

doi:10.15199/48.2019.01.30

Wykorzystanie emisji fotonów do oceny jakości owoców egzotycznych

Streszczenie. W badaniach podjęto próbę wykorzystania ultrasłabej emisji fotonowej do oceny jakości wybranych surowców biologicznych. Sprawdzone poziom wtórnej luminescencji z czterech owoców egzotycznych: kiwi, banana czerwonego, papai oraz melona cantaloupe. Do przeprowadzenia pomiarów użyto stanowiska wyposażonego w fotopowielacz, służący do identyfikacji pojedynczych fotonów. Odnotowano różnicowanie w poziomie emisyjności fotonów z wybranych produktów.

Abstract. The research attempts to use ultra-low photonic emission to assess the quality of selected biological raw materials. The level of secondary luminescence from four exotic fruits: kiwi, red banana, papaya and cantaloupe melon, was checked. A station equipped with a photomultiplier used to identify individual photons was used to do the measurements. There was a difference in the emissivity level of photons from selected products. (Using emission of photons to evaluate the quality of exotic fruits).

Słowa kluczowe: emisja fotonów, owoce egzotyczne.

Keywords: photon emission, exotic fruits.

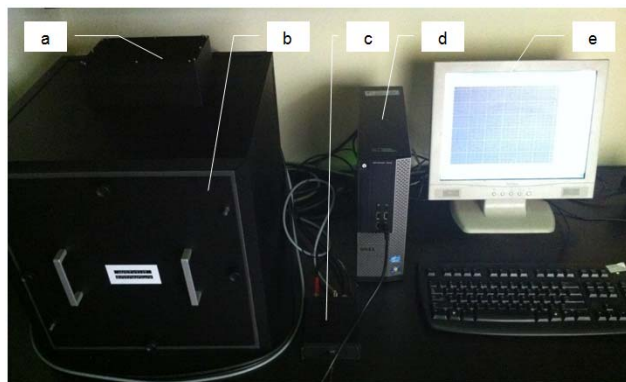
Wstęp

Uzyskiwanie ziemiopłodów o jak najwyższej jakości jest jednym z podstawowych celów rolnictwa. Tradycyjne metody oceny jakości surowców, oparte na analizie zawartości określonych substancji chemicznych i ocenie organoleptycznej, nie definiują jakości w sposób precyzyjny i obiektywny [1, 2]. Podejmowane są więc próby opracowania metody pozwalającej na dokładną ocenę standardu produktów żywnościowych. Jedną z takich metod jest pomiar emitowanych przez produkt żywnościowy biofotonów, definiowanych jako fotony promieniowania elektromagnetycznego o niewielkim natężeniu i długości fali od 300 do 800 nm [3-5]. Ten rodzaj promieniowania określany jest w literaturze jako wtórna luminescencja lub biochemoluminescencja, zachodząca na poziomie fotonów. Zachodzi ono, gdy elektronowo – oscylacyjnie wzbudzona cząsteczka pozostaje w równowadze termicznej z otoczeniem. Koncepcję wykorzystania emisji promieniowania żywych organizmów (bioluminescencji) do oceny jakości żywności opracował F.A. Popp. Metoda ta polega na pojedynczym zliczaniu fotonów (ang. Single Photon Counting). Na podstawie długoletnich badań F.A. Popp stwierdził, że jakość żywności zależy od zgromadzonej w niej energii świetlnej w postaci biofotonów, a produkty lepszej jakości mają większą zdolność do kumulowania światła [6-8].

