

## NDRYSHIMET E AKTIVITETIT FOTOSINTETIK TË BIMËVE NË PRANI TË NDOTJEVE TË AJRIT

\*HIDA (ZHURI) E<sup>1</sup>., CAKO V<sup>2</sup>., BABANI F<sup>3</sup>., KARAJA TH<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universiteti Politeknik, Tiranë, Departamenti IF&IM

<sup>2</sup>Universiteti i Vlorës, Departamenti i Fizikës

<sup>3</sup>Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Bioteknologjisë

<sup>4</sup>Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Fizikës

e-mail: [eri\\_zhuri@yahoo.com](mailto:eri_zhuri@yahoo.com)

### Përmbledhje

Në kondita natyrore bimët janë të ekspozuar ndaj streseve të ndryshme të cilat ndikojnë në aktivitetin e aparatit fotosintetik të gjetheve. Ndikimi i stresit tek bimët mund të analizohet me anë të ndryshimeve të fluoreshencës së emeluar të gjetheve, parametrat e së cilës vlerësojnë proceset fotosintetike dhe rendimentin kuantik. Ndotjet industriale si dhe streset e tjerë ndikojnë në zvogëlimin e aktivitetit të aparatit fotosintetik të gjetheve. Ndër ndotësit që gjenerohen nga përpunimi i skrapit në Elbasan janë oksidet e sulfurit (SO<sub>x</sub>), oksidet e azotit (NO<sub>x</sub>), monoksid i karbonit (CO), grimcat e imta (PM) si dhe dioksinat e furanet. Ndikimi i ndotjeve të ajrit nga uzinat e metalurgjikut është analizuar në bimën endemike *Cercius Silicuastrum* në largësi të ndryshme nga burimi i ndotjeve. Fluoreshenca e klorofilit është matur me anë të paisjes së imazhit FluorCam 700MF si një teknikë që ofron mundësi për të analizuar shpërndarjen e sinjalit të fluoreshencës mbi të gjithë sipërfaqen e gjetthes. Aktiviteti i aparatit fotosintetik të gjetheve është vlerësuar në bazë të imazheve të përfuara në disa stadi gjatë kinetikës së fluoreshencës së induktuar të klorofilit, imazhet e raporteve të fluoreshencës, kurbave të kinetikës së fluoreshencës së induktuar si dhe të vlerave të treguesve të përcaktuar si indikatorë të veprimit të stresit në aparatit fotosintetik. Ndryshimet e vërejtura në imazhet e sinjalit të fluoreshencës së klorofilit karakterizojnë ndikimin e ndotjeve të ajrit nga uzinat e metalurgjikut në karakteristikat funksionale të aparatit fotosintetik, të cilat pësojnë një ulje të konsiderueshme veçanërisht në gjethet që ndodhen më pranë burimit të ndotjeve.

### Abstract

In natural conditions plants are exposed to different stress which affect the activity of the photosynthetic apparatus of leaves. The influence of stress in plants can be analyzed by means of leaf emitted fluorescence changes, parameters which evaluate the photosynthetic processes and quantum efficiency. Industrial pollution and other stresses affect the reduction the activity of leaf photosynthetic apparatus. Among the pollutants that are generated from the processing of scrap in Elbasan are sulfur oxides (SO<sub>x</sub>), nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), carbon monoxide (CO), fine particles (PM) as well as dioxins and furans The impact of air pollution from metallurgical plants is analyzed in endemic plant *Cercius Silicuastrum* different distances from the source of pollution. Chlorophyll fluorescence is measured by imaging device FluorCam 700MF as a technique that offers the possibility to analyze the distribution of fluorescence signal over the entire surface of

the leaf. Leaf photosynthetic apparatus activity was assessed on the basis of images obtained in several stages during the kinetics of induced chlorophyll fluorescence, images of fluorescence ratios, performance curves of the kinetics of induced fluorescence and the values of the indicators as indicators of action of stress on the photosynthetic apparatus. Observed changes in chlorophyll fluorescence signal images characterize the impact of air pollution from metallurgical in functional characteristics of photosynthetic apparatus, which show a significant reduction especially in the leaves that are closer to the pollution source.

