

Ultra słaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej

Streszczenie. Ultra słaba luminescencja wydaje się być uzupełniającą metodą oceny jakości produktów spożywczych. W pracy analizowano emisję fotonów z produktów tradycyjnych oraz porównawczo z podobnych produktów wytworzonych metodą przemysłową. Stwierdzono, że produkty wytwarzane w tradycyjny sposób charakteryzowały się wyższą emisją fotonów, co według różnych hipotez badawczych łączyć można z lepszym porządkowaniem przez taką żywność struktur i procesów w organizmie co przekłada się w efekcie na jej wyższą jakość.

Abstract. Ultra low luminescence seems to be a complementary method of assessing the quality of food products. The emission of photons from traditional products and from similar products produced by industrial method were analyzed in paper. It was found that products produced in the traditional way were characterized by higher photon emission, which according to various research hypotheses can be combined with better harmonization of structures and processes in the body (by such food), so traditional food were characterized by higher quality in that context. (Ultra weak luminescence (USL) as a potential method for evaluating the quality of traditional food).

Słowa kluczowe: ultra słaba luminescencja, jakość, żywność tradycyjna, fotony
Keywords: ultra weak luminescence, quality, traditional food, photons

Wstęp

Ultra słaba emisja fotonowa nie jest jeszcze tak dobrze poznana jak bioluminescencja. Wiadomo, że występuje w całkowitej ciemności i nie wymaga zewnętrznego pobudzenia. Zjawisko ultra słabej luminescencji (USL) polega na emitowaniu od 1 do 10 000 fotonów z 1 cm² powierzchni w ciągu 1 sekundy. Jest skojarzone w układach żywych lub w żywności z istnieniem organicznych komponentów oraz z odniesieniem ich do procesów i funkcji życiowych oraz aktywności biologicznej organizmów. Intensywność ultra słabego świecenia leży daleko poniżej progu energetycznego ludzkiego oka. Zakres spektralny tego promieniowania obejmuje obszar od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni (200 -1000 nm) [1].

Według hipotezy Popp'a [2] do właściwego rozwoju i funkcjonowania organizmów żywych potrzebna jest żywność nie tylko o wysokiej wartości energetycznej czy odżywczej, ale również o wysokiej wartości negentropii (tzw. ujemnej entropii). Według tej hipotezy żywność o wysokim poziomie negentropii charakteryzuje się optymalną liczbą „emitowanych” na zewnątrz fotonów, które ułatwiają w organizmie porządkowanie struktur i procesów na różnych poziomach (w tym - komórkowym). Żywność taka, tj. bogata w fotony, ma posiadać optymalny potencjał energetyczny, który ułatwia korzystny przebieg wielu procesów metabolicznych.

Celem pracy było porównanie emisji fotonów w wybranej żywności tradycyjnej (niskoprzetworzonej) i porównawczo – w podobnych produktach wytwarzanych metodą przemysłową.

Materiały i metody

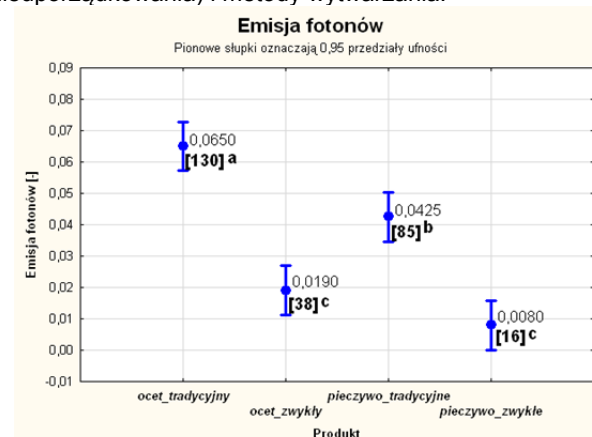
Metodologia przeprowadzonych pomiarów fotonów opisana jest w naszej innej pracy [3]. Całkowity czas pomiaru wynosił 500 [s] przy częstotliwości detekcji 4 [Hz], co dało łącznie 2000 odczytów dla każdego produktu. Analizowano pieczywo (po 5 [g]) z lokalnej wrocławskiej piekarni KIM wytwarzane tradycyjną metodą oraz porównawczo pieczywo kupione w jednym z supermarketów. Drugą parą badanych produktów był ocet (po 5 [ml]). Jeden był wytwarzany tradycyjną metodą z owoców leśnych, leżakowany w dębowych beczkach przez 2 lata, drugi zaś pochodził z produkcji przemysłowej i zakupiony był w sieci detalicznej. Analizę octów i pieczywa wykonano w trzech powtórzeniach. Trzecią parą badanych

