekologiczny, ocena jakości jaj

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach można zauważyć pojawiającą się tendencję wzrostu zainteresowania konsumentów jakością produktów pochodzenia zwierzęcego, w tym jakością jaj [1, 7]. Zaobserwowano wzrost popytu na żywność ekologiczną, która w opinii większości konsumentów jest bezpieczna dla zdrowia, a jej zaletą są walory odżywcze oraz smakowość. Produkowanie żywności ekologicznej, opartej na specjalnych standardach, uważa się za przyjazne dla środowiska [3]. To istotna zmiana w stosunku do niedawna jeszcze głoszonej opinii, że pochodzenie jaj nie wzbudza większego zainteresowania wśród nabywców. Zdaniem niektórych badaczy, jedynie część respondentów zwraca uwagę na informacje o producencie jaj [19].

Zauważono, że współcześnie priorytetem staje się dobrostan zwierząt i ich naturalny sposób utrzymania. Ekolo-

giczny chów zwierząt opiera się na zasadzie dobrostanu zwierząt, zaspokaja potrzeby związane z trybem życia danego gatunku zwierząt, a zarządzanie w odniesieniu do zdrowia zwierząt powinno opierać się na zapobieganiu chorobom. W związku z tym, szczególną uwagę należy zwrócić na warunki w pomieszczeniach dla zwierząt, praktyki hodowlane i obsadę zwierząt [5, 12, 15].

W Polsce przedmiotem obrotu towarowego są przede wszystkim jaja kurze konsumpcyjne, które stanowią ponad 90% całkowitej produkcji jaj, ale także jaja przemysłowe i przetwory z jaj. Aktualnie największy odsetek sprzedawanych jaj pochodzi z chowu klatkowego. Jednak w wyniku stosowania zaleceń dyrektywy UE nr 199/74/EC z dnia 19 lipca 1999 r. w ciągu najbliższych kilku lat proporcje te zmieniają się na korzyść produkcji ekstensywnej [4]. Może się to przyczynić do poprawy środowiska naturalnego, gdyż jak wynika z dotychczasowych doświadczeń, konwencjo-

nalna hodowla zwierząt niezwykle obciąża środowisko, jak również szkodliwie oddziałuje na zdrowie człowieka [15].

Celem pracy było dokonanie oceny jakości jaj kurzych pochodzących z chowu ekologicznego, znajdujących się w handlu na rynku Trójmiasta. Były to jajka od kur rasy zielononózka kuropatwiana. Jajka tej rasy dominują wśród jaj ekologicznych na trójmiejskim rynku. Ocenę jaj przeprowadzono według wymagań obowiązujących przepisów niezależnie od tego czy są jajka z chowu ekologicznego, czy konwencjonalnego. Postawiono hipotezę, że jakość jaj ekologicznych dostępnych w handlu jest zadawalająca. Konsument dokonując zakupu jaj ekologicznych nie kieruje się informacją od jakiej rasy kur pochodzą jaja, ale przede wszystkim interesuje go z jakiego systemu chowu pochodzą [19]. Dokonano oznaczeń parametrów jakościowych wymaganych Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 grudnia 2003 r. w sprawie metod analiz jaj kurzych oraz oznaczono wagowy udział poszczególnych składników jaja, ich pH, stanu i indeksu białka gęstego, spłaszczenia i indeksu żółtka [9, 13].

2. Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiły konsumpcyjne jaja kurze rasy „zielononózka kuropatwiana”, które zakupiono w sklepach „Zdrowa żywność” na terenie Trójmiasta. Jaja pochodziły z atestowanego wolnowybiegowego chowu ekologicznego.

Badania wykonano w maju 2012 roku, a analizie poddano dwie partie jaj. Dokonano oznaczeń cech decydujących o jakości jaj. Wśród nich, parametrów wymaganych Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 grudnia 2003 roku w sprawie metod analizy jaj kurzych, które wymaga oceny: kształtu i uszkodzeń skorupy, wysokości oraz stabilności i barwy komory powietrznej, wyglądu białka i żółtka, obecności ciał obcych oraz widoczności tarczki zarodkowej [13].

