

ZASTOSOWANIE LUMINESCENCJI CHLOROFILU  
DO BADANIA REAKCJI APARATU FOTOSYNTETYCZNEGO  
ROŚLIN POMIDORA NA STRES ŚWIETLNY ORAZ CHŁÓD

*Antoni Murkowski*

Zakład Fizyki, Akademia Rolnicza, ul. Papieża Pawła VI Nr 3, 71-459 Szczecin

e-mail: fizyka@agro.ar.szczecin.pl

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono badania wpływu krótkotrwałego (2h) silnego naświetlenia (PPFD  $800 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) w temperaturze  $22^{\circ}\text{C}$  i  $4^{\circ}\text{C}$ , na luminescencję chlorofilu w liściach pomidora. Badane rośliny należały do odmian różniących się reakcją na niską temperaturę: New Yorker (NY) bardziej tolerancyjna oraz Robin (R) bardziej wrażliwa. Wyznaczone parametry indukcji fluorescencji chlorofilu *a* informują o wydajności reakcji fazy świetlnej fotosyntezy i ich współdziałania z ciemnowymi reakcjami enzymatycznymi. Określono szybkość zaniku opóźnionej luminescencji chlorofilu *a*, który jest związany z wydajnością transportu elektronów pomiędzy pierwotnymi akceptorami chinonowymi w PS II. Z analizy zmian wartości tych parametrów, które nastąpiły pod wpływem czynników stresowych wynika, że rośliny odmiany NY wykazują wyższą odporność na zwiększone napromieniowanie w warunkach obniżonej temperatury w porównaniu z roślinami odmiany R. Badane fragmenty liści poddano następnie restytucji przez 24h w ciemności i w temperaturze pokojowej, a następnie powtórzono poprzednie pomiary luminescencji chlorofilu. W rezultacie procesu restytucji nastąpił wzrost wartości wszystkich wyznaczanych parametrów, w większości do podobnego poziomu, co świadczy o efektywnych mechanizmach naprawczych w roślinach odmiany R.

**Słowa kluczowe:** fluorescencja chlorofilu, fotoinhibicja, reakcje fotosyntezy, restytucja

WYKAZ OZNACZEŃ

LRFR 400 – lampa rtęciowo-fluorescencyjna stosowana w ogrodnictwie,

PAR – promieniowanie fotosyntetycznie czynne ( $400 \div 700 \text{ nm}$ ),

PPFD – gęstość strumienia fotosyntetycznych fotonów,

PSII – fotosystem II,

$F_0$  – fluorescencja początkowa będąca wynikiem strat energii wzbudzenia podczas jej przekazywania w antenach energetycznych,

$F_p$  – fluorescencja szczytowa wyznaczona po adaptacji ciemniowej,

$F_T$  – fluorescencja chlorofilu w stacjonarnej fazie fotosyntezy,

$F_V = F_P - F_0$  fluorescencja zmienna wyznaczona po adaptacji ciemniowej,

$F_V/F_P$  – szczytowa efektywność reakcji fotochemicznej w PS II wyznaczona po adaptacji ciemniowej,

$F_V/F_0$  – efektywność reakcji rozkładu wody wyznaczona po adaptacji ciemniowej,

$A_M$  – parametr proporcjonalny do ilości niezredukowanych akceptorów elektronów w PS II (określony przez pole nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu),

$Rfd = (F_P - F_T)/F_T$  – wskaźnik informujący o współdziałaniu reakcji fazy świetlnej fotosyntezy z reakcjami fazy ciemnej i określany jako miernik potencjalnej aktywności fotosyntetycznej w danych warunkach świetlnych,

$L_D$  – parametr informujący o szybkości zaniku opóźnionej luminescencji chlorofilu, a pośrednio o sprawności transportu elektronów w PS II.