produktów były jaja pochodzące z hodowli klatkowej (przemysłowej) i wolnego wybiegu (tradycyjnej). Ze względu na różną masę analizowanych jaj, wyniki (wyrażone jako standaryzowana ilość fotonów) przeliczono na masę jaja wynoszącą 60 [g]. Przeprowadzono analizę fotonów 9 jaj z każdego rodzaju hodowli w jednym powtórzeniu – razem 18 oznaczeń dla surowca jajczarskiego.

Wyniki

Analiza octów i pieczywa

Emisja fotonów z analizowanych produktów była na różnym poziomie. Stwierdzono statystycznie istotną większą ilość wyemitowanych fotonów w produktach wytworzonych tradycyjnymi metodami (Rys. 1). W occie tradycyjnym zmierzono prawie trzy i półkrotnie większą ilość fotonów (130) w porównaniu do octu wytworzonego w klasyczny sposób (38). Ponad pięciokrotnie większą ilość fotonów zaobserwowano w tradycyjnym pieczywie (85) w porównaniu do zwykłego pieczywa przemysłowego (16). W occie stwierdzono relatywnie większą emisję fotonów aniżeli w pieczywie, co wynika zapewne z ich odmiennego rodzaju, składu chemicznego, entropii (stopnia nieuporządkowania) i metody wytwarzania.



Rys. 1. Emisja fotonów z analizowanych produktów tradycyjnych i zwykłych

Na rys. 2-5 przedstawiono emisję fotonów w trakcie trwania eksperymentu osobno dla każdego produktu spożywczego. Sprawdzono czy liczba wyemitowanych

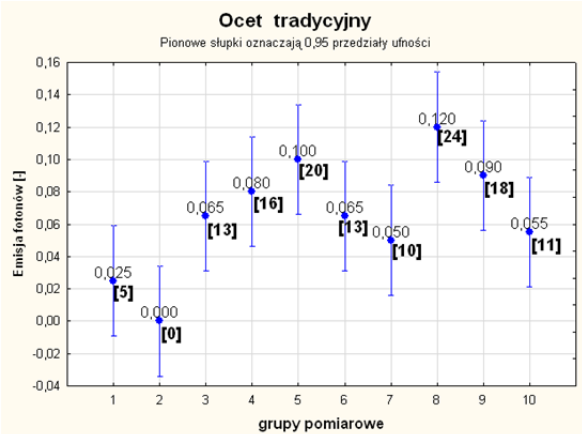
fotonów jest na podobnym poziomie przez cały czas pomiarów. Z tego względu, że najmniejsza zmierzona ilość fotonów wynosiła 16 (dla pieczywa zwykłego), ustalono że 2000 pomiarów podzielonych będzie na co najwyżej 10 grup odczytów kolejno zarejestrowanych. Tak więc 1. grupa pomiarowa odnosi się do pomiarów od 1. do 200., co przy częstotliwości pomiaru 4 [Hz] odpowiada pierwszym 50 sekundom eksperymentu. Wszystkie następane grupy pomiarowe reprezentują kolejne 200 pomiarów realizowanych przez 50 sekund, tak więc ostatnia 10. grupa pomiarowa reprezentuje pomiary 1801-2000 odczytane od 451. do 500. sekundy eksperymentu.

Dla wszystkich analizowanych produktów stwierdzono statystyczne zróżnicowanie emisji fotonów podczas eksperymentu.



Rys. 2. Emisja fotonów z octu zwykłego podczas trwania pomiarów

Z octu zwykłego (Rys. 2) największa ilość fotonów (ponad 80%) została wyemitowana w pierwszej części eksperymentu (do dwusetnej sekundy, kiedy zrealizowano 40% zaplanowanych pomiarów).