Układ pomiarowy

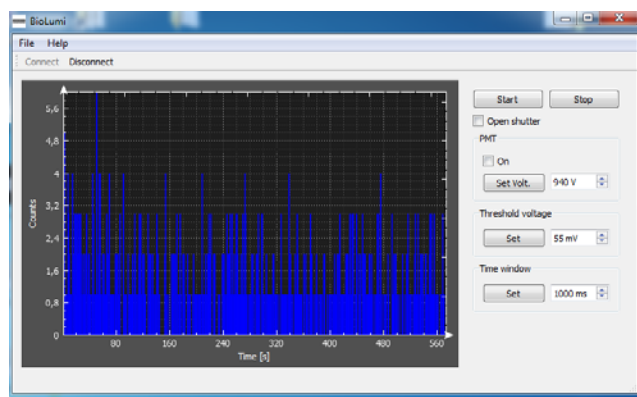
Do przeprowadzania badań użyto autorskiego układu pomiarowego umożliwiającego rejestrację ilości biofotonów emitowanych z produktów żywnościowych (rys. 1), składający się z komory pomiarowej z wbudowanym fotopowielaczem. Urządzenie nie posiada wyświetlacza oraz elementów manipulacyjnych - całość sterowania odbywa się z komputera typu PC przy pomocy dedykowanego oprogramowania BioLumi. Pomiar emisji fotonów realizowany jest poprzez zastosowanie fotopowielacza. Emitująca światło próbka jest umieszczona w centralnej części komory pomiarowej w osi symetrii szczeliny fotopowielacza. Fotopowielacz zamienia sygnały świetlne pochodzące od badanego obiektu na impulsy elektryczne, a impulsy elektryczne, zamienione w dyskryminatorze na impulsy logiczne, są następnie zliczane w liczniku. Interfejs oprogramowania umożliwia obserwację

wykresu przedstawiającego ilość fotonów emitowanych w zadanej jednostce czasu w czasie rzeczywistym.



Rys. 1. Układ pomiarowy: a – fotopowielacz, b- komora pomiarowa, c – interfejs, d – komputer, e – oprogramowanie BioLumi

Przykładowy obraz programu komputerowego rejestrującego liczbę fotonów przedstawiono na Rysunku 2.



Rys. 2. Program rejestrujący liczbę fotonów emitowanych z analizowanych produktów żywnościowych umieszczonych w komorze pomiarowej

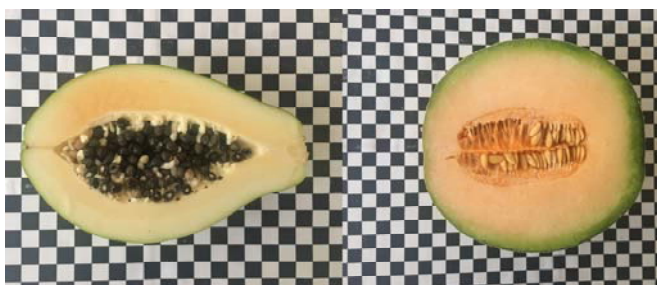
Pomiar zaników fluorescencji metodą skorelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów wizualizowany jest w czasie rzeczywistym na ekranie komputera i archiwizowany w sposób automatyczny w jego pamięci.

Metodyka badań

Badania polegały na zliczeniu pojedynczych fotonów emitowanych z wybranych surowców żywnościowych. Do badań wykorzystano miąższ wybranych owoców egzotycznych dostępnych na polskim rynku (banan czerwony, kiwi – Rys.3. oraz papaja i melon cantaloupe – Rys.4).



