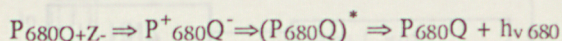


Roman KOPER, Barbara KORNAS-CZUCZWAR

**Próba oceny fotoindukowanej luminescencji nasion
buraka cukrowego o zróżnicowanej zdolności kiełkowania**

An Attempt to Estimate the Photo-Induced Luminescence of Sugar Beet Seeds with Differentiated Ability of Germination

Wszystkie obiekty biologiczne poddane działaniu promieniowania elektromagnetycznego, mono lub polichromatycznego z zakresu widma widzialnego, emitują długofalową opóźnioną luminescencję. Jest to promieniowanie czerwone (680-720 nm), odpowiadające fluorescencji chlorofilu-a, emitowane z funkcjonującego aparatu fotosyntetycznego po wygaszeniu fluorescencji (2,3). Opóźniona luminescencja fotosyntetyczna powstaje w wyniku procesu radiacyjnej rekombinacji elektronu e^- z dziurami, tj. dodatnio naładowanymi centrami fotochemicznymi, np. dimerami chlorofilu-a lub jego kompleksami z plastochinonem Q (4):



gdzie Z - pierwotny akceptor e^-

Aparat fotosyntetyczny powiązany jest ściśle z uformowaniem i funkcjonowaniem błon komórkowych, istnieje więc zależność między zaburzeniami struktury błon a parametrami kinetycznymi opóźnionej luminescencji (2,3). A zatem wszelkie czynniki fizyczne, chemiczne, a także biologiczne, uszkadzające błony komórkowe, a tym samym strukturę aparatu fotosyntetycznego, wpływają zarówno na intensywność, jak i kinetykę fotoindukowanej opóźnionej luminescencji. Tak jak w przypadku tkanek roślinnych wykazujących fotoindukowaną opóźnioną luminescencję chloroplastów (2), zjawisko emisji ultrasłabego promieniowania można również obserwować po oświetleniu innych układów biologicznych, na przykład niektórych nasion (5, 6). Utrata zdolności kiełkowania nasion spowodowana ubytkiem związków pokarmowych (węglowodanów, lipidów, białek), zanikiem aktywności enzymów łańcucha oddechowego, denaturacją makrocząstek, np. kwasów nukleinowych, a także akumulacją metabolitów toksycznych powinna być skorelowana z wartością natężenia fotoindukowanej luminescencji (1,5,6).

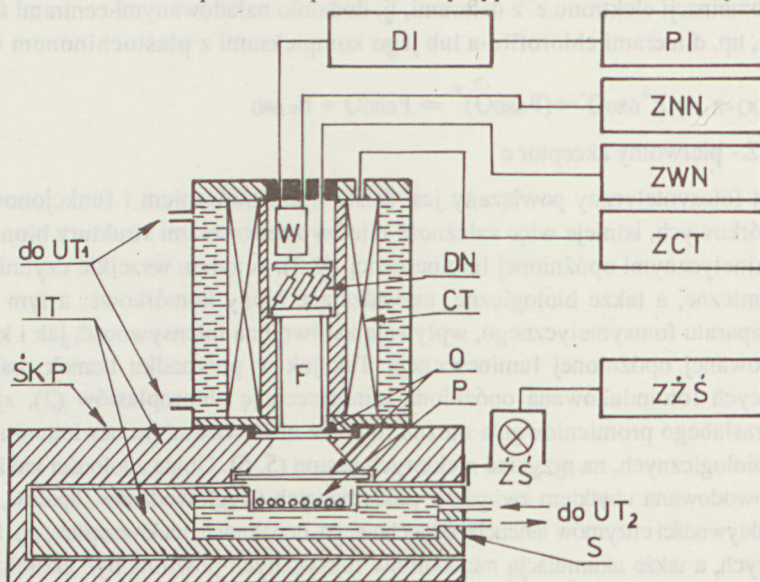
W niniejszej pracy przedstawione są rezultaty wstępnych badań nad zastosowaniem detekcji fotoindukowanej luminescencji do oceny zdolności kiełkowania nasion buraka cukrowego.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał stanowiły nasiona buraka cukrowego odmiany PN Mono I i Polycama (ze zbioru w 1989 roku i o różnych zdolnościach kiełkowania) pochodzące z Laboratorium Hodowli Buraka Cukrowego w Lublinie. Przed przystąpieniem do pomiarów natężenia fotoindukowanej luminescencji określono wilgotność nasion metodą suszarkową zgodnie z normą PN-79/R-65950. Pomiary przeprowadzono trzykrotnie i obliczono wilgotność średnią, która dla odmiany PN Mono I wynosiła 13,4% a dla odmiany Polycama - 13,2%. Do pomiarów natężenia fotoindukowanej luminescencji przygotowano próbki nasion o masie 2 g. Próbki te umieszczano w płaskim naczyniu o promieniu 2,8 cm w jednej warstwie. Materiał, z którego wykonane było naczynie, charakteryzował się niskim współczynnikiem fosforescencji po wyłączeniu oświetlenia. Badaną próbkę nasion umieszczono w termostatycznej szufladzie aparatury kwantowometrycznej (ryc.1) po czym naświetlono ją światłem białym o natężeniu oświetlenia $I_{osw} = 1500 \mu E/m^2 s^2$ przez okres 10 s. Natężenie luminescencji emitowanej przez nasiona rejestrowano w 10-sekundowych przedziałach czasowych. Jako detektora promieniowania elektromagnetycznego używano fotopowielacza typu EMI 9558 B z fotokatodą S 20 o zakresie 320-800 nm, chłodzoną do temperatury $-10^\circ C$. Przyjęto, że natężenie $I(t)$ fotoindukowanej luminescencji badanej próbki nasion stanowi liczba impulsów w kolejnym przedziale czasowym po odjęciu tła aparatury. Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie przy pomocy testu t-Studenta.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań fotoindukowanej luminescencji nasion odmian buraka cukrowego przedstawiono w tab.1 oraz na ryc. 2 i 3 w układzie współrzędnych półlogarytmicznych ($t, \ln I[t]$). Wartości natężenia $I(t_1)$ wyznaczono na podstawie 6 pomiarów wykonanych po upływie pierwszych 10 s od oświetlenia nasion dla próbek obu odmian buraka cukrowego o różnych zdolnościach kiełkowania Z_k . Wartości natężenia fotoindukowanej luminescencji, odpowiadające różnym wartościom zdolności kiełkowania, różniły się istotnie od siebie na poziomie $p < 0,001$. W przypadku nasion odmiany PN Mono I



Ryc.1. Schemat aparatury pomiarowej. SKP - światłoszczelna komora pomiarowa z wysuwaną szufladą S, IT - izolator termiczny, UT₁ - ultratermostat pierwszy, F - fotopowielacz, WI - wzmacniacz impulsów, P - próbka, O - okienka szklane, CT - chłodnica termoelektryczna, DN - dzielnik napięcia, DI - dyskryminator amplitudy impulsów, UT₂ - ultratermostat drugi, ZS - źródło światła, ZŻŚ - zasilacz źródła światła, ZCT - zasilacz chłodnicy termoelektrycznej, ZWN - zasilacz wysokiego napięcia, ZNN - zasilacz niskiego napięcia, PI - przelicznik impulsów.

The scheme of the measurement devices.

Tab.1. Wyniki pomiarów natężenia $I(t_1)$ fotoindukowanej luminescencji w pierwszych 10 s po wyłączeniu oświetlenia nasion badanych odmian buraka cukrowego.

The results of the measurements of intensity I/t_1 of photo-induced luminiscence in the first 10 seconds after switching off the illumination of the seeds of the studied sugar beet varieties

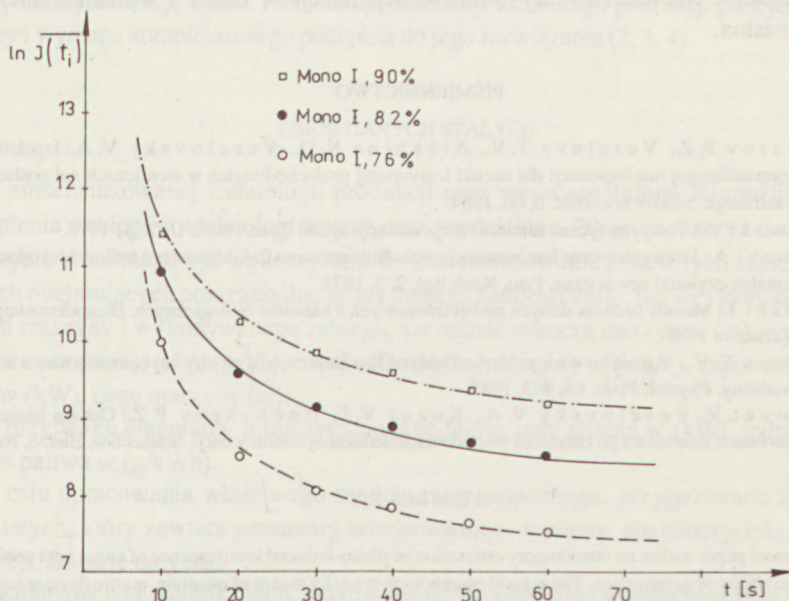
Odmiana	Z_k (%)	$I(t_1)$ (imp/10 s)
PN Mono I	90	$89\,230 \pm 6062$
	82	$53\,231 \pm 1783^a$
	76	$21\,528 \pm 985^a$
Polycama	90	$97\,461 \pm 6865$
	68	$122\,487 \pm 6609^b$

Przedstawione wyniki są średnimi $\pm$ odchylenie standardowe z 6 pomiarów.

Z_k - zdolność kiełkowania. ^a $p < 0,001$ wobec PN Mono I (Z_k - 90%); ^b $p < 0,001$ wobec Polycama (Z_k - 90%).

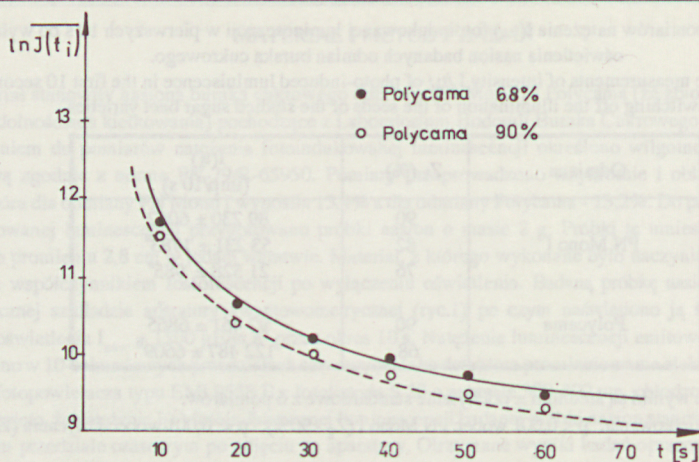
stwierdzono, że wyższym wartościom zdolności kiełkowania odpowiadają wyższe wartości natężenia fotoindukowanej luminescencji.

Z drugiej strony dla nasion odmiany Polycama wyższym wartościom zdolności kiełkowania odpowiadają niższe wartości natężenia luminescencji. Można przypuszczać, że przyczyną tego jest zróżnicowana budowa nasion. Kłębki buraka cukrowego odmiany PN Mono I są jednonasienne, natomiast odmiany Polycama - wielonasienne. Wysoka powtarzalność wyników uzyskanych metodą natężenia fotoindukowanej luminescencji wskazuje na potrzebę przeanalizowania możliwości porównania jej z innymi metodami oceny żywotności nasion, jak np. z metodą konduktometryczną.



Ryc.2. Zmiany $\ln I(t_1)$ w czasie t po wyłączeniu oświetlenia dla nasion odmiany PN Mono I.

Changes in $\ln I/t_1$ in the time t after switching off illumination for the seeds of PN Mono I variety.



Ryc.3. Zmiany $\ln I(t)$ w czasie t po wyłączeniu oświetlenia dla nasion odmiany Polycama
Changes in $\ln I(t)$ in the time t after switching off illumination for the seeds of Polycama variety

WNIOSKI

1. Nasiona buraka cukrowego po oświetleniu ich światłem widzialnym są źródłem fotoindukowanej luminescencji, którą można rejestrować aparaturą pomiarową o czułości spektralnej od 320 do 800 nm.
2. Wartość natężenia fotoindukowanej luminescencji nasion buraka cukrowego wykazuje istotną zależność od zdolności kiełkowania tych nasion.
3. Natężenie fotoindukowanej luminescencji maleje w czasie i wyraźnie zależy od odmiany nasion.

PIŚMIENNICTWO

1. Bochvarov P. Z., Veselova T. V., Alekhina N. D., Veselovsky V. A.: Ispolzovanie metoda zamiedlennoj luminescencji dla ocenki izmenienij proichodiščich w siemienach soi poslie usko-rennogo starienija. Selskochoz. Biol. 6, 66, 1984.
2. Murkowski A.: Fotosyntetyczna luminescencja chloroplastów. Zesz. Nauk. UJ 2, 31 1975.
3. Murkowski A.: Fotosyntetyczna luminescencja wskaźnikiem stanu fizjologicznego rośliny i jej odporności na ekstremalne czynniki zewnętrzne. Post. Nauk Rol. 2, 3, 1974.
4. Sławiński J.: Metody badania słabych emisji fotonowych z układów biologicznych. Biospektroskopia t.3, PWN, Warszawa 1989.
5. Veselova T. V., Veselovsky V. A.: Delayed luminescence of air-dry soybean seeds as a measure of their viability. Physiol. Plant. 65, 493, 1985.
6. Veselovat V., Veselovsky V. A., Kozar V. J., Bochvarov P. Z.: Ocenka izmenienija žiznieszposobnosti siemian soi pri chranienii metodom zamiedlennoj luminescencji. Selskochoz. Biol. 6, 76, 1985.

SUMMARY

The present paper makes an introductory estimation of photo-induced luminescence of sugar beet seeds with differentiated ability of germination. The measurements were made by means of quantum-metric devices equipped with photo-duplicated EMI 9558 B with a photo-cathode S 20. They found out relationships existing between the intensity of photo-induced luminescence and the ability of the sugar beet seeds to germinate.