



OFERTA

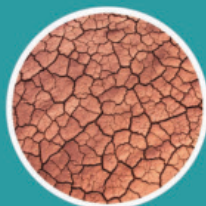
BADAWCZA

INSTYTUTU FIZJOLOGII ROŚLIN
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Instytut Fizjologii Roślin im. *F. Górskiego* Polskiej Akademii Nauk
Adres: ul. Niezapominajek 21, 30-239, Kraków
E-MAIL ifr@ifr-pan.edu.pl, TEL. 12 4251833 centrala,
12 4251833 w.102 sekretariat, FAX 12 4251844

IFR PAN **zaprasza do współpracy**

w ramach projektów badawczych poświęconych między innymi tematyce stresu roślin:



susza



**wysoka /
niska temperatura**



zasolenie



patogeny



i inne

- 1 W opisie analiz podano przykładowe gatunki roślin dla których metoda została już zoptymalizowana; możliwa jest optymalizacja metody dla innych gatunków
- 2 W przypadku analiz spektrofotometrycznych możliwość pomiaru w kuwetach a dla małych ilości materiału - na mikroplótkach
- 3 Badanie nieinwazyjne oznacza, że wykonywane jest przyżyciowo na roślinie, badania inwazyjne wymagają pobrania próbek
- 4 **MOB** – pomiar urządzeniem mobilnym, możliwość dojazdu i wykonania pomiaru poza IFR PAN

Pakiet 1

Gospodarka wodna roślin

Analizy nieinwazyjne

- **Uwodnienie liścia** - wyznaczenie wartości parametru WBI (ang. *Water Band Index*) na podstawie pomiaru własności spektralnych liści/refleksji liści spektrometrem liści CID Bio-Science CI-710 – wszystkie gatunki roślin wyższych w tym jęczmień i rzepak **MOB**
- **Transpiracja** (parowanie wody z liści) – pomiar analizatorem gazów w podczerwieni (CIRRUS lub LCpro-SD); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, pszenżyto, jęczmień, trawy (życica, kostrzewa), kukurydza, róża, ogórek, pomidor, papryka, burak, rzepak, *Arabidopsis thaliana* (rzodkiewnik pospolity), *Mesembryanthemum crystallinum* (kryształka lśniąca) **MOB**
- **Zużycie wody do produkcji biomasy roślinnej** – oszacowanie parametru WUE (ang. *Water Use Efficiency*) ze stosunku wiązania CO₂ i transpiracji mierzonych analizatorem gazów w podczerwieni (LCpro-SD); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, pszenżyto, jęczmień, trawy, kukurydza **MOB**

Analizy inwazyjne

- **Test na szybkość utraty wody z liści** (ELWLW, ang. *Excised Leaf Water Loss Weight*); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym owies i pszenica
- **Względna zawartość wody w liściach** (LRWC, ang. *Leaf Relative Water Content*); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym owies i pszenica
- **Potencjał wody** (metoda higrometryczna) i **potencjał osmotyczny** (metoda higrometryczna lub osmometrem krioskopowym); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, żyto, jęczmień, pszenżyto, trawy (życica, kostrzewa, miskant), sorgo, tulipan, *A. thaliana*
- **Analiza ekspresji kanałów wodnych** (akwaporyn: PIP1, PIP2, TIP1) -> patrz pakiet 4