### WSTĘP

Rośliny rosnące w naturalnych warunkach są narażone na szereg niekorzystnych czynników (chłód, susza, nadmiar światła) określanych ogólnie jako stresi środowiska zakłócające procesy fizjologiczne w roślinach, a w konsekwencji ograniczające ich wzrost i plonowanie. Szczególnie wrażliwym na wiele czynników stresowych jest proces fotosyntezy, a tkanki asymilacyjne ulegają często uszkodzeniom. Najczęściej kilka czynników stresowych działa jednocześnie, a ich zespół nazwano multistresem [23]. Składnikiem multistresu często jest stres świetlny, który występuje w przypadku, gdy barwniki fotosyntetyczne absorbują zbyt dużo energii PAR w odniesieniu do możliwości przetworzenia jej na energię chemiczną w procesie fotosyntezy, bądź też bezpiecznego rozproszenia w postaci ciepła lub wyemitowania w postaci luminescencji chlorofilu. Stres świetlny może wystąpić także i przy umiarkowanym napromieniowaniu PAR, gdy współuczestniczą z nim inne czynniki stresowe, jak np. chłód, susza, zanieczyszczenia inhibujące fotosyntezę [1,8,16]. Szereg roślin uprawnych pochodzących z obszarów subtropikalnych (pomidor, ogórek, kukurydza) cechuje zwiększona wrażliwość na stres świetlny, gdy towarzyszy mu chłód, czyli niska dodatnia temperatura. Skutkiem stresu świetlnego jest fotoinhibicja reakcji fotosyntezy, spowodowana generacją bardzo niebezpiecznych form reaktywnego tlenu, destrukcją centrum reakcji PS II oraz spowolnieniem transportu elektronów w obu fotosystemach [3,5,18].

Skutki fotoinhibicji oraz zjawiska towarzyszący dezintegracji aparatu fotosyntetycznego znajdują swoje odzwierciedlenie w charakterystycznych zmianach przebiegu indukcji fluorescencji (FL) chlorofilu, a także w kinetyce zaniku opóźnionej luminescencji (OL) chlorofilu [2,13,15,22]. Metody luminescencyjne pozwalają szybko i z dużą czułością oceniać zarówno reakcje roślin na zakłócenia procesu fotosyntezy przez czynniki stresowe, jak również skuteczność mechanizmów naprawczych oraz integralną zdolność roślin do utrzymywania homeostazy w nie-

korzystnych warunkach środowiska [9,11,17,21]. Organizmy roślinne posiadają wyspecjalizowane mechanizmy naprawcze, które w procesie restytucji mogą w pełni lub częściowo przywrócić utraconą efektywność reakcji fotosyntezy [6,11,12,14,19].

Celem pracy było:

- określenie wpływu stresu świetlnego oraz chłodu na reakcje fotosyntezy w młodych roślinach pomidora dwóch odmian o zróżnicowanej tolerancji na niską temperaturę;
- ocena przydatności dwóch metod luminescencyjnych (opóźnionej luminescencji i indukcji fluorescencji chlorofilu) do badania zakłóceń w przebiegu reakcji fazy świetlnej fotosyntezy oraz zdolności aparatu fotosyntetycznego do restytucji.

#### MATERIAŁ I METODY

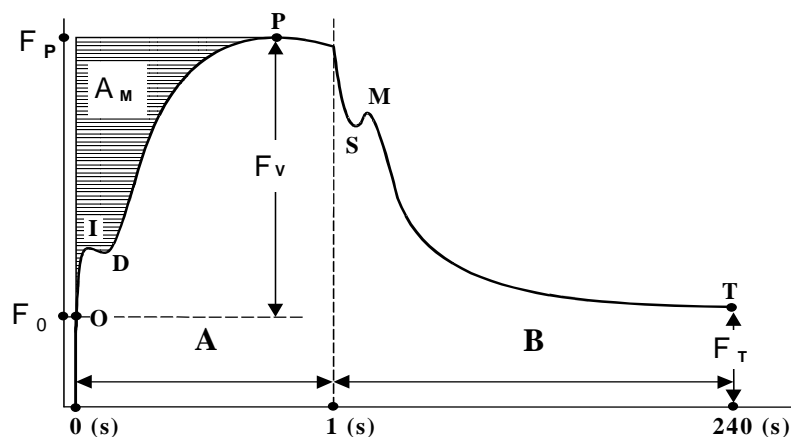
Do badań wybrano rośliny pomidora odmiany New Yorker (NY) – tolerancyjnej na chłód oraz odmiany Robin (R) – wrażliwej na chłód (4,24). Rośliny pomidora rosły w termoluminostacie na podłożu piaskowym, podlewane pożywką Hoaglanda (50%), przy oświetleniu lampami LRFR 400 [PPFD  $160 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , fotoperiod 12 h], w temp. 22/18°C, odpow. dzień/noc. Po 14 dniach wzrostu pobierano do badań krążki o średnicy 9 mm, które wycinano ze środkowych części drugich liści. W każdej serii było 6 krążków wyciętych z liści należących do 6 roślin.