Rys.3. Przekrój poprzeczny badanych owoców: banana czerwonego i kiwi



Rys.4. Przekrój poprzeczny badanych owoców: papai i melona cantaloupe

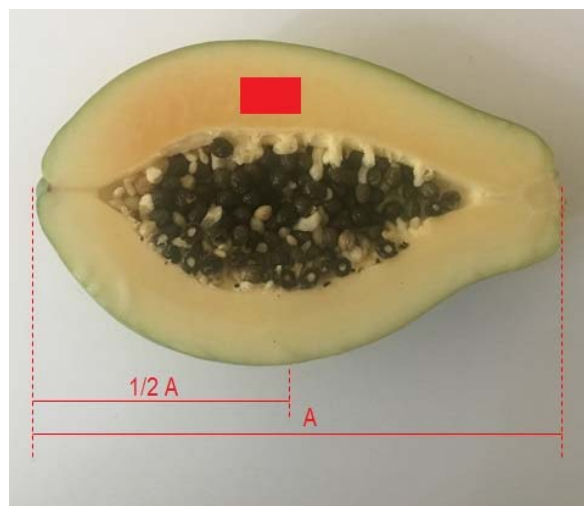
Całkowity czas pomiaru zawsze wynosił 600 [s] przy częstotliwości detekcji 0,8 [Hz]

Owoce przeznaczone do badań zostały umieszczone w opakowaniu światłoszczelnym, a następnie były przechowywane w temperaturze 7-10 °C przez okres 24 godzin. Po tym czasie, z wystabilizowanego materiału badawczego wykonano odpowiednie próbki.

Biorąc pod uwagę czułość aparatury masę pojedynczej próbki ustalono na poziomie 5 g z dokładnością do 0,1 g (dokładność masy próbki wynika z jej wpływu na wynik pomiaru) bez względu na stan fizyczny badanego materiału. Czas wykonania przedmiotowej operacji, tj. od momentu pobrania materiału z komory chłodniczej i rozhermetyzowania opakowania światłoszczelnego nie może być dłuższy niż 30 minut. Należy zaznaczyć, że operację tą wykonuje się w pomieszczeniu eliminującym promieniowanie słoneczne i stabilizowanym termicznie. Temperatura powietrza w komorze laboratoryjnej w którym przeprowadzano eksperyment wynosiła 19 °C, a wilgotność względna powietrza mieściła się w zakresie 30-40%. Miąższ o masie 5 g (z dokładnością do 0,1 g) pobrano po przekrojeniu każdego z owoców, nie bliżej niż 3 mm od skórki (rys. 5), z obrysu w kształcie prostokąta, w osi symetrii owocu. Czas operacji, podczas której miąższ był narażony na światło sztuczne o natężeniu w przestrzeni manipulacyjnej wynoszące 300 lx nie przekraczał jednej minuty. Gotowe próbki umieszczano na szkle laboratoryjnym. Produkt umieszczany był w stabilizowanej termicznie, szczelnie zamykanej komorze pomiarowej. Miejsce umieszczenia próbki w komorze (bezpośrednio pod szczyliną fotopowielacza) jest ściśle określone.

Próbki wszystkich owoców (Rys. 6) analizowano

trzykrotnie (n=3), pobierając je każdorazowo z tego samego owocu.