Dodatkowo dokonano oceny cech zewnętrznych jaj poprzez oznaczenie masy, kształtu i zapachu jaj, wykrycie mycia lub czyszczenia, a także wyglądu jaja przy prześwietlaniu oraz ocenę gęstości jaja. Zbadano również treść jaja po wybicciu poprzez ocenę organoleptyczną, która objęła ocenę zapachu i wyglądu, określono także stan i indeks gęstego białka oraz żółtka. Dokonano badania jaj po ugotowaniu oraz pomiaru kwasowości czynnej białka i żółtka. Wymienione parametry w znacznej mierze decydują o jakości jaj. Kwasowość czynna jaj jest parametrem wskazującym na jakość jaj, gdyż w wyniku zachodzących w jaju zmian wskutek uwalniania się CO₂ wartość pH gwałtownie wzrasta. Wartość pH białka w świeżo zniesionym jaju wynosi ok. 7,9, natomiast w żółtku 6,0 [9]. Wyniki opracowano statystycznie, używając jednoczynnikowej analizy wariancji, na poziomie istotności $p = 0,05$. Przeprowadzono także ocenę prawidłowości znakowania jaj i ich opakowań.

3. Wyniki badań i dyskusja

Z chwilą zniesienia jaja z większą lub mniejszą intensywnością przebiegają procesy metaboliczne w jego treści. Odzwierciedleniem procesu starzenia się są zmiany fizyczne i chemiczne w jaju. Dokonując pomiarów tych zmian można określić stan świeżości jaja, a tym samym jego jakość oraz wartość kulinarną i technologiczną. Badane próby jaj w większości przypadków charakteryzowały się skorupą o czystym wyglądzie lub lekko przybrudzoną.

Wśród badanych jaj 80% stanowiły jaja świeże, 20% ponad 8-dniowe, a 10% ponad dwutygodniowe. Stwierdzono, że badane jaja zgodnie z normą PN-A-86506:1991 [8] posiadają skorupę o czystym wyglądzie. Jaja kurze znajdujące się w handlu nie mogą być poddawane zabiegom oczyszczania skorupki, gdyż powoduje to usunięcie naturalnej bariery ochronnej jaj, jaką jest osłonka mucynowa. Chroni ona treść jaja przed przenikaniem drobnoustrojów z zewnątrz, a tym samym przed zepsuciem. Badane jaja nie były poddawane zabiegom mycia ani czyszczenia na sucho, co według PN-A-86506:1991 jest jednym z niezbędnych elementów do zakwalifikowania jaj do klasy A. Wymagania klasy A spełniło 75% jaj ekologicznych.

Jaja umieszczone były w tekturowych wytlączankach, które spełniały wymagania opakowań dla żywności ekologicznej. Opakowania w prawidłowy sposób zabezpieczały jaja przed uszkodzeniami mechanicznymi, były suche czyste i nieuszkodzone. Etykiety jaj zawierały wszystkie wymagane informacje. Opakowanie jaj zaopatrzone było w europejskie oznakowanie żywności ekologicznej i numer certyfikacji gospodarstwa rolnego. Na jajkach znajdowały się odpowiednie pieczętki, które w czytelny sposób oznaczały sposób chowu kur oraz weterynaryjny numer identyfikujący fermę [11, 14]. Znajdowała się tam również informacja, że jaja pochodzą od kur rasy rodzimej zielononózka kuropatwiana.

Bezpośrednio po otwarciu opakowania, oceniono zapach jaj w skorupce, który dla wszystkich przebadanych jaj był typowy i nie wykazywał żadnych obcych zapachów. Podczas oceny cech zewnętrznych w większości przypadków stwierdzono prawidłową budowę badanych jaj, z tym że w 30% przekroczony został dopuszczalny indeks kształtu jaja. W dużej mierze jaja wykazywały kształt owalny z zaznaczeniem końca tępego oraz zaostrego. Aby zweryfikować kształt jaj obliczono indeks kształtu. Wyniki pomiaru wykazują, że średni indeks kształtu jaja z produkcji ekologicznej wynosił 1,31 (tab. 1).

Tab. 1. Indeks kształtu jaj ekologicznych
Table 1. Shape index of organic eggs

Badany parametr <i>Measured parameter</i>	Zakres / Range	X ± SD
Długość jaja [mm] <i>Egg length [mm]</i>	50,0–61,0	54,7 ± 2,52
Szerokość jaja [mm] <i>Egg width [mm]</i>	38,0–44,0	41 ± 1,52
Indeks kształtu <i>Shape index</i>	1,24–1,40	1,31 ± 0,036

Badane jaja różniły się masą oraz udziałem procentowym poszczególnych składników. W jajach ważących średnio 45,36 g, stwierdzono średnio 33,45% żółtka, 56,0% białka oraz 10,55% skorupy (tab. 2). Na kształtowanie się cech jakości treści i skorupy jaja wpływa szereg czynników, a wśród nich: pochodzenie niosek, wiek, system chowu, żywienie, profilaktyka weterynaryjna oraz zootechniczne warunki utrzymania ptaków [2].