Krążki liściowe kładziono na powierzchni wody w szalkach, które umieszczano w termoluminostacie [PPFD  $160 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 22°C]. Po 2h inkubacji wykonano pomiary luminescencji chlorofilu w badanych krążkach – wariant kontrolny S1. Przebieg indukcji FL chlorofilu rejestrowano przy użyciu uniwersalnego fluorymetru sterowanego przez PC z modułem kontrolno-pomiarowym firmy Ambex. Z krzywej indukcji typu OIDPSMT (rys. 1) wyznaczano parametry:  $F_v/F_p$ ,  $F_v/F_o$ ,  $A_M$ , Rfd [2,16]. Pomiary zaniku OL chlorofilu (parametr  $L_D$ ), wykonywano przy użyciu wysokoczułego luminometru z fotopowielaczem rejestrującym impulsy jednoelektronowe [15]. Drugą serię szalek z krążkami liściowymi przeniesiono na 2h do termoluminostatu gdzie warunki sprzyjały fotoinhibicji (PPFD  $800 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 22°C), a następnie wykonywano takie same pomiary jak poprzednio (wariant S2). Trzecią serię szalek umieszczano na 2h w termoluminostacie gdzie warunki sprzyjały niskotemperaturowej fotoinhibicji (PPFD  $800 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 4°C), po czym wykonano takie same pomiary jak poprzednio (wariant S3).

Szalki ostatniego wariantu – S3, odstawiano po pomiarach do zaciemnionej kamery (22°C) w celu restytucji powstałych uszkodzeń, a po 24 godzinach ponownie wykonywano pomiary luminescencji chlorofilu (wariant S3R).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy przebieg krzywej indukcji fluorescencji chlorofilu.



**Rys. 1.** Przykładowy przebieg krzywej indukcji fluorescencji chlorofilu. A – faza szybka, B – faza wolna. Objaśnienia w tekście

**Fig. 1.** Exemplary plot of chlorophyll fluorescence induction curve. A – fast phase, B – slow phase. Explanations in text

Wyniki pomiarów (wartości średnie z 6 powtórzeń) przedstawiono w tabeli 1, a wartości odpowiednich parametrów wyznaczone dla próbek liści obu badanych odmian porównano przy pomocy testu t-Studenta oznaczając gwiazdkami średnie różniące się istotnie na danym poziomie istotności. Wartości odpowiednich parametrów wyznaczonych dla obu badanych odmian w warunkach S1 nie różnią się istotnie (tab. 1). Pięciokrotnie zwiększony poziom napromieniowania w zakresie PAR (wariant S2) spowodował znaczne obniżenie wartości wszystkich parametrów, szczególnie zauważalne u roślin odmiany R. Zawartość niezredukowanych akceptorów elektronów w PS II, proporcjonalna do wartości  $A_M$  (10) zmniejszyła się o około 58% w liściach roślin pomidora odmiany NY i o ok. 70% w liściach odmiany R. Podobnie duże różnice pomiędzy odmianami wystąpiły w wartościach parametrów  $F_v/F_P$  (2) oraz  $F_v/F_0$  (7), również znacznie obniżonych w porównaniu z wartościami parametrów w S1. Świadczy to o fotoinhibicji reakcji fazy świetlnej fotosyntezy spowodowanej stresem świetlnym, a istotne zróżnicowanie tego efektu wskazuje na większą wrażliwość roślin pomidora odmiany R w porównaniu z roślinami NY.