Rys. 3. Emisja fotonów z octu tradycyjnego podczas trwania pomiarów

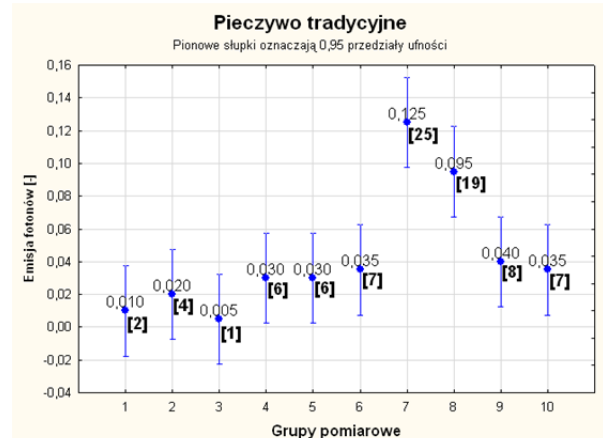
Emisja fotonów z octu tradycyjnego (Rys. 3) była zmienna podczas trwania eksperymentu. Najniższą emisyjność zaobserwowano na początku pomiarów (zaledwie 5 fotonów w pierwszych 100 sekundach). Później w każdym pięćdziesięcioszekundowym przedziale czasowym zmierzono od 10 do 24 fotonów (przy zmienności, w funkcji czasu, przypominającej sinusoidę).

W odniesieniu do emisyjności fotonów z pieczywa zwykłego (Rys. 4) najwyższą jej wartość (tj. 6 fotonów) stwierdzono w 3. grupie pomiarowej, odnoszącej się do okresu od 101. do 150. sekundy. Tendencję wzrostową w emisji fotonów zaobserwowano pod koniec eksperymentu (8.-10. grupa pomiarowa).

W przypadku pieczywa tradycyjnego (Rys. 5) na początku eksperymentu zaobserwowano stosunkowo niską emisję fotonów (zaledwie 7 w pierwszych 150 sekundach). Maksymalna ilość wyemitowanych fotonów (tj. 44, co stanowiło prawie 52% wszystkich fotonów dla tego pomiaru) miała miejsce w przedziale 301-400 [s]. W pozostałych grupach pomiarowych emisyjność była na ustabilizowanym poziomie 6-8 fotonów.



Rys. 4. Emisja fotonów z pieczywa zwykłego podczas trwania pomiarów



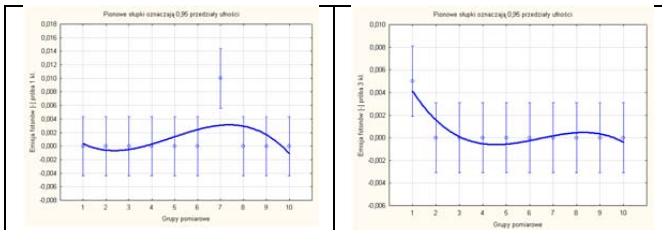
Rys. 5. Emisja fotonów z pieczywa tradycyjnego podczas trwania pomiarów

Analiza surowca jajcarskiego

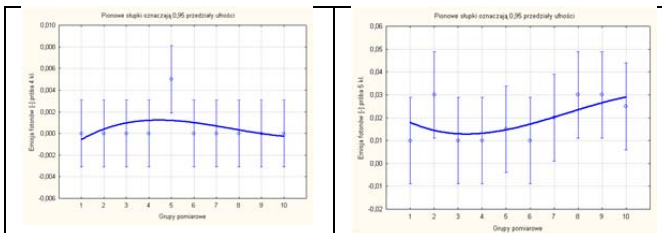
W pierwszym etapie badań surowca jajcarskiego przeanalizowano emisję fotonów osobno dla każdego jaja otrzymanego zarówno z hodowli przemysłowej (klatkowej) jak i tradycyjnej (wolnowybiegowej). Średnia masa jaj klatkowych wynosiła 56,9 [g], zaś wolnowybiegowych 73,7 [g]. Ze względu na różną masę każdego analizowanego jaja dokonano standaryzacji uzyskanych wyników polegającej na przeliczeniu ilości emitowanych fotonów dla średniej masy jaja wynoszącej 60 [g].