**Fjalëkyçe:** bimë spontane, imazhi i fluoreshencës së klorofilave, karakteristika funksionale të aparatit fotosintetik, kinetika e fluoreshencës së induktuar.

## Hyrje

Në procesin e fotosintezës së bimëve ndikojnë direkt ose indirekt të gjitha streset. Temperaturat e larta të kombinuara me streset dhe ndotjet industriale të gjeneruara nga kombinati i metalurgjikut ndikojnë në uljen e aktivitetit të aparatit fotosintetik të gjetheve. Duke marrë në konsideratë zona me largësi të ndryshme nga metalurgjiku, vihet re që në zonat që ndodhen në distanca të afërta me burimin e ndotjes, veçanërisht pranë burimit të copëzimit të metaleve, bimët kanë një aktivitet të ulët të aparatit fotosintetik. Imazhi i fluoreshencës së klorofilës gjatë kinetikës së induktuar lejon të merret një informacion i shpejtë dhe i detajuar mbi aktivitetin e procesit të fotosintezës së të gjithë pjesëve të gjetheve dhe lejon gjithashtu të analizohet reduktimi i tij gjatë veprimit të stresit. Teknika e imazhit të fluoreshencës së klorofilës po përdoret në studime të shumta mbi efektin e streseve biotikë dhe abiotikë në aparatit fotosintetik të bimëve, meqenëse jep mundësi jo vetëm që të regjistrohet sinjali mbi të gjithë gjethen, po lejon dhe të dallohen ndryshime të vogla në aktivitetin fotosintetik dhe fluoreshencën e ndryshueshme të klorofilës. Elementet e monitoruar në zonën e metalurgjikut janë: lënda e ngurtë pezull në ajër (LNP), lënda e ngurtë me dimensione grimcash më të vogla se 10 mikron (PM10), përmbajtja e plumbit (Pb) në ajër, përmbajtja e dioksidit të squfurit (SO<sub>2</sub>) në ajër, përmbajtja e bioksidit të azotit (NO<sub>2</sub>) në ajër, përmbajtja e ozonit (O<sub>3</sub>) në ajër. Në këtë territor ushtrojnë aktivitetin e tyre operatorët: Uzina e çelikut, “Kurum”, fabrika e çimentos “ECF”, stabilimenti i Ferro –Kromit “ACR” sh.p.k., ish DARFO.

## Materiali dhe metodat

Janë analizuar gjethet e bimës endemike-spontane *Cercius siliquastrum*, të rritur në tre zona të karakterizuara me nivele të ndryshme të ndotjeve nga kompleksi i metalurgjikut në Elbasan. Zonat e përzgjedhura janë: Zona 1- Bradashesh, pranë Elbasanit, në një largësi 2 km nga burimi i ndotjeve; Zona 2– Petresh, në një largësi 14 km nga burimi i ndotjeve dhe Zona 3- Dajt, që karakterizohet nga kondita të rritjes optimale dhe shërben si kontroll. Në secilën zonë, gjethet janë

përzgjedhur nga 2 degë të ndryshme, në të njëjtin pozicion dhe me orientim ndaj diellit.