**Tabela 1.** Parametry indukcji fluorescencji chlorofilu w liściach pomidora odmiany New Yorker (NY) oraz Robin (R) wykonane w warunkach: kontroli (S1), fotoinhibicji (S2) fotoinhibicji w niskiej temperaturze (S3) oraz po dobowej restytucji (S3R). Opis w tekście

**Table 1.** Chlorophyll fluorescence induction parameters estimated for leaves of tomato cvs New Yorker (NY) and Robin (R) in variants: control (S1), photoinhibition (S2), photoinhibition and low temperature (S3), and after 24-hour recovery (S3R). Description in text

	$F_v/F_p$		$F_v/F_0$		$A_M$		Rfd	
	NY	R	NY	R	NY	R	NY	R
S1	0,830	0,841	4,93	5,29	38,9	43,5	3,65	3,52
	ns		ns		ns		ns	
S2	0,722	0,609	2,46	1,57	16,2	13,1	3,40	1,91
	0,013**		0,14**		1,1*		0,16**	
S3	0,456	0,321	0,84	0,47	7,60	4,50	1,48	1,33
	0,013**		0,05*		0,3**		0,06*	
S3R	0,765	0,797	3,30	3,81	24,3	31,5	3,06	2,62
	ns		ns		1,5**		ns	

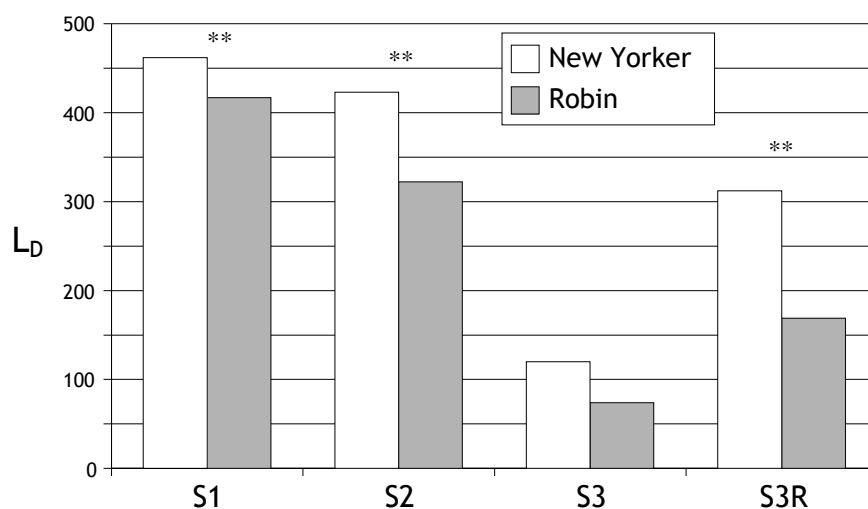
\*lub \*\*różnica między wartościami dla odmian NY i R, istotna na poziomie odpowiednio:  $p < 0,05$  lub  $p < 0,01$ ; n.s. – różnica nieistotna;

\*or \*\*difference between the values for varieties NY and R significant at  $p < 0.05$  or  $p < 0.01$ , respectively; n.s. – difference not significant

Taki sam poziom napromieniowania PAR przy obniżonej temperaturze (wariant S3) spotęgował efekt fotoinhibicji i ogólnie pogłębił zróżnicowania odmianowe. Uwagę zwraca znaczne zmniejszenie ilości niezredukowanych akceptorów w PS II, o czym świadczą niskie wartości parametru  $A_M$  (ok. 20% i 10%), a także drastyczne zmniejszenie wartości parametru  $F_v/F_0$  do 17% i 9%, odpowiednio dla roślin odmiany NY i R. Zarejestrowane zmiany wartości parametrów indukcji fluorescencji chlorofilu wskazują, że jednoczesne oddziaływanie niskiej temperatury i zwiększonego napromieniowania spowodowało znaczne obniżenie efektywności reakcji fotochemicznej w PSII oraz poważną dysfunkcję układu fotolizy wody na donorowej stronie PSII.