Dokonano pomiaru gęstości, tj. ciężaru właściwego jaj. Badanie to opiera się na zależności między gęstością jaja a wielkością komory powietrznej. Pomiar przeprowadza się zanurzając jaja w roztworach soli kuchennej o znanej gęstości. Ocena jakości jaja na podstawie tego oznaczenia ma charakter orientacyjny, gdyż gęstość jaja w znacznym stopniu zależy od warunków ich przechowywania.

Tab. 2. Masa jaj i zawartość skorupy, białka i żółtka w jajach ekologicznych

Tab. 2. Egg mass and shell, white, and yolk content in organic eggs

Badany parametr <i>Measured parameter</i>	% Udział w jajiu <i>% Content in egg</i>	Zakres / <i>Range</i>	X ± SD
Masa jaja [g] <i>Egg mass [g]</i>	-	39,6–48,22	45,36 ± 2,05
Skorupka [g] <i>Shell [g]</i>	10,55%	3,93–5,67	4,91 ± 0,68
Białko [g] <i>White [g]</i>	56,00%	24,65–26,95	25,96 ± 1,05
Żółtko [g] <i>Yolk [g]</i>	33,45%	14,05–16,52	15,51 ± 0,85

Po dokonaniu pomiaru gęstości stwierdzono, że badane jaja w większości cechowała świeżość na zadowalającym poziomie i klasyfikowały się jako jaja od 8 dni do 3 tygodni. Jednak w pierwszej partii 3 jaja wykazały gęstość mniejszą niż 1,021 g/cm³, co klasyfikuje je jako jaja na granicy zepsucia. Oznaczenie to potwierdza pomiar indeksu białka gęstego, którego w przypadku jednego jaja nie można było obliczyć ze względu na brak frakcji białka gęstego. Kolejno 11 jaj miało gęstość wskazującą na zniesienie od 3 do 6 tygodni wcześniej, 6 pozostałych było najświeższych i było przechowywanych od 8 dni do 3 tygodni. Wynik tego badania wskazuje na możliwość wymieszania w partii jaj bardzo świeżych, świeżych oraz na granicy świeżości.

Tab. 3. Indeksy białka i żółtka jaj ekologicznych

Table 3. White and yolk index of organic eggs

Badany parametr <i>Measured parameter</i>	Zakres / <i>Range</i>	X ± SD
Indeks białka <i>White index</i>	0,022–0,052	0,033 ± 0,012
Indeks żółtka <i>Yolk index</i>	0,233–0,366	0,303 ± 0,041

Oznaczono wysokość i indeks gęstego białka oraz spłaszczenie i indeks żółtka (tab. 3). Przyjmuje się, że im mniejszą powierzchnię zajmuje białko gęste i im jest ono wyższe, tym jajo wykazuje wyższe wartości jakościowe. Wszystkie przebadane jaja poza jednym (1,75 mm) miały wysokość białka gęstego o wymaganej dla jaj świeżych minimalnej wysokości wynoszącej 2 mm. Wartość indeksu gęstego białka, dla świeżych jaj konsumpcyjnych nie powinna być niższa od 0,06 do 0,07, a dla jaj świeżo zniesionych od 0,09 do 0,12. Wartość indeksu białka gęstego mieści się zwykle w granicach od 0,012 do 0,150, im parametr ten jest wyższy tym jajo wykazuje większą świeżość. Indeksy białka gęstego przebadanych jaj wskazują, że jaja te posiadają dozwoloną wartość, gdyż średni indeks białka dla jaj z produkcji ekologicznej wyniósł 0,03 [9].