Tak jak w przypadku octów i pieczywa uzyskane zliczenia dotyczące detekcji lub braku detekcji fotonów (po 2000 dla każdego jaja) podzielono na 10 grup pomiarowych. Podczas trwania eksperymentu dokonano analizy emisji fotonów w funkcji czasu osobno dla każdego jaja (po 9 dla każdej grupy) celem ustalenia czy czas pomiaru jest czynnikiem istotnym związanym z emisyjnością fotonów w kontekście różnorodności analizowanego surowca (tj. jaj pochodzących od różnych niosek, aczkolwiek z tego samego typu hodowli). Taka zmienność osobnicza może być istotnym czynnikiem nie występującym we wcześniejszych analizach octu i pieczywa.

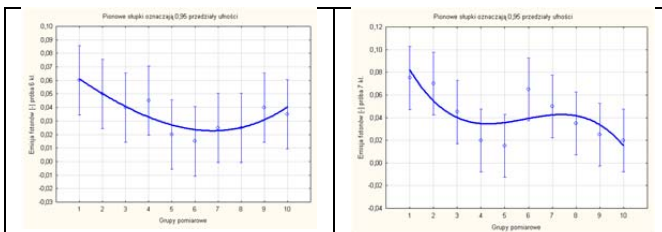
Na rys. 6-13 przedstawiono trend, jako wielomian sześcienny, emisji fotonów w funkcji czasu trwania pomiarów dla poszczególnych jaj z hodowli przemysłowej (klatkowej). Z tego względu, że w jednym przypadku nie zaobserwowano żadnej emisji fotonów na rysunkach zaprezentowanych jest 8, a nie 9 trendów.



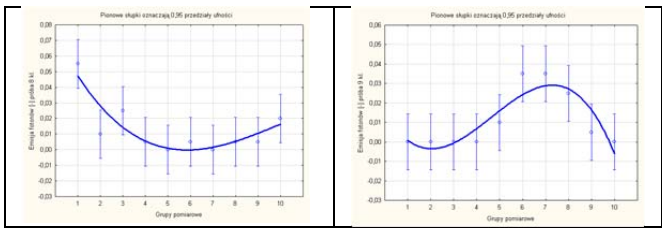
Rys. 6 i 7. Trend emisji fotonów z jaj (nr 1 i 3) od kur z hodowli przemysłowej



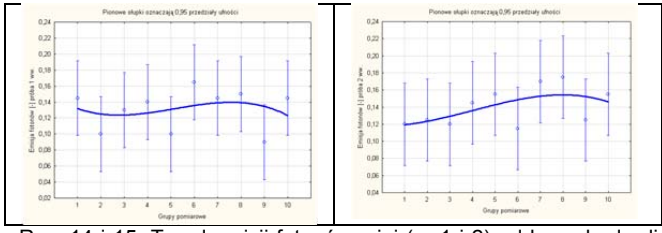
Rys. 8 i 9. Trend emisji fotonów z jaj (nr 4 i 5) od kur z hodowli przemysłowej



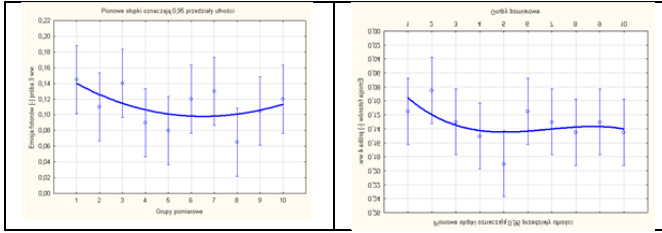
Rys. 10 i 11. Trend emisji fotonów z jaj (nr 6 i 7) od kur z hodowli przemysłowej