### **Imazhi i fluoreshencës së induktuar të klorofilave në gjethe**

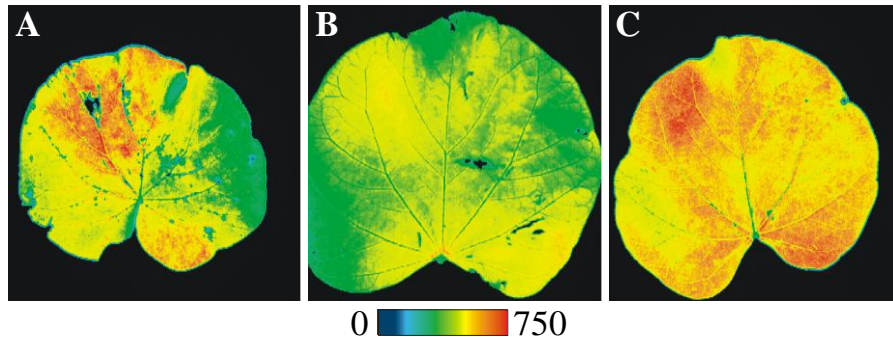
Matja e kinetikës së imazhit të fluoreshencës së induktuar të gjetheve të bimëve është realizuar në Sistemin FluorCam. Sistemi është i pajisur me një kamera CCD që lejon regjistrimin dydimensional të fluoreshencës së induktuar së klorofilës, sipas protokolleve përkatëse të ndriçimit. Përmasat e objektit të studiuar janë jo më të mëdha se  $10 \times 13$  cm. Fluoreshenca e emetuar induktohet me anë të dy tipeve ndriçimi: diode 325 që emeton dritë portokall super të ndritshme LED me fleshe (impulse) me kohëzgjatje të caktuar ose ndriçim aktinik i vazhdueshëm. Përveç tyre, një llambë halogene e pajisur me “shutter” (diafragmë e vendosur para llambës, që mund të hapet gjatë intervaleve shumë të vogla kohe në momente të caktuara) gjithashtu gjeneron impulse të forta të dritës aktinike. Realizimi në kohë dhe zgjatja në kohë e impulseve eksitues si dhe ndriçimi dhe zgjatja e ekspozimit të dritës aktinike kontrollohen me anë të protokolleve plotësisht të përcaktuara të softit FluorCam.

### **Rezultatet dhe diskutime**

#### **Imazhi i fluoreshencës së klorofilës dhe imazhi i raportit të fluoreshencës Rfd të *Cercius siliquastrum***

Imazhet e fluoreshencës mbi të gjithë sipërfaqen e gjetheve, në gjendjen e fluoreshencës maksimale  $F_m$  dhe të fluoreshencës minimale  $F_o$  në gjendjen e adaptuar në errësirë (gjethja është adaptuar në errësirë të paktën 20 min para matjes së fluoreshencës së induktuar) tregojnë së shpërndarja e sinjalit të fluoreshencës së induktuar nuk paraqitet uniforme në të gjithë gjethen, por paraqet ndryshueshmëri dhe gradiencë. Kjo lidhet me faktin që gjendja e aparatit fotosintetik nuk është uniforme në të gjithë sipërfaqen e gjethes si për shkak të shpërndarjes së pigmenteve, ashtu dhe për arsye të aktivitetit të aparatit fotosintetik.

Siç vërehet nga imazhet e marra, pjesët periferike të gjetheve paraqesin vlera më të ulëta të klorofilave.

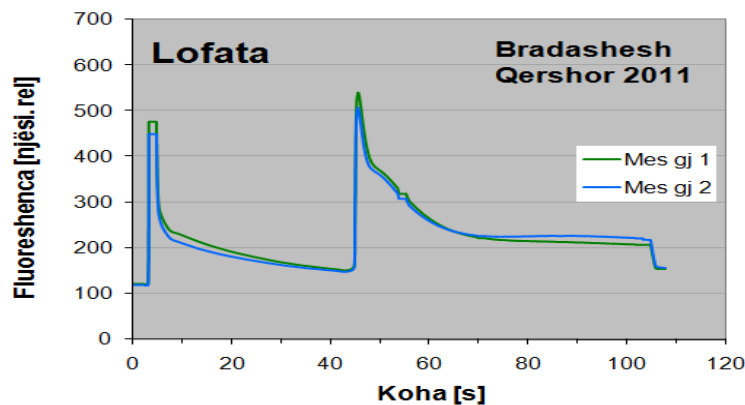


**Figura 2.** Imazhi i fluoreshencës maksimale në errësirë Fm të gjetheve të *Cercis siliquastrum* në zonat e ndotura Bradashesh-2 km (A), Petresh-14 km (B) dhe në kushte optimale në zonën e Dajtit (C) (pseudoshkalla 0-750)

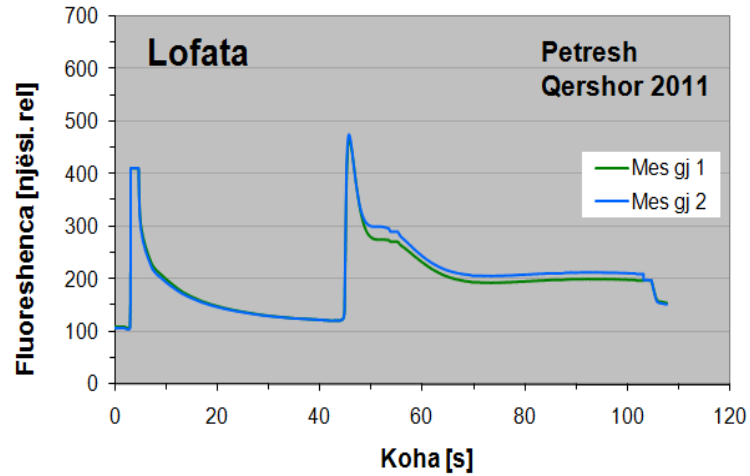
Vlerat mesatare të fluoreshencës së të gjithë gjetes dhe vlerat e treguesve të analizuar të fluoreshencës vlerësojnë aktivitetin e aparatit fotosintetik në gjethet e zonës së Dajtit, i cili është më i lartë se në dy zonat e tjera, të cilat karakterizohen nga një nivel i lartë ndotjeje.

#### Kinetika e fluoreshencës së induktuar

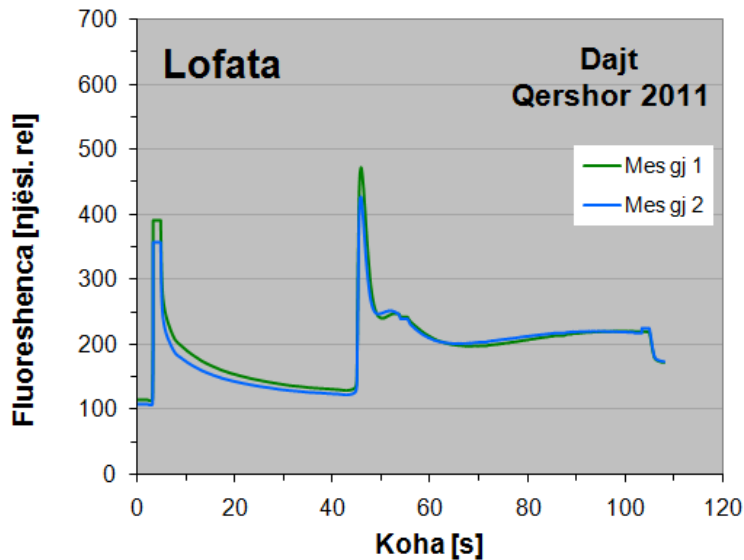
Kurbat e kinetikës së induktuar të fluoreshencës, të aplikuara në bimët e përzgjedhura në zonën e Dajtit, vlerësojnë aktivitetin dhe efektivitetin e aparatit fotosintetik, i cili mund të konsiderohet i lartë në bimët e përzgjedhur në zonën e Dajtit për periudhën qershor në krahasim me dy zonat e tjera në po këtë periudhë.



**Figura 3.** Kurbat e kinetikës së fluoreshencës së induktuar të gjetheve të *Cercis siliquastrum* në zonën e Bradasheshit si zonë e ndotur. Secila kinetikë karakterizon mesataren e katër gjetheve të reja (gj.1) dhe mesataren e katër gjetheve të vjetra (gj.2)



**Figura 4:** Kurbat e kinetikës së fluoreshencës së induktuar të gjetheve të *Cercis siliquastrum*x në zonën e Petreshit (14 km). Secila kinetikë karakterizon mesataren e katër gjetheve të reja (gj.1) dhe mesataren e katër gjetheve të vjetra (gj.2)



**Figura 5.** Kurbat e kinetikës së fluoreshencës së induktuar të gjetheve të *Cercis siliquastrum*x (Lofata) në zonën e Dajtit dhe në kushte optimale. Secila kinetikë karakterizon mesataren e katër gjetheve të reja (gj.1) dhe mesataren e katër gjetheve të vjetra (gj.2)

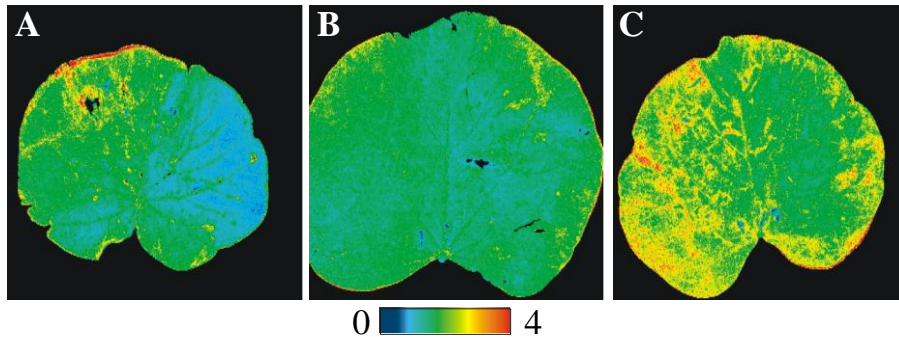
### Parametrat e fluoreshencës së induktuar

**Pasqyra 1.** Parametrat e fluoreshencës së induktuar të gjethëve të *Cercis siliquastrum* në zonat e ndotura Bradashesh (2 km), Petresh (14 km) dhe në kushte optimale në zonën e Dajtit. (Secila kinetikë karakterizon mesataren e gjashtë gjethëve)

<i>Cercius siliquastrum</i>							
Parametrat e imazhit të fluoreshencës		Fo	Fm	Fv	Fo'	Fm'	Fv'
<b>Zona 1 (Bradashesh)</b>	mes	111.5	416.3	304.8	138.5	179.3	40.9
	std	4.55	15.23	12.97	5.78	6.38	3.17
<b>Zona 2 (Petresh)</b>	mes	106.97	411.76	304.79	158.57	210.33	51.76
	std	6.61	37.97	32.54	15.68	22.70	8.28
<b>Zona 3 (Dajt)</b>	mes	127.2	479.3	352.1	166.8	212.2	45.4
	std	7.39	21.33	21.34	8.06	22.41	21.58

Mesatarja e vlerave të parametrave të imazhit të fluoreshencës tregon një ndryshim të gjethëve në zona të ndryshme. Gjithashtu, edhe midis tre zonave ka shumë ndryshime, ku paraqitet një ulje e vlerave në zonat e ndotura në krahasim me zonën që ndodhet në kushte optimal.

### Imazhi i fluoreshencës së raportit Rfd



Imazhet e raportit të fluoreshencës Rfd të *Cercius siliquastrum* në zonën e Krrabës tregojnë qartë ndryshimet në vlerat e këtij treguesi në shpërndarjen në gjethë. Gjethja në kushte stresi karakterizohet me vlera më të ulëta të treguesve të aktivitetit fotosintetik. Gjithashtu, në bazë të vlerave të parametrave dhe treguesve të fluoreshencës mund të vërehet se aktiviteti i aparatit fotosintetik të gjethëve në këtë zonë është më i ulët se në gjethet e zonës së Dajtit.

**Figura 3.** Imazhi i raportit të fluoreshencës Rfd të gjetheve të *Cercis siliquastrum* në zonat e ndotura Bradashesh-2 km (A), Petresh-14 km (B) dhe në kushte optimale në zonën e Dajtit (C) (pseudoshkalla 0-4)

**Tabela 2.** Imazhi i raportit të fluoreshencës Rfd të *Cercius siliquastrum* në zonën me kushte optimal (Dajt), dhe gjethet në kushte ndotje dhe stresi (Petresh), ndotje (Bradadashesh) (mesatarja e gjashtë gjetheve)

<i>Cercius siliquastrum</i>							
Imazhi i raportit të fluoreshencës		Fm/Fo	Fv/Fm	Fm'/Fo	qN	NPQ	Rfd
<b>Zona 1 (Bradashesh)</b>	mes	3.66	0.74	1.35	0.855	1.287	<b>1.57</b>
	std	0.35	0.02	0.06	0.018	0.085	<b>0.08</b>
<b>Zona 2 (Petresh)</b>	mes	3.77	0.73	1.29	0.85	1.08	<b>1.38</b>
	std	0.05	0.00	0.01	0.02	0.17	<b>0.04</b>
<b>Zona 3 (Dajt)</b>	mes	3.85	0.74	1.29	0.90	1.41	<b>1.77</b>
	std	0.25	0.05	0.06	0.02	0.04	<b>0.17</b>

Vlerat e raportit të Chl, Rfd përfaqësojnë vlera të larta mesatare të gjashtë gjetheve në zonën me kushte optimale (zona 3 vlera është 1.77), në krahasim me vlerat e dy zonave të tjera të ndotura që ndodhen afër metalurgjikut (zona 2 ka vlerën 1.38 dhe zona 1 me vlerë 1.57).

### Rezultatet dhe diskutime

-Imazhet e fluoreshencës të gjetheve të *Cercius siliquastrum* gjatë kinetikës së induktuar, kurbat e kinetikës së induktuar të fluoreshencës, si dhe vlerat e Rfd në të gjithë sipërfaqen e gjetheve, vlerësojnë aktivitetin dhe efektivitetin e aparatit fotosintetik që mund të konsiderohet i lartë në bimët e përzgjedhur në zonën e Dajtit (Rfd=1.77 dhe Fm/Fo=3.85).

-Aktiviteti i aparatit fotosintetik të gjetheve të bimëve të përzgjedhura në zonën Petresh, një zonë me ajër të ndotur që ndodhet më afër burimit të ndotjes, është më i ulët se ai i gjetheve në zonën e Dajtit, e cila pëbën një zonë me kushte optimale. Vlerat janë Rfd=1.38 dhe Fm/Fo=3.77.

-Imazhet e raportit të fluoreshencës Rfd të *Cercius siliquastrum* në zonën e Bradasheshit të gjetheve të gjelbra në diell dhe gjetheve në kushte stresi me paraqitjen e tyre në të njëjtën pseudoshkallë, tregojnë qartë ndryshimet në vlerat e këtij treguesi në shpërndarjen në gjethe. Gjethja në kushte stresi karakterizohet me vlera më të ulëta të treguesve të aktivitetit fotosintetik. Vlerat janë Rfd=1.57 dhe Fm/Fo=3.66.

-Imazhet e raportit rënies së fluoreshencës RFd të gjetheve në zonat Bradashesh dhe Petresh, në kushte stresi-ndotje, paraqesin shpërndarje jouniforme të vlerave të këtij treguesi mbi sipërfaqen e gjetheve, duke vënë në dukje praninë e pjesëve të gjetheve me vlera më të ulëta të këtij treguesi (paraqiten me ngjyrë të gjelbër-blu në krahasim me të verdhën). Gjithashtu, në bazë të vlerave të parametrave dhe treguesve të fluoreshencës mund të vërehet se aktiviteti i aparatit fotosintetik të gjetheve në këtë zonë është më i ulët se në gjethet e zonës së Dajtit.

-Imazhet e fluoreshencës të gjetheve të *Cercius siliquastrum*, vlerat mesatare të fluoreshencës së të gjithë gjetheve dhe vlerat e treguesve të analizuar të fluoreshencës, vlerësojnë aktivitetin e aparatit fotosintetik në gjethet e zonave në kushte optimale dhe në kushte stresi - ndotje. Në këtë rast, mund të vërehet se gjethet karakterizohen nga vlera të ulëta të aktivitetit fotosintetik në zonat me ndotje dhe pa ndryshime të vlerësueshme ndërmjet tyre. Në gjethet e të gjitha specieve të analizuar në zonën e metalurgjikut në imazhet e fluoreshencës dhe kurbat e kinetikës së induktuar të fluoreshencës vërehet se rritet mjaft jouniformiteti i shpërndarjes së paternit të fluoreshencës në gjethe. Po kështu, e njëjta gjë vërehet për zonat Petresh dhe Bradashesh, ku vlerat e RFd janë shumë të ulëta në krahasim me zonën e Dajtit. Vlerat e treguesve të aktivitetit të aparatit fotosintetik pësojnë një ulje të konsiderueshme në zonat me ndotje të lartë që ndodhen në afërsi të metalurgjikut.

#### **Falënderime**

Falënderojmë Departamentin e Bioteknologjisë pranë Fakultetit të Shkencave të Natyrës, i cili ofroi mbështetjen laboratorike për kryerjen e këtij studimi, në mënyrë të veçantë një prej specialistëve teknikë në këtë laborator, Znj. Eremira Misira.

#### **Literatura**

Babani F. and Lichtenthaler H. K. (1996): Light-induced and age-dependent development of chloroplasts in etiolated barley leaves as visualized by determination of photosynthetic pigments, CO<sub>2</sub> assimilation rates and different kinds of chlorophyll fluorescence ratios. J. Plant Physiol, Vol. 148: 555-566

Buschmann C. and Lichtenthaler H. K. (1998): Principles and characteristics of multi-colour fluorescence imaging of plants. J. Plant Physiol, Vol. 152: 297-314

Govindjee R. (1995): Sixty-three years since Kautsky: Chlorophyll a fluorescence. Australian Journal of Plant Physiology, Vol. 22: 131-160

Govindjee R. (2004): Chlorophyll a fluorescence: A bit of basics and history. In: Papageorgiou G., Govindjee (eds.) Chlorophyll fluorescence: A signature of Photosynthesis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 1-42

Krause G. H. and Weis E. (1991): Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol, Vol. 42: 313-349



Lichtenthaler H. K. (1987): Chlorophylls and carotenoids, the pigments of photosynthetic biomembranes. In: Douce R., Packer L. (eds.): *Methods Enzymol.* Vol. 148: 350-382. Academic Press Inc. New York

Lichtenthaler H. K. and Babani F. (2000): Detection of photosynthetic activity and water stress by imaging the red chlorophyll fluorescence. *Plant Physiology Biochemistry.* Vol. 38: 889-895

Lichtenthaler H.K., Babani F. (2004): Light adaptation and senescence of the photosynthetic apparatus. Changes in pigment composition, chlorophyll fluorescence parameters and photosynthetic activity during light adaptation, In George Papageorgiou G, Govindjee R. (eds): *Chlorophyll Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands:713-736

Lichtenthaler H. K. and Buschmann C. (2001): Chlorophylls and carotenoids—Measurement and characterisation by UV-VIS. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry (CPFA)*, (Supplement 1),. F4.3.1–F4.3.8. John Wiley, New York

Lichtenthaler H. K. and Miede J. A. (1997): Fluorescence imaging as a diagnostic tool for plant stress. *Trends Plant Sci.* Vol. 2: 316-320

Lichtenthaler H. K., Babani F., Langsdorf G. (2007): Chlorophyll fluorescence imaging of photosynthetic activity in sun and shade leaves of trees. *Photosynthesis Research.* Vol. 93: 235-244

Lichtenthaler H. K., Babani F., Langsdorf G., Buschmann C. (2000): Measurement of differences in red chlorophyll fluorescence and photosynthetic activity between sun and shade leaves by fluorescence imaging. *Photosynthetica.* Vol. 38: 521-529

Krause, G.H., Weis, E. (1991): Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. - *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* Vol. 42: 313-349

Nedbal L., Soukupova J., Kaftan D., Whitmarsh J. and Trilek M. (2000): Kinetic imaging of chlorophyll fluorescence using modulated light. *Photosynthesis Research, Res.* 66: 3-12

Schreiber U. (2004): Pulse-Amplitude (PAM) fluorometry and saturation pulse method. In: Papageorgiou G., Govindjee (eds.) *Chlorophyll fluorescence: A signature of Photosynthesis.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands;. 279-319