Wykonano analogiczny pomiar dla żółtka jaja. Wysokość żółtka powyżej 14 mm, indeks żółtka nie mniejszy niż 0,30 oraz jego kulisty kształt charakteryzują jajo o dostatecznej świeżości [9]. Zbadana wysokość żółtka była zróżnicowana i pozostawała w zakresie od 10 do 15 mm. Wśród badanych jaj tylko w 28% stwierdzono wysokość świadcząca o dostatecznej świeżości. Podobne proporcje i tendencje wykazywał indeks gęstego białka, aż 42% jaj wykazało wartości parametru na poziomie nieznacznie niższym do wymaganego. Zważywszy na mniejsze wymiary badanych jaj ekologicznych, pochodzących od kury zielononóżki kuropatwianej, można uznać, że indeksy białka oraz

żółtka pomimo zaniżonej wartości wskazują na dostateczną świeżość tych jaj.

Na wartość indeksów białka i żółtka mogą też wpływać inne czynniki, jak np. wiek kur niosek. W badaniach przeprowadzonych przez Sokołowicz i in. [17] stwierdzono wpływ wieku niosek na zwiększenie masy jaj i masy żółtek oraz zwiększenie udziału żółtka i zmniejszenie udziału białka w jajach. Wraz z wiekiem niosek intensywność barwy żółtek zwiększała się. Dobra jakość jaj od starszych niosek zielononóżki kuropatwianej wskazuje na zasadność ich użytkowania w ekologicznym systemie chowu przez okres dwóch lat.

Przeprowadzono oględziny jaj podczas prześwietlania. Zbadane jaja wykazywały jasne i równomierne prześwietlenie. Nie odnotowano obecności plam, smug, czy też zmętnienia, co potwierdza, iż zbadane jaja wykazywały dostateczny poziom świeżości. Wskaźnikiem jakości jaja jest również stan komory powietrznej. Wielkość komory powietrznej wahała się w granicach od 1 do 13 mm średnio (6 ± 2,76). Biorąc pod uwagę wielkość komory powietrznej 40% jaj można uznać za jaja ekstra świeże, w których komora powietrzna nie przekraczała 4 mm.

Kolejnymi istotnymi badanymi parametrami, które służą do oceny towaroznawczej jaj są pH białka i żółtka (tab. 4). Wartość pH białka wynosi w granicach 8,0–8,2, natomiast wartość pH żółtka wynosi 6,0 [9]. Średnia kwasowość czynna białka i żółtka badanych jaj wynosiła odpowiednio pH 9,03 i pH 6,45.

Z białka jaja uwalnia się rozpuszczony dwutlenek węgla po dysocjacji kwasu węglowego, tworzącego układ buforowy z białkami. Następstwem tego procesu jest alkalizacja środowiska białka jaja, objawiająca się wzrostem pH z 8,2 do 9,0 i dalej do 9,5 przy zaawansowanym procesie starzenia. Alkalizacja środowiska ma zasadniczy wpływ na stan strukturalny białka, zwłaszcza jego formy żelowej (białko gęste) [20].

Tab. 4. Kwasowość (odczyn) białka i żółtka jaj ekologicznych

Table 4. Acidity of white and yolk of organic eggs

Badany parametr <i>Measured parameter</i>	Zakres / <i>Range</i>	X ± SD
pH białka <i>pH of white</i>	8,87–9,20	9,03 ± 0,13
pH żółtka <i>pH of yolk</i>	6,22–6,95	6,45 ± 0,28

Dokonano również organoleptycznej oceny jaj po wybicciu i ugotowaniu. Jaja ugotowano na twardo, poprzez zanurzenie w kąpieli wodnej i utrzymywanie temperatury 100°C przez 15 minut. Poza jednym, jaja odznaczały się dostateczną jakością białka i żółtka. Jaja od kur zielononóżek kuropatwianych posiadały przyjemny i charakterystyczny zapach oraz intensywny kolor żółtka. Polscy konsumenci preferują jaja o intensywniejszej barwie żółtka. Z badań wynika, że barwa żółtka zależy od rodzaju roślin spożywanych przez kury. Im więcej ksantofilu zawierają zielone części roślin, którymi odżywiają się kury, tym ciemniejsze są żółtka jaj [16]. W badaniach prowadzonych przez Kazimierską i in. [6] wykazano, że żółtka jaj kur zielononóżki kuropatwianej cechowały się najwyższym stopniem wybarwienia dzięki wyższej zawartości luteiny w porównaniu z żółtkami jaj kur z chowu klatkowego żywnych paszami konwencjonalnymi.