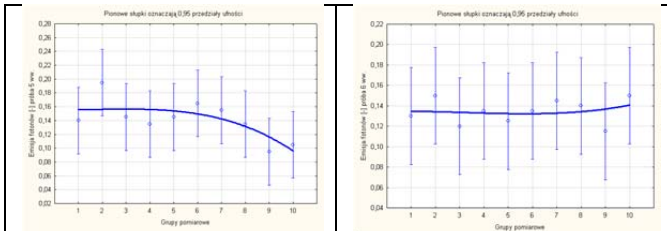
Rys. 12 i 13. Trend emisji fotonów z jaj (nr 8 i 9) od kur z hodowli przemysłowej



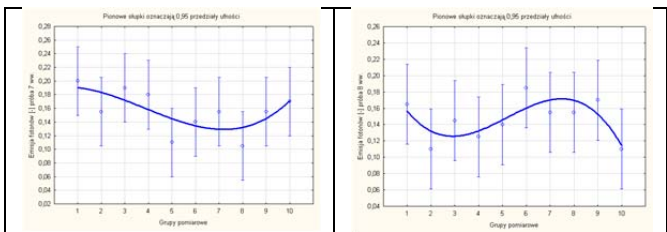
Rys. 14 i 15. Trend emisji fotonów z jaj (nr 1 i 2) od kur z hodowli tradycyjnej



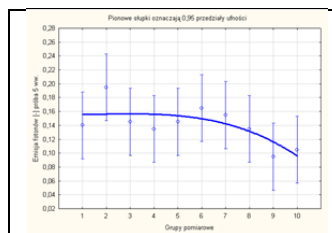
Rys. 16 i 17. Trend emisji fotonów z jaj (nr 3 i 4) od kur z hodowli tradycyjnej



Rys. 18 i 19. Trend emisji fotonów z jaj (nr 5 i 6) od kur z hodowli tradycyjnej



Rys. 20 i 21. Trend emisji fotonów z jaj (nr 7 i 8) od kur z hodowli tradycyjnej

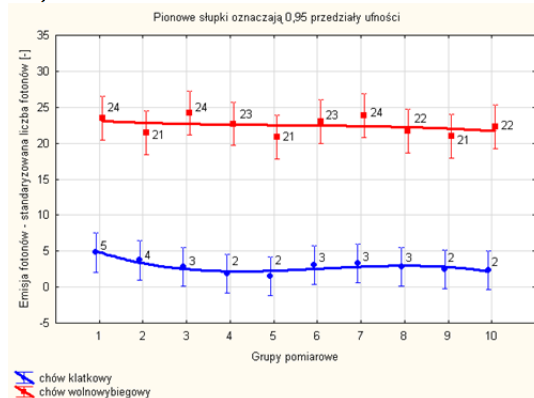


Rys. 22. Trend emisji fotonów z jaja (nr 9) od kury z hodowli tradycyjnej

Na rys. 14-22 ukazano 9 trendów emisji fotonów z jaj od niosek hodowanych w systemie tradycyjnym (wolnowybiegowym).

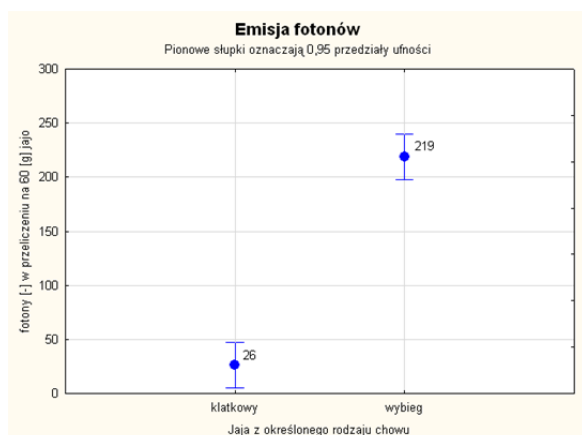
Linie trendu odnoszące się do jaj od niosek z hodowli tradycyjnej (wolnowybiegowej) charakteryzują się mniejszym zróżnicowaniem intensywności emisji fotonów podczas pomiarów w porównaniu do jaj z hodowli przemysłowej (klatkowej). W większości przypadków, zarówno w odniesieniu do hodowli tradycyjnej jak i przemysłowej, w końcowej fazie pomiarów trendy intensywności emisji fotonów miały tendencję spadkową.