W procesie restytucji (tab. 1) nastąpiła częściowa reaktywacja funkcji aparatu fotosyntetycznego, o czym świadczy wzrost wartości wszystkich wyznaczonych parametrów w liściach obu badanych odmian, które jednak nie osiągnęły wartości wyznaczonych w warunkach bezstresowych – S1. Dla obu odmian tylko dwukrotnie zwiększyła się wartość wskaźnika witalności Rfd, który określa zdolność współdziałania reakcji fazy świetlnej z enzymatycznymi reakcjami fazy ciemnej, a pośrednio informuje o potencjalnej aktywności całego procesu fotosyntezy [10]. Duże zdolności naprawcze ujawniły się w aparacie fotosyntetycznym roślin odmiany

R, na co wskazuje wyższy przyrost wartości parametrów fluorescencji chlorofilu, w porównaniu z wartościami analogicznych parametrów wyznaczonych dla roślin odmiany NY. Zróżnicowane zdolności naprawcze w liściach obu badanych odmian pomidora wpłynęły na zmniejszenie różnic w wartościach parametrów indukcji FL chlorofilu wyznaczanych po restytucji.



**Rys. 2.** Wartości parametru  $L_D$  wyznaczone w liściach badanych odmian pomidora, określające efektywność transportu elektronów w II fotosystemie w warunkach: wzrostu (S1), fotoinhibicji (S2), fotoinhibicji w niskiej temperaturze (S3) oraz po 24h restytucji (S3R). Opis w tekście.

\*\* różnica między wartościami dla NY i R istotna na poziomie  $p < 0,01$

**Fig. 2.** Diagrams of parameter  $L_D$  determined in tomato leaves describing PSII electron transport efficiency under: control (S1), photoinhibition (S2), photoinhibition and low-temperature (S3), and after 24-hour recovery (S3R). Description in text

\*\* difference between the values for NY and R significant at  $p < 0.01$

Wzmoczone napromieniowanie, szczególnie z towarzyszącym chłodem (wariant S3), spowodowało znaczne zmniejszenie wartości współczynnika  $L_D$ , który charakteryzuje kinetykę zaniku opóźnionej luminescencji chlorofilu i pośrednio efektywność transportu elektronów na jego początkowym odcinku w PSII [7,15,25,26]. Podobnie jak w przypadku interpretacji parametrów fluorescencji chlorofilu również i obniżone wartości współczynnika  $L_D$  wskazują, że fotosyntetyczny transport elektronów w roślinach odmiany R jest bardziej wrażliwy na zastosowane czynniki stresowe. W odróżnieniu od wyników pomiarów fluorescencyjnych, po fazie restytucji (S3R) efektywność transportu elektronów w roślinach odmiany NY poprawiła się w stopniu lepszym niż miało to miejsce u roślin odmiany R (rys. 2). Można stąd przypuszczać, że zastosowane czynniki stresowe w znacznym stopniu uszkadzały białko D1 pełniące kluczową rolę w fotosyntetycznym łańcuchu przenośników elektronów

pomiędzy centrum reakcji PS II i plastochinonami, a rośliny odmiany NY zachowały większą zdolność syntezy tego białka w porównaniu z roślinami odmiany R [20,25].

#### WNIOSKI

1. W warunkach „beztresowych” (S1) wartości parametrów luminescencji chlorofilu w liściach obu badanych odmian pomidora były zbliżone, co świadczy o porównywalnej ich aktywności fotosyntetycznej.

2. Pod wpływem stresu świetlnego (S2) nastąpiła fotoinhibicja reakcji fazy świetlnej fotosyntezy, szczególnie wyraźna w liściach roślin odmiany Robin.

3. Tak samo wysoki poziom napromieniowania PAR przy obniżonej temperaturze (S3) spotęgował w znacznej mierze fotoinhibicję reakcji fotosyntezy w tkankach liści obu odmian szczególnie zauważalny u odmiany Robin.

4. Procesy naprawcze w fazie restytucji (S3R) spowodowały wzrost wartości wyznaczanych parametrów luminescencji chlorofilu w badanych roślinach, a na szczególną uwagę zasługuje skuteczna restytucja reakcji fazy świetlnej fotosyntezy w liściach odmiany Robin.

5. W porównaniu z początkową aktywnością fotosyntetyczną badanych liści, po działaniu multistresu (S3) oraz po fazie restytucji odnotowano utrwaloną depresję reakcji fazy świetlnej fotosyntezy w liściach obu badanych odmian pomidora, co może świadczyć o częściowej destrukcji aparatu fotosyntetycznego.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Baker N.R., Horton P.:** Chlorophyll fluorescence quenching during photoinhibition. In: Topics in photosynthesis, t. 9. (Ed. J. Barber) Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford, 145-167, 1987.
2. **Bolhàr-Nordenkamp H.R., Öquist G.:** Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research. In: Photosynthesis and production in a changing environment. A field and laboratory manual. (Eds. Hall D. O. et al.) Chapman & Hall, London, (12), 193-206, 1993.
3. **Brüggemann W., Linger P., Maas-Kantel K.:** Chilling sensitivity of photosynthesis evidence for differential oxidative stress in two *Lycopersicon* species of different chilling tolerance. In: Photosynthesis: from light to biosphere (Ed. P. Mathis). Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 4, 829-832, 1995.
4. **Chołuj D., Kalaji H.M., Niemyska B.:** Analysis of the gas exchange components in chilled tomato plants. Photosynthetica, 34(4), 583-589, 1997,
5. **Critchley C.:** Photoinhibition. In: Photosynthesis: a comprehensive treatise (Ed. A.S. Raghavendra). Cambridge University Press, 20, 264-272, 2000.
6. **Foyer C.H., Lelandais M., Kunert K.J.:** Photooxidative stress in plants. Physiol. Plant., 92, 696-717, 1994.
7. **Havaux M., Lannoye R.:** Effects of chilling temperatures on prompt and delayed chlorophyll fluorescence in maize and barley leaves. Photosynthetica, 18(1), 117-127, 1984.
8. **Kacperska A.:** Reakcje roślin na abiotyczne czynniki stresowe. W: Fizjologia roślin (Red. J. Kopcewicz i St. Lewak). PWN, Warszawa, 612-678, 2002.

9. **Krause G.H., Somersalo S.:** Fluorescence as a tool in photosynthesis research: application in studies of photoinhibition, cold acclimatisation and freezing stress. *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B*, 323, 281-293, 1989.
10. **Krause G.H., Somersalo S., Zumbusch E., Weyers B., Laasch H.:** On the mechanism of photoinhibition in chloroplasts relationship between changes in fluorescence and activity of photosystem II. *J. Plant Physiol.*, 136, 472-479, 1990.
11. **Lichtenthaler H., Buschmann C., Rinderle U., Schmuck G.:** Application of chlorophyll fluorescence in ecophysiology. *Radiat. Environ. Biophys.* 25, 297-308, 1986.
12. **Lichtenthaler H. K.:** Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *J. Plant Physiol.*, 148, 4-14, 1996.
13. **Maxwell K., Johnson G.N.:** Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *J. Experimental Botany*, 51(345), 659-668, 2000.
14. **Monk L.S. Fagerstedt K.V. Crawford R.M.M.:** Oxygen toxicity and superoxide dismutase as an antioxidant in physiological stress. *Physiol. Plant.*, 76, 456-459, 1989.
15. **Murkowski A., Skórska E.:** Chlorophyll *a* luminescence an index of photoinhibition damages. *Curr. Top. Biophys.* 21(1), 72-78, 1997.
16. **Murkowski A.:** Pomiary luminescencji chlorofilu. W: Oddziaływanie czynników stresowych na luminescencję chlorofilu w aparacie fotosyntetycznym roślin uprawnych – Monografia. *Acta Agrophysica*, 61, 41-51, 2002a.
17. **Murkowski A.:** Fotoinhibicja i stres oksydacyjny. W: Oddziaływanie czynników stresowych na luminescencję chlorofilu w aparacie fotosyntetycznym roślin uprawnych – Monografia. *Acta Agrophysica*, 61, 108-123, 2002b.
18. **Murkowski A.:** Wpływ chłodu i zwiększonej PAR na fluorescencję chlorofilu w liściach roślin pomidora. *Zesz. Probl. rośl. nauk Roln.*, 481, 199-203, 2002c.
19. **Murkowski A., Skórska E.:** Chlorophyll fluorescence in research of chill and light stress in cucumber plants from *in vitro* culture during acclimation. *Horticulture and Vegetable Growing*, 23(2), 192-198, 2004.
20. **Rutherford A. W., Inoue Y.:** Oscillation of the light luminescence from PSII: recombination of  $S_2Q_B^-$  and  $S_3Q_B^-$ . *FEBS Lett.* Vol. 165 (2), 165-170, 1984.
21. **Schapendonk A.H.C.M., Van der Putten P.E.L., Dolstra O., Tonk W.I.M.:** Chlorophyll fluorescence: a non-destructive method for detecting damage in the photosynthetic apparatus in plants. *Acta Hort.*, 304, 61-70, 1992.
22. **Schreiber U., Bilger W., Hormann H., Neubauer C.:** Chlorophyll fluorescence as a diagnostic tool: basics and some aspects of practical relevance. In: *Photosynthesis: a comprehensive treatise* (Ed. A.S. Raghavendra). Cambridge University Press, 24, 320-336, 2000.
23. **Starck Z.:** Reakcja roślin na multistresowe warunki środowiska w aspekcie produkcji i dystrybucji masy [W: *Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych*]. Praca zbiorowa pod red. S. Grzesiaka i in., Zakł. Fizjol. Roślin. PAN, Kraków, 21-31, 1998.
24. **Starck Z., Chołuj D., Gawrońska H.:** The effect of drought hardening and chilling on ABA content in Xylem sap and ABA – delivery rate from root of tomato plant. *Acta Physiol. Plant.* 20(1), 41-48, 1998
25. **Vass I., Mohanty N., Demeter S.:** Photoinhibition of electron transport activity of photosystem II in isolated thylakoids studied by thermoluminescence and delayed luminescence. *Z. Naturforsch.* 43c, 871-876, 1988.
26. **Veselovsky V.A., Veselova T.V.:** Plants luminescence, [In Russ.] “Science”, Moskva 1990.



APPLICATION OF LUMINESCENCE METHODS IN INVESTIGATION  
OF TOMATO PHOTOSYNTHETIC APPARATUS RESPONSE  
TO HIGH LIGHT AND CHILLING

*Antoni Murkowski*

Department of Physics, Agricultural University of Szczecin, ul. Pawła VI nr 3, 71-459 Szczecin  
e-mail: fizyka@agro.ar.szczecin.pl

**Abstract.** The influence of short-term (2 h) high irradiance (PPFD 800  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) at different temperatures: 22°C and 4°C on chlorophyll luminescence in the leaves of tomato was studied. The plants belonged to cultivars with different tolerance to low temperature: New Yorker (tolerant) and Robin (sensitive). Chlorophyll *a* fluorescence induction, informing about PSII functioning and the interactions between the primary photosynthesis reaction and dark enzymatic reactions, and delayed luminescence decay, informing about the efficiency of electrons transport, were estimated. The extent to which the parameters decreased indicated a higher tolerance of cv. New Yorker to high irradiance together with chilling stress compared to cv. Robin. The measurements were repeated after 24-h recovery in the dark at room temperature. The recovery resulted in an increase of all the parameters of chlorophyll fluorescence, most of them reaching similar level in both cultivars, which indicates more efficient regeneration ability of photosynthesis activity in the case of the cv. Robin plants.

**Keywords:** chlorophyll luminescence, photoinhibition, photosynthesis, recovery, stress