4. Wnioski

Wśród badanych jaj ekologicznych dominowały jaja klasy A - 75%, z czego 40% to jaja „Ekstra świeże”. Taki wynik wskazuje, że mogło dojść do wymieszania jaj bardzo świeżych z jajami starszymi. Z uwagi na trudną sytuację na rynku żywności ekologicznej takie praktyki nie powinny mieć miejsca, gdyż podważa to zaufanie konsumentów do ekologicznych produktów.

Badane jaja różniły się masą oraz udziałem procentowym poszczególnych składników. Średnia kwasowość czynna żółtka i białka badanych jaj pochodzących od kur hodowanych metodą wolnowybiegową wynosiła odpowiednio pH = 6,45 i pH = 9,03. Stwierdzono, że ponad 95% jaj ekologicznych spełniało wymagania normy PN-A-86506:1991.

5. Bibliografia

- [1] Biesiada-Drzazga B., Janocha A.: Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, 3 (64), 69-70.
- [2] Calik J.: Ocena jakości jaj sześciu rodów kur nieśnych w zależności od ich wieku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 5 (78), 85-93.
- [3] Dudek M., Rabsztyń M.: Egg quality of dual-purpose hens intended for small-scale farming, *Acta Sci. Pol., Zootechnica*, 2011, 10 (1), 3-12.
- [4] Dyrektywa Rady 1999/74/WE z dnia 19 lipca 1999 r. ustanawiająca minimalne normy ochrony kur niosek (Dz.U. L 203 z 3.8.1999, 53).
- [5] Gornowicz E., Węglarzy K., Bereza M.: Drób grzebiący. W: *Poradnik rolnika ekologicznego*. Pod red. K. Węglarzy i A. Czubała, Instytut Zootechniki, Państwowy Instytut Badawczy, Grodzisz Śląski, 2011.
- [6] Kazimierska M., Kosmowski B., Jarosz B., Ligor M., Trziszka T.: Wpływ zróżnicowanego systemu chowu kur na zawartość luteiny w jajach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 5 (78), 75-4.
- [7] Newerli-Guz J., Śmiechowska M., Organic food advantages in consumer's opinion. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2004, 37 (supl.), 135-138.
- [8] Norma Polska PN-A-86506:1991, Przetwory jajowe -- Pobieranie i przygotowanie próbek.
- [9] Przybyłowski P., Dmowski P.: Jaja i przetwory. W: *Towaroznawstwo artykułów spożywczych. Cz. I*. Pod red. P. Przybyłowskiego, Akademia Morska w Gdyni, 2008, 30 ss.
- [10] Pudyszak K., Pomianowski J.F., Kiedrowska S.: Ocena jakości świeżych i przechowywanych jaj pochodzących od kur z chowu gospodarskiego i fermowego. W: *Towaroznawstwo żywności i przedmiotów użytku*, Pod red. K. A. Skibniewskiej, Olsztyn, 2004, 137-142.
- [11] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 889/2008 z dnia 5 września 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wdrażania rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych w odniesieniu do produkcji ekologicznej, znakowania i kontroli (Dz.U. L 250/1 z 18.9.2008).
- [12] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 marca 2010 r. w sprawie niektórych warunków produkcji ekologicznej (Dz. U. Nr 56, poz. 348).
- [13] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 grudnia 2003 roku w sprawie metod analizy jaj kurzych.
- [14] Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91 (Dz.U. L 189 z 20.7.2007).
- [15] Siebeneicher G.E.: *Podręcznik rolnictwa ekologicznego*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1997.
- [16] Sobczak J., Marek P.: Wpływ podawania kurom nieśnym zielonki z paciorecznika na intensywność barwy żółtka jaja. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 2012, t. 8 (4): 65-72.
- [17] Sokołowicz Z., Krawczyk J., Herbut E.: Jakość jaj z chowu ekologicznego w pierwszym i drugim roku użytkowania niosek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 4 (83): 185-194.
- [18] Śmiechowska M., Dmowski P.: Influence of raising method on the quality of hen eggs. *Pol. J. Food, Nutr. Sci.*, 2005, Vol. 14/55. (SI 1), 117-120.
- [19] Trziszka T., Nowak M., Kaźmierska M.: Preferencje konsumentów jaj na rynku wrocławskim. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 3 (48), 107-117.
- [20] Trziszka T.: Naturalne bariery obronne jaj kurzych. 2002, www.ppr.pl [dostęp 07. 04.2013].