W odniesieniu do emisyjności fotonów z jaj przemysłowych w 4 przypadkach stwierdzono jej statystycznie istotne zróżnicowanie w funkcji czasu ($p < 0,05$) co odnosiło się do prób nr 1, 7, 8 i 9 przedstawionych odpowiednio na rys. 6, 11, 12 i 13. W przypadku wszystkich analiz dotyczących jaj z hodowli tradycyjnej nie stwierdzono statystycznie istotnie różnej emisyjności fotonów podczas trwania pomiarów.



Rys. 23. Emisja fotonów z jaj od kur z hodowli tradycyjnej (wolnowybiegowej) oraz przemysłowej (klatkowej) podczas trwania pomiarów na tle odpowiednich linii trendu określonych na podstawie wielomianu sześciennego

Porównując uśrednioną ($n=9$) i standaryzowaną (na 60 [g]) emisyjność fotonów z jaj przemysłowych i tradycyjnych, osobno dla każdej z dziesięciu grup pomiarowych, można stwierdzić, że dla jaj tradycyjnych była ona od ok. 5 do 11x wyższa w porównaniu do jaj przemysłowych (Rys. 23). Wartości emisyjności fotonów na rys. 23 zaokrąglone zostały do pełnych wartości osobno dla każdej grupy pomiarowej i rodzaju surowca (tradycyjnego lub przemysłowego). Zróżnicowanie uśrednionej i standaryzowanej emisyjności fotonów w ramach grup pomiarowych było (osobno) statystycznie nieistotne zarówno dla jaj z chowu tradycyjnego jak i przemysłowego (Rys. 23).



Rys. 24. Emisja fotonów z jaj z chowu przemysłowego (klatkowego) oraz tradycyjnego (wolnowybiegowego)

Summaryzna uśredniona ($n=9$) i standaryzowana na 60 [g] jajo emisyjność fotonów z surowca przemysłowego wynosiła 26 fotonów, zaś z surowca tradycyjnego 219 fotonów (różnica statystycznie istotna), czyli była ponad 8-krotnie wyższa (Rys. 24).

Podsumowanie

Przedstawiona metoda wykazała swoją użyteczność jako narzędzie uzupełniającej oceny jakości żywności tradycyjnej w porównaniu do żywności podobnego rodzaju wytworzonej metodami przemysłowymi. Trudno uzyskane wyniki odnieść do innych badań, ze względu na stosunkowo małą ilość publikacji, w których analizuje się USL w kontekście produktów żywnościowych, gdzie porównywaloby się żywność tradycyjną i przemysłową.

Niemniej jednak samo zjawisko USL odkryto w wielu mikroskopowych jak i makroskopowych układach, w tym m.in. [1]: w układach lipidowych [4], w bakteriach [5], w namnażających się drożdżach [6], w leukocytach [7], w komórkach nerwowych [8], w mitochondriach i chloroplastach [9], w komórkach nowotworowych [10], w tkance wątrobowej [11], w tkance nerkowej [12], w powietrzu wydychanym przez człowieka [13], w płynach ustrojowych [14]. Ostatnie badania wskazują, że ultrasłaba emisja fotonowa wydaje się być dobrą metodą do analizowania oddziaływania nanocząstek z różnymi obiektami biologicznymi [15].

Ultrasłaba emisja fotonowa może być przez swą uniwersalność występowania w układach żywych bardzo przydatna również i w innych dziedzinach, jak chociażby w naukach o żywności, co zaprezentowano w niniejszej pracy. Niemniej jednak dla wyciągnięcia szerokich i ogólnych wniosków należy przeprowadzić większą ilość pomiarów emisji fotonów w żywności o różnym stopniu przetworzenia technologicznego – od minimalnego (żywność naturalna, tradycyjna) do maksymalnego (żywność przemysłowa o wysokim stopniu przetworzenia). Oprócz tego powinno

dążyć się do wybudowania jeszcze lepszych prototypowych urządzeń badawczych wyposażonych w wysokiej klasy fotopowielacze oraz dających możliwość zastosowania różnych filtrów i badania emisji fotonów w różnych zakresach częstotliwości fali - od podczerwieni, przez spektrum światła widzialnego do ultrafioletu.