Pakiet 2

Fotosynteza

Analizy nieinwazyjne

FAZA JASNA

- **Intensywność wybarwienia liści** (względna zawartość chlorofilu) analizatorem SPAD Konica Minolta – wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, jęczmień, pszenżyto, kukurydza, żylica, kostrzewa, rzepak, róża MOB
- **Względna zawartość karotenoidów - wyznaczenie wartości parametru CRI1** (ang. *Carotenoid Reflectance Index*) na podstawie pomiaru własności spektralnych liści/refleksji liści spektrometrem liści CID Bio-Science CI-710 – wszystkie gatunki roślin wyższych w tym jęczmień i rzepak MOB
- **Względny stosunek karotenoidy/chlorofil a - wyznaczenie wartości parametru SIPI** (ang. *Structure Insensitive Pigment Index*) na podstawie pomiaru własności spektralnych liści/refleksji liści spektrometrem liści CID Bio-Science CI-710 – wszystkie gatunki roślin wyższych w tym jęczmień i rzepak MOB
- **Analiza wielopigmentowa:** pomiar zawartości chlorofilu, antocyjanów, flawonoidów oraz indeksu NFI (*Nitrogen-Flavonol Index*) z użyciem miernika MPM-100 Bioscientific - wszystkie gatunki roślin wyższych MOB
- **Względna sumaryczna zawartość karotenoidów** wyznaczana na podstawie widm FT-Ramanowskich – wszystkie gatunki roślin wyższych
- **Ocena funkcjonowania fotosyntetycznego łańcucha transportu elektronów [pomiar aktywności PSI i PSII]** poprzez analizę fluorescencji chlorofilu a w liściach oraz analizę zmian transmisji światła przez liść; metody fluorymetryczne PEA, MPEA, Dual-PAM 100 – wszystkie gatunki roślin wyższych w tym owies, pszenica, pszenżyto, jęczmień, trawy (żylica, kostrzewa), kukurydza, róża, rzepak, konopie, *A. taliana*, *M. crystallinum*; kultury mikrogolonów i cyjanobakterii – pomiar w/w aparatami z przystawką MOB
- **Ogólny wskaźnik wydajności fotosyntetycznej** - wyznaczenie wartości parametru PRI (ang. *Photochemical Reflectance Index*) na podstawie pomiaru własności spektralnych liści/refleksji liści spektrometrem liści CID Bio-Science CI-710 – wszystkie gatunki roślin wyższych w tym jęczmień i rzepak MOB



Pakiet **2** Fotosynteza

Analizy nieinwazyjne

FAZA CIEMNA

- **Przewodność/oporność aparatów szparkowych** – pomiar na podstawie oporu dyfuzyjnego przy użyciu porometru SC-1 Leaf Porometer; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, żyto, jęczmień, pszenżyto, trawy (życica, kostrzewa, miskant), sorgo, tulipan, *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- **Przewodnictwo szparkowe** - pomiar przy użyciu analizatora gazów w podczewieni (CIRRUS lub LCpro-SD) na podstawie zmian CO_2 i H_2O ; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, pszenżyto, jęczmień, trawy (życica, kostrzewa), kukurydza, róża, ogórek, pomidor, papryka, burak, rzepak, *A. thaliana*, *M. crystallinum* MOB
- **Fotosynteza netto** (wiążanie CO_2 netto) – pomiar analizatorem gazów w podczewieni (CIRRUS lub LCpro-SD); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, pszenżyto, jęczmień, kukurydza, trawy (życica, kostrzewa), róża, ogórek, pomidor, papryka, burak, rzepak, *A. thaliana*, *M. crystallinum* MOB
- **Podszparkowe stężenie CO_2** - pomiar analizatorem gazów w podczewieni (CIRRUS lub LCpro-SD); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, pszenżyto, jęczmień, trawy (życica, kostrzewa), kukurydza, róża, ogórek, pomidor, papryka, burak, rzepak, *A. thaliana*, *M. crystallinum* MOB



Pakiet **2** Fotosynteza

Analizy inwazyjne

FAZA JASNA

- **Zawartość barwników fotosyntetycznie czynnych** (chlorofil *a*, chlorofil *b*, karotenoidy) w ekstraktach roślinnych metodą spektrofotometryczną - wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, jęczmień, owies, żyto, rzepak, kukurydza, tytoń, *A. thaliana*, *M. crystallinum*, glony i cyjanobakterie
- **Profil karotenoidów** w ekstraktach roślinnych metodą chromatografii cieczowej; wszystkie gatunki roślin
- **Aktywność PSI i PSII** w izolowanych tylakoidach; pomiar z wykorzystaniem elektrody tlenowej Clarka Oxytherm przy zastosowaniu inhibitorów; wszystkie gatunki roślin w tym *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- **Analiza kompleksów białkowych w błonach tylakoidów** - zmiany ilościowe, jakościowe oraz w fosforylacji białek np. D1, LHCB2 metodą BLUE-NATIVE PAGE połączoną z Western blotting; rośliny wyższe w tym *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- **Izolacja RNA z materiału roślinnego**, odwrotna transkrypcja i **oznaczenie poziomu ekspresji wybranych genów** metodą RT-PCR (gatunki roślin: pszenica i pszenżyto):

psbA – kodujący białko D1 kompleksu fotosystemu II (kluczowy dla transportu elektronów, centrum reakcji PSII)

petC – kodujący podjednostkę żelazowo-siarkową Rieske kompleksu cytochromu b_6/f , który uczestniczy w transporcie elektronów

rbcl – kodujący dużą podjednostkę Rubisco - enzymu karboksylującego w cyklu Calvina