Rys.5. Sposób pobierania próbki papai do badań



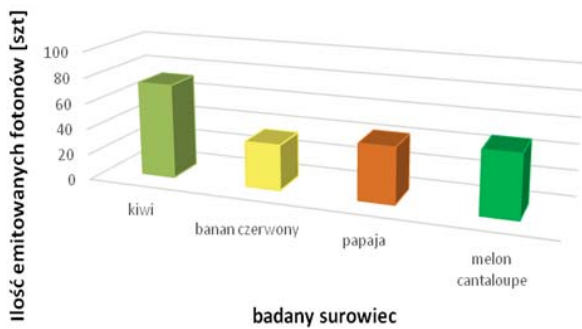
Rys.5. Widok gotowych próbek do badań

Wyniki badań

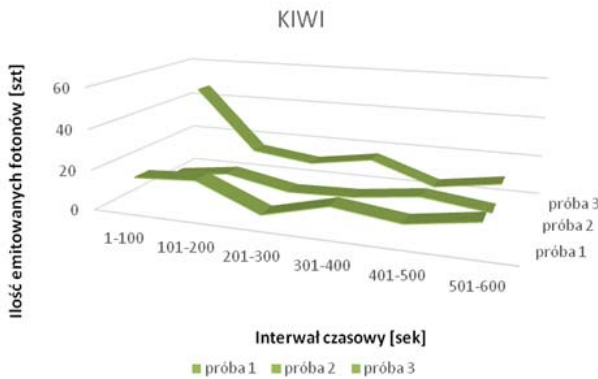
Do wyznaczenia ultrasłabej emisji fotonowej wykorzystano metodę zliczania pojedynczych fotonów. Analiza procesu przetwarzania informacji (danymi wejściowymi jest ilość fotonów zidentyfikowanych przez fotopowielacz, a danymi wyjściowymi – sumaryczna liczba fotonów z zadanego interwału czasowego) następuje przy odpowiednich ustawieniach systemu pomiarowego. Wynik pomiaru ultrasłabej emisji fotonowej stanowi bezwzględną różnicę między liczbą fotonów zarejestrowanych przez fotopowielacz w komorze z materiałem i liczbą fotonów zarejestrowanych przez fotopowielacza w komorze światłoszczelnej bez materiału, wg zależności $L=A-B$ [foton/jednostkę czasu], gdzie: L – liczba fotonów emitowanych przez badana próbkę, A - liczba fotonów emitowana przez próbkę umieszczoną w komorze światłoszczelnej, B - liczba fotonów emitowana przez pustą komorę światłoszczelną. Czas pomiaru wynosił 600 sekund.

Ilość fotonów emitowanych przez próbki miąższu kiwi wynosiła średnio 73. Ilość fotonów emitowanych przez próbki miąższu bananów czerwonych wynosiła średnio 35. Ilość fotonów emitowanych przez próbki miąższu papai wynosiła średnio 43. Ilość fotonów emitowanych przez próbki miąższu melona wynosiła średnio 48. Wykresy poniżej przedstawiają: całkowitą, średnią ilość fotonów emitowaną przez wszystkie produkty (Rys.6) ilość fotonów emitowanych przez produkt w stusekundowych interwałach czasowych (Rys. 7-10).

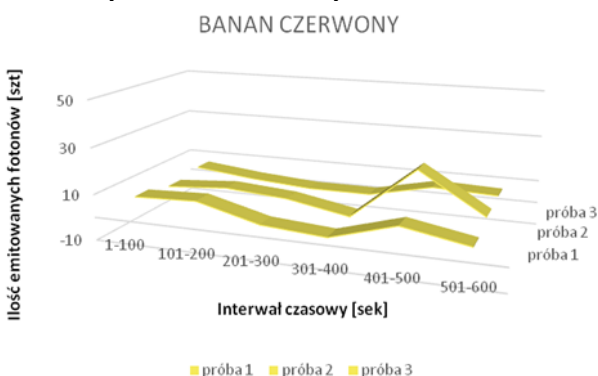
Aby sprawdzić, czy istnieje zależność, pomiędzy ilością uwalnianych fotonów w funkcji czasu, analizowano nie tylko całkowitą, średnią ilość fotonów emitowaną przez badane produkty, ale również rozkład tej emisji w konkretnych, stusekundowych interwałach czasowych.



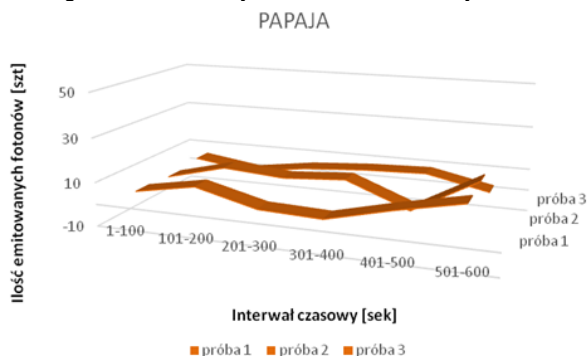
Rys.6. Całkowita, średnia ilość fotonów emitowanych przez próbki owoców



Rys.7. Ilość fotonów emitowanych przez próbki mięszu kiwi w stusekundowych interwałach czasowych