Autorzy: dr inż. Maciej Oziembłowski, mgr Magdalena Dróżdż, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, ul. Chelmońskiego 37, 51-630 Wrocław, E-mail: maciej.ozieblowski@upwr.edu.pl, dr hab. inż. Paweł Kielbasa, dr inż. Tomasz Dróżdż, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki 30-149 Kraków, ul. Balicka 116 b, E-mail: tomasz.drozd@ur.krakow.pl

LITERATURA

- [1] Borc R., Jaśkowska A., Dudziak A., Ultrasłaba emisja fotonowa z układów żywych, (2015), Politechnika Lubelska
- [2] Popp F.A., Yan Y., Delayed luminescence of biological systems in terms of coherent states, (2002), Physics Letters, A 293, 93-97
- [3] Kielbasa P., Dróżdż T., Nawara P., Dróżdż M., Wykorzystanie emisji biofotonów do parametryzacji jakościowej produktów spożywczych, Przegląd Elektrotechniczny, 1/93 (2017), 153-156
- [4] Birtic S., Ksas B., Genty B., Mueller M.J., Triantaphylidès C., Havaux M., Using spontaneous photon emission to image lipid oxidation patterns in plant tissues, (2011), Plant Journal, 67, 1103-1115.
- [5] Laager F.M., Becker N.M., Park S.H., Soh K.S., Effects of Lac operon activation, deletion of the Yhha gene, and the removal of oxygen on the ultraweak photon emission of *Escherichia coli*, (2009), Electromagnetic Biology and Medicine, 28, 240-249.
- [6] Nerudová M., Červinková K., Hašek J., Cifra M., Optical spectral analysis of ultra-weak photon emission from tissue culture and yeast cells, (2015) Proceedings of SPIE 2015, 9450, 94500O-1-94500O-7, doi: 10.1117/12.2069897.
- [7] Van Wijk E.P.A., Van der Greef J., Van Wijk R., Photon counts statistics in leukocyte cell dynamics, (2011), Journal of Physics Conference Series, 329, 012021.
- [8] Salari V., Valian H., Bassereh H., Bókkon I., Barkhordari A., Ultraweak photon emission in the brain, (2015), Journal of Integrative Neuroscience, 14, 419-429.
- [9] Hideg E., Kobayashi M., Inaba H., Delayed Fluorescence and Ultraweak Light Emission from Isolated Chloroplasts (Comparison of Emission Spectra and Concentration Dependence), (1992), Plant and Cell Physiology, 33, 689-693.
- [10] Karbowski L.M., Murugan N.J., Dotta B.T., Persinger M.A., Only 1% Melanoma Proportion in Non-Malignant Cells Exacerbates Photon Emissions: Implications for Tumor Growth and Metastases, (2015), International Journal of Cancer Research and Molecular Mechanisms, 1(2): doi <http://dx.doi.org/10.16966/2381-3318.108>
- [11] Kim J.D., Lim J., Sung B., Soh K.S., Biophoton Emission from Rat Liver, (2003), Journal of the Korean Physical Society, 42, 427-430.
- [12] Zhang J.G., Zhong L.F., Zhang M., Xia Y.X., Protection effects of procaine on oxidative stress and toxicities of renal cortical slices from rats caused by cisplatin in vitro, (1992), Archives of Toxicology, 66, 354-358.
- [13] Deby-Dupont G., Deby C., Mouithys-Mickalad A., Hoebeke M., Mathy-Hartert M., Jadoul L., Vandenberghe A., Lamy M., The antibiotic ceftazidime is a singlet oxygen quencher as demonstrated by ultra-weak chemiluminescence and by inhibition of AAP consumption, (1998), Biochimica et Biophysica Acta, 1379, s. 61-68.
- [14] Kobayashi M., Usa M., Inaba H., Highly sensitive detection and spectral analysis of ultraweak photon emission from living samples of human origin for the measurement of biomedical information, (2001), Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers, E-1, 214-220.
- [15] Hossu M., Ma L., Zou X., Chen W., Enhancement of biophoton emission of prostate cancer cells by Ag nanoparticles, (2013), Cancer Nanotechnology, 4, 21-26.