RCA – kodujący aktywazę Rubisco - białko regulacyjne, aktywujące Rubisco poprzez usuwanie inhibitora RuBP)



Pakiet **2** Fotosynteza

Analizy inwazyjne

FAZA CIEMNA

- **Akumulacja białka enzymatycznego Rubisco** metodą Western blotting; gatunki roślin: pszenica, jęczmień, owies, żyto, kukurydza, rzepak, tytoń, *A. thaliana*, *M. crystallinum*, glony i cyjanobakterie
- **Aktywność białka enzymatycznego Rubisco**, metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, jęczmień, owies, żyto, kukurydza, rzepak, tytoń, *A. thaliana*, *M. crystallinum*, glony i cyjanobakterie
- **Aktywność enzymów jabłczanowych (NAD(P)-ME)** metodą spektrofotometryczną; gatunki roślin: pszenica, topola, *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- **Aktywność dehydrogenazy aldehydu 3-fosfoglicerynowego, transketolazy, sedoheptulozo-1,7-bisfosfatasy oraz fruktozo-1,6-bisfosfatasy** metodami spektrofotometrycznymi lub fluorometrycznymi; wszystkie gatunki roślin wyższych
- **Zawartość NADP⁺/NADPH** w tkankach metodą spektrofotometryczną lub fluorometryczną; wszystkie gatunki roślin
- **Aktywność enzymów: syntazy sacharozy (SUS) i syntazy fosforanu sacharozy (SPS)** metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym rzepak
- **Sumaryczna zawartość cukrów rozpuszczalnych**; metodą spektrofotometryczną - wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, owies, marchew, rzepak, bazylia, stewia, róża, śnieżycza letnia (*Leucojum aestivum*), kordylina australijska (*Cordyline australis*), glony
- **Profil cukrów rozpuszczalnych** (m.in. sacharoza, glukoza, fruktoza) metodą chromatografii cieczowej - wszystkie gatunki roślin w tym zboża i rzepak
- **Akumulacja skrobi** metodą spektrofotometryczną - wszystkie gatunki roślin w tym zboża i rzepak



ODDYCHANIE KOMÓRKOWE / METABOLIZM MITOCHONDRIALNY

- **Pomiar wydzielania CO₂** przez liście; pomiar wykonywany w warunkach ciemności analizatorem gazów w podczerwieni (CIRRUS lub LCpro-SD); wszystkie gatunki roślin wyższych MOB
- **Pomiar aktywności izolowanych mitochondriów** (pobieranie tlenu) z wykorzystaniem elektrody tlenowej Clarka Oxytherm; gatunki roślin: *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- **Oznaczanie aktywności enzymów mitochondrialnych** (fumaraza, oksydaza cytochromowa) metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin
- **Oznaczanie poziomu metabolitów** (jabłczan, cytrynian) metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin



Pakiet 3

Reaktywne formy tlenu i elementy systemu antyoksydacyjnego

REAKTYWNE FORMY TLENU

- **Ilość nadtlenu wodoru** w ekstraktach z tkanek z wykorzystaniem testu Amplex Red; gatunki: *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- **Histochemiczna detekcja nadtlenu wodoru** (metodą barwienia DAB); wszystkie gatunki roślin w szczególności zboża, kapusta (biała i pekińska), *M. crystallinum*
- **Histochemiczna detekcja anionorodnika ponadtlennego** (metodą barwienia NBT); wszystkie gatunki roślin w szczególności zboża, kapusta (biała i pekińska), *M. crystallinum*

ENZYMATYCZNE ANTYOKSYDANTY

1. Analiza aktywności enzymów antyoksydacyjnych w ekstraktach z tkanek roślinnych metodą spektrofotometryczną:

(a) katalaza (CAT), peroksydaza glutationowa (GPX), peroksydaza askorbinianowa (APX), oksydaza NADPH; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym rzepak, kapusta biała i pekińska, *A. thaliana*, musztarda solna (*Eutrema salsugineum*)

(b) peroksydaza ogólna (POX), dysmutaza ponadtlenna (SOD); wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, owies, rzepak, kapusta biała i pekińska, bazylia, stewia, śnieżyca letnia

2. Identyfikacja i oznaczanie aktywności dysmutazy ponadtlennej (SOD) i katalazy (CAT) metodą elektroforezy natywnej w żelu poliakrylamidowym oraz oznaczenie metodą immunoblottingu poziomu białek w przypadku tych enzymów; gatunki roślin: stewia, musztarda solna, *A. thaliana*, *M. crystallinum*; wybrane gatunki mikroglonów i cyjanobakterii