Rys.8. Ilość fotonów emitowanych przez próbki mięszu banana czerwonego w stusekundowych interwałach czasowych

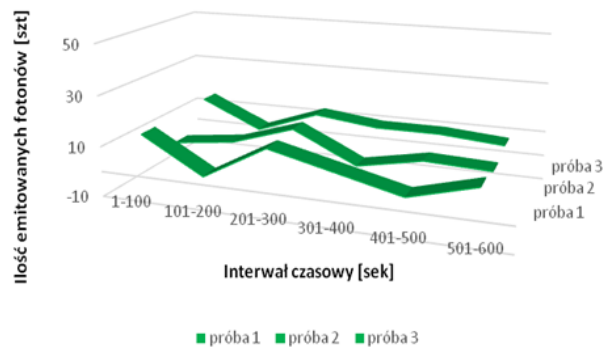


Rys.9. Ilość fotonów emitowanych przez próbki mięszu papai w stusekundowych interwałach czasowych

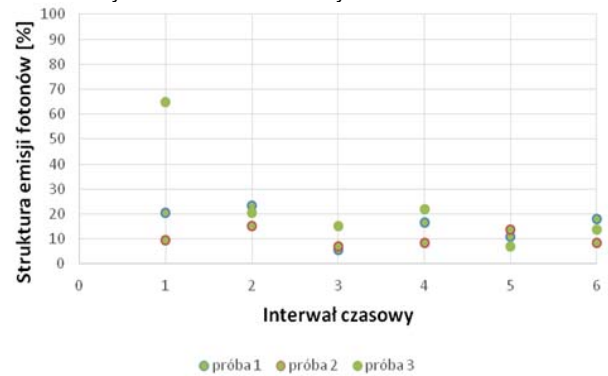
Dla mięszu kiwi, największy poziom emisji fotonów nastąpił w próbie trzeciej, w pierwszym interwale czasowym, a najmniejszy w próbie pierwszej, w czwartym interwale czasowym. Wysoki poziom emisji dla pierwszej próby w pierwszych 100 sekundach pomiaru spowodował wysoki poziom odchylenia standardowego dla trzech badanych prób, który wyniósł 9,6.

Dla mięszu banana czerwonego, największy poziom emisji fotonów nastąpił w próbie drugiej, w piątym interwale czasowym, a najmniejszy – w próbie pierwszej i drugiej, w czwartym interwale czasowym. Odchylenie standardowe mierzonych wartości wynosi 5,1.

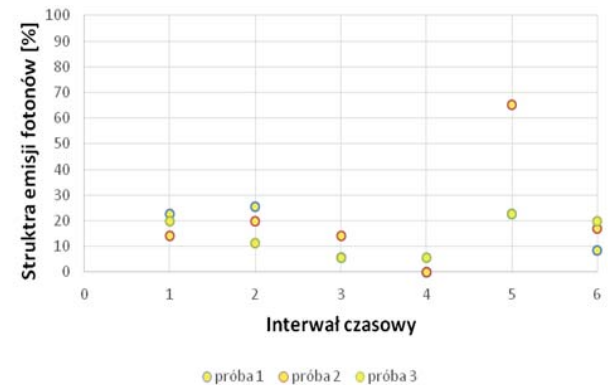
MELON CANTALOUPE



Rys.10. Ilość fotonów emitowanych przez próbki mięszu melona w stusekundowych interwałach czasowych



Rys.11. Procentowy rozkład emisji fotonów dla badanego mięszu kiwi w poszczególnych interwałach czasowych

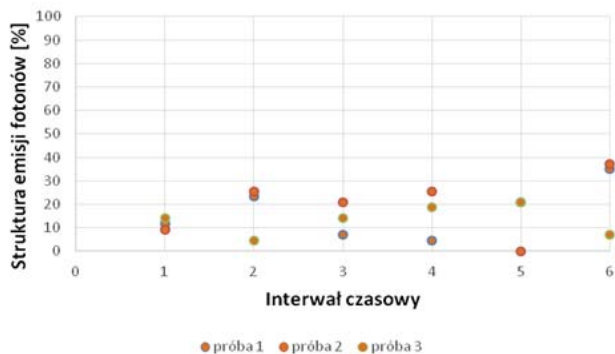


Rys.12. Procentowy rozkład emisji fotonów dla badanego mięszu banana czerwonego w poszczególnych interwałach czasowych

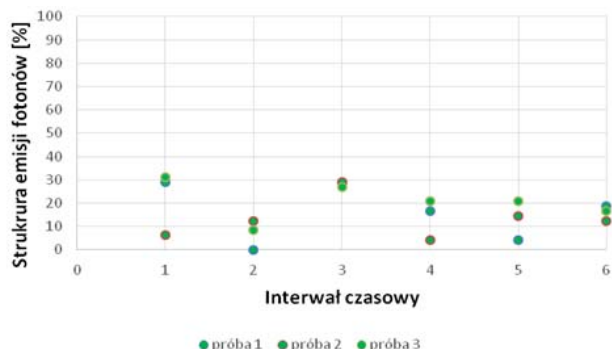
Dla mięszu papai, największy poziom emisji nastąpił dla próby drugiej, w ostatnim interwale czasowym. Odchylenie standardowe mierzonych wartości wynosi 4,5.

Dla mięszu melona, największy poziom emisji nastąpił dla próby pierwszej i drugiej, w trzecim interwale czasowym. Odchylenie standardowe mierzonych wartości wynosi 4,7. Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników badań dla wszystkich czterech owoców stwierdzono, że nie istnieje logiczna zależność pomiędzy ilością uwalnianych fotonów, a czasem tej emisji.

Wykresy poniżej (rys. 11-14) przedstawiają procentowy rozkład emisji fotonów w poszczególnych interwałach czasowych.



Rys. 13. Procentowy rozkład emisji fotonów dla badanego miększu papai w poszczególnych interwałach czasowych



Rys. 14. Procentowy rozkład emisji fotonów dla badanego miększu melona cantaloupe w poszczególnych interwałach czasowych

Przy braku zróżnicowania intensywności emisji fotonów każdy interwał czasowy powinien charakteryzować się emisyjnością na stałym poziomie, równym około 16,7% (100%/6). W każdym z analizowanych produktów, struktura emisji fotonów w poszczególnych interwałach czasowych była w większości zbliżona, ale wykazywała charakter losowy. Ponadto, w pojedynczych przypadkach można było zaobserwować duże odchylenia od podanej średniej.

Podsumowanie

Celem badań było porównanie emisji fotonów przez próbki wybranych owoców egzotycznych.

Przeprowadzone doświadczenie potwierdza, że każdy z badanych surowców biologicznych charakteryzuje się pewną emisyjnością fotonów. Poziom emisji fotonów w badanych owocach, w odniesieniu do publikowanych wcześniej wyników [3, 9-11] był zbliżony. Najwyższe wartości tej emisji odnotowano dla owoców kiwi, najniższe – dla banana czerwonego. Zaobserwowane zróżnicowanie między substancjami pod względem emisyjności fotonowej mogą być wynikiem charakterystyki struktury jej elementów składowych (np. zawartości substancji prozdrowotnych) lub zdolności tych produktów do kumulowania światła słonecznego wewnątrz struktur komórek. Na tej podstawie można przypuszczać, że ponad dwukrotnie niższy poziom fotonów emitowanych przez próbki banana, w stosunku do ilości fotonów emitowanych np. przez próbki kiwi, może wynikać z procesu transportu bananów z miejsca uprawy do miejsca sprzedaży. Należy pamiętać, że w uprawie bananów przerywany jest proces naturalnego dojrzewania

owoców na słońcu. Po przetransportowaniu ich do miejsca docelowego proces dojrzewania tych owoców jest z kolei sztucznie stymulowany poprzez spryskiwanie ich etylenem, już bez udziału światła słonecznego.

Przedstawiona metoda wydaje się być bardzo użyteczna jako narzędzie uzupełniającej metody pozwalającej na ocenę jakości surowców biologicznych. Dla wyciągnięcia bardziej szczegółowych wniosków należałoby jednak przeprowadzić większą ilość pomiarów emisji fotonów z innych owoców (egzotycznych i krajowych) oraz dokonać szczegółowej analizy korelacji tej emisji z charakterystyką cech chemicznych badanych surowców.

Autorzy: dr inż. Karolina Trzyniec, prof. dr hab. inż. Tadeusz Juliszewski, dr inż. Piotr Nawara, mgr inż. Ernest Popardowski, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków, E-mail: karolina.trzyniec@urk.edu.pl; tadeusz.juliszewski@urk.edu.pl; rtnawara@cyf-kr-edu.pl, ernest.popardowski@urk.edu.pl, dr inż. Maciej Oziębłowski, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, ul. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław, E-mail: maciej.ozieblowski@upwr.edu.pl,

LITERATURA

- [1]. Stalenga S. 2002. Nowe metody oceny jakości ziemiopłodów w rolnictwie ekologicznym. Materiały konferencyjne Warsztatów pt. Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne, organizowanych 18.11.2002r. w Krakowie.
- [2]. Korzeniewska, E., Gałązka-Czarnecka, I., Czarnecki, A., Piekarska, A., Krawczyk, A. "Influence of PEF on antocyanins in wine" 2018 Przegląd Elektrotechniczny 94(1), pp. 57-60
- [3]. Kielbasa P., Drózdź T., Nawara P., Drózdź M. 2017. Wykorzystanie emisji biofotonów do parametryzacji jakościowej produktów spożywczych. Przegląd Elektrotechniczny, nr 1, s. 153-156.
- [4]. Lambing K. 1992. Biophoton measurements as a supplement to the conventional consideration of food quality. [In:] Popp F.A., Li K.H., Gu Q. (ed.). Recent advances in biophoton research and its applications. World Scientific Publications, p. 393-413.
- [5]. Vogtmann H. 1992. New approaches to the determination of food quality. [In:] Food quality: Concepts and Methodology. Elm Farm Research Centre, Newbury, UK, p. 44-49.
- [6]. Ruth B., Popp F. A. 1976. Experimentelle Untersuchungen zur ultraschwachen Photonenemission biologischer Systeme. Zeitschrift für Naturforschung, 31c, 741-745
- [7]. Popp F.A. 2010. Przekaz jedzenia, czyli co nas odżywia? Wydawnictwo Virgo, Warszawa
- [8]. Nawara P., Gliniak M., Popardowski E., Szczuka M., Trzyniec K. 2018. Control system of a prototype measurement system for the identification of ultra-low photonic emission of organic material. Progress in Applied Electrical Engineering (PAEE 2018), s. 176 – 180.
- [9]. Oziębłowski M., Drózdź M., Juliszewski T., Trzyniec K. 2018. Wpływ naświetlania światłem białym lub niebieskim na wielkość emisji fotonów w wybranych produktach spożywczych. Przegląd Elektrotechniczny, nr 2, s. 104-107.
- [10]. Trzyniec K., Kielbasa P., Oziębłowski M., Drózdź M., Nawara P., Posytek Z., Leja R. 2017. Wykorzystanie emisji fotonów do oceny jakości jabłek. Przegląd Elektrotechniczny, nr 12, s. 183-186.
- [11]. Oziębłowski M., Drózdź M., Kielbasa P., Drózdź T., Gąsiorowski A., Nawara P., Tabor S. 2017. Ultra słaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej. Przegląd Elektrotechniczny, nr 12, s. 131-134.