3. Izolacja RNA z materiału roślinnego, odwrotna transkrypcja i oznaczenie poziomu ekspresji genów enzymów antyoksydacyjnych: katalazy (CAT), dysmutazy ponadtlennej (SOD) oraz peroksydazy (POX); metodą qPCR; gatunki: pszenica i pszenżyto



NIEENZYMATYCZNE ANTYOKSYDANTY

- **Zawartość tokoferoli** – α -tokoferolu, γ -tokoferolu i δ -tokoferolu metodą chromatografii cieczowej; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica i rzepak
- **Zawartość związków fenolowych**
 - pula ogólna fenoli metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym pszenica, owies, rzepak, marchew, bazylija, stewia, róża, śnieżycza letnia, kordylina australijska
 - profil kwasów fenolowych (kwas 3,4-dihydroksobenzoesowy, kwas benzoesowy, kwas kawowy, kwas chlorogenowy, kwas ferulowy, kwas galusowy, kwas gentyzynowy, kwas p-kumarowy, kwas p-hydroksybenzoesowy, kwas protokatechowy, kwas salicylowy, kwas syringowy, kwas wanilinowy metodą chromatografii cieczowej; wszystkie gatunki roślin
- **Zawartość karotenoidów**
 - pula ogólna karotenoidów metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin
 - profil karotenoidów (β -karoten, likopen, luteina, zeaksantyna); metodą chromatografii cieczowej; wszystkie gatunki roślin
- **Zawartość flawonoidów**
 - pula ogólna flawonoidów metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin
 - profil flawonoidów (kwas litospermowy, kwas litospermowy B/E, kwercetyna, scutellareina, rutyna, luteolina, apigenina, diosmetyna) metodą chromatografii cieczowej; wszystkie gatunki roślin
- **Zawartość antocyjanów** metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin
- **Względna zawartość antocjanów, karotenoidów i flawonoidów** na podstawie nieinwazyjnej analizy własności spektralnych liści (refleksji liści) spektrometrem liści CID Bio-Science CI-710; wszystkie gatunki roślin wyższych w tym rzepak i jęczmień

MOB

- **Całkowita małowcząsteczkowa (nieenzymatyczna) aktywność antyoksydacyjna** tkanek metodą DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl); wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, żyto, jęczmień, pszenżyto, trawy (życica, kostrzewa, miskant), sorgo, tulin, róża, burak, rzepak, *A.thaliana*, glony

NISKOZĄSTECZKOWE ANTYOKSYDANTY I ENZYMY ZAANGAŻOWANE W CYKL HALLIWELLA-ASADY

- **Zawartość askorbinianu i glutationu** metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin
- **Aktywność enzymów: reduktazy monodehydroaskorbinianowej, dehydrogenazy askorbinianowo-glutationowej i reduktazy glutationu** metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin



Pakiet 4

Metabolizm podstawowy i fitohormony

- **Ogólny profil metaboliczny materiału roślinnego** metodą spektrometrii ramanowskiej – analizy porównawcze obiektów (analiza klastrowa); wszystkie gatunki roślin w tym rzepak i jęczmień

AMINOKWASY I BIAŁKA

- 1. Profil aminokwasów** (14 związków: kwas glutaminowy, glicyna, histydyna, izoleucyna, leucyna, lizyna, metionina, treonina, tryptofan, tyrozyna, fenyloalanina, prolina, seryna, walina) metodą chromatografii cieczowej; wszystkie gatunki roślin
- 2. Ogólna/całkowita zawartość białka** rozpuszczalnego metodą spektrofotometryczną; wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, owies, jęczmień, rzepak, bazylia, stewia, śnieżyca letnia, kordylina australijska
- 3. Określanie masy cząsteczkowej białek** metodą denaturującej elektroforezy w żelu poliakrylamidowym; gatunki roślin: topola, *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- 4. Porównywanie profili białkowych** za pomocą elektroforezy dwuwymiarowej (2DE); gatunki roślin: żyto, pszenżyto, gryka

CELOWANA ANALIZA AKUMULACJI BIAŁEK

- **akwaporyna PIP1** (ang. *Plasma membrane intrinsic protein 1*), **akwaporyna PIP2** (ang. *Plasma membrane intrinsic protein 2*), **akwaporyna TIP1** (ang. *Tonoplast intrinsic protein 1*), **syntaza sacharozy SUS** (ang. *sucrose synthase*), **syntaza fosforanu sacharozy SPS** (ang. *sucrose-phosphate synthase*), **białko Rubisco** - metodą Western blotting; gatunek: rzepak
- **cytoplazmatyczne/chloroplastowe białka szoku cieplnego HSP70 i HSP90** (ang. *Heat Shock Proteins*) i **białko receptorowe brasinosteroidów BRI1** (*brassinosteroid insensitive 1*) metodą Western blotting; gatunki roślin: rzepak, *A. thaliana*
- 5. Analiza kompleksów białkowych w błonach tylakoidów** - zmiany ilościowe, jakościowe oraz w fosforylacji białek np. D1, LHCB2 metodą BLUE-NATIVE PAGE połączoną z Western blotting; rośliny wyższe w tym *A. thaliana*, *M. crystallinum*
- 6. Analizy bioinformatyczne sekwencji aminokwasowych białek i sekwencji nukleotydowych kwasów nukleinowych**, w tym rekonstrukcja drzew filogenetycznych i sekwencji ancestralnych; różne gatunki roślin, mikroorganizmów i zwierząt



Pakiet 4

Metabolizm podstawowy i fitohormony

CUKRY

- glukoza, fruktoza, sacharoza, kestoza, nystoza i inne; metodą chromatografii cieczowej, wszystkie gatunki roślin

TŁUSZCZE

- **tłuszcz ogólny**; metodą wagową; wszystkie gatunki roślin
- **profil kwasów tłuszczowych**: kwas laurynowy, kwas mirystynowy, kwas linolowy, kwas linolowy, kwas arachidowy, kwas γ -linolowy, kwas α -linolowy, kwas *cis*-5,8,11,14,17-eikozapentaenowy, kwas *cis*-4,7,10,13,16,19-dokozaheksaenowy; metodą chromatografii gazowej, wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, rzepak

FITOHORMONY

- **auksyny, cytokiny, gibereliny, poliaminy, kwas abscysynowy, kwas jasmonowy, kwas salicylowy**; metodą chromatografii cieczowej, wszystkie gatunki roślin
- **kwas abscysynowy** immunometodą ELISA (ang. *Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*); wszystkie gatunki roślin w tym pszenica, żyto, jęczmień, pszenżyto, trawy (żylica, kostrzewa, miskant), sorgo, tulipan, *A. thaliana*



Pakiet 5

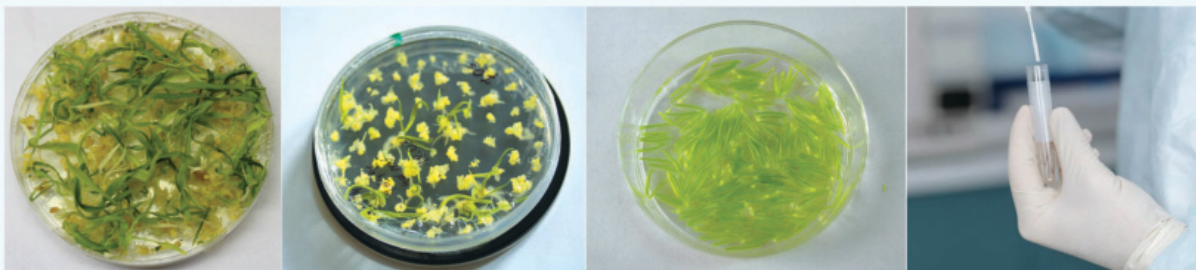
Kultury *in vitro*

Optymalizacja lub opracowanie de novo technik *in vitro* dedykowanych dla roślin:

- **Mikrorozmnażanie** (jęczmień, pszenica, pszenżyto, żyto, rzepak, koniczyna)
 - kultury organów/tkanek/komórek/protoplastów na pożywkach stałych/płynnych
 - organogeneza bezpośrednia
 - organogeneza pośrednia (poprzez tkankę kalusową)
- **Embriogeneza somatyczna/gametyczna** (jęczmień, pszenica, pszenżyto, żyto, rzepak)
 - androgeneza (kultury pylnikowe oraz izolowanych mikrospor);
 - gynogeneza (krzyżowania oddalone);

Wyprowadzane przy użyciu tych metod linie podwojonych haploidów (ang. *doubled haploids*): jęczmienia, owsa, pszenicy, pszenżyta, rzepaku i żyta mogą być wykorzystywane w badaniach podstawowych m.in. genetycznych, do identyfikacji loci cech ilościowych oraz w hodowli roślin w celu przyspieszenia produkcji nowych /ulepszonych odmian

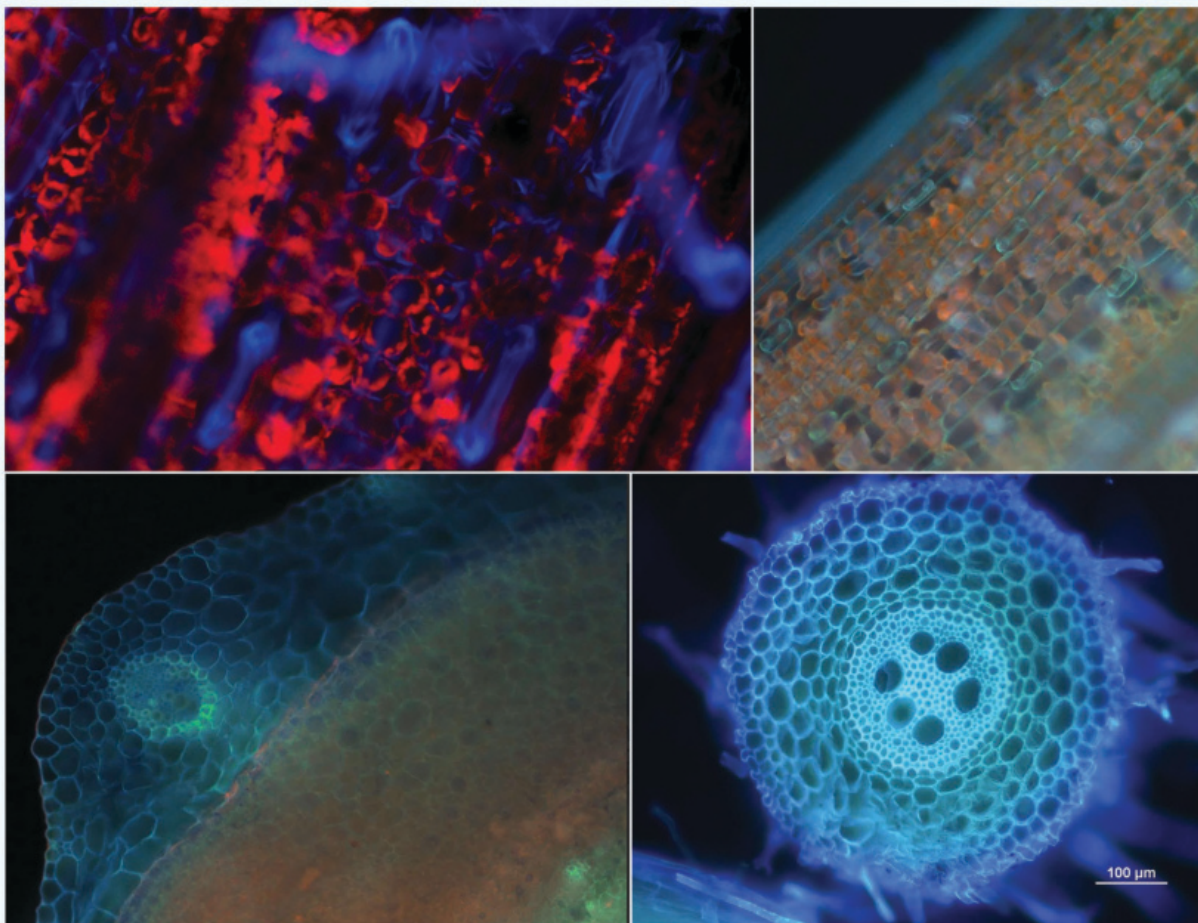
- Optymalizacja warunków *in vitro* do transformacji przy pomocy *Agrobacterium tumefaciens* (rzepak)
- Optymalizacja warunków *in vivo* i *in vitro* do poliploidyzacji; gatunki: jęczmień, pszenica, pszenżyto, żyto, rzepak
- Prowadzenie i transformacje genetyczne kultur glonów jednokomórkowych *Chlamydomonas reinhardtii* oraz bakterii *Escherichia coli*



Pakiet 6

Mikroskopia świetlna i fluorescencyjna

- **Monitorowanie żywotności komórek roślinnych i ich rozwoju** poprzez obserwacje przyżyciowe na szalkach/szkiełkach
- **Obrazowanie tkanek/komórek/struktur komórkowych/chromosomów/białek** technikami histologicznymi i cytologicznymi
- **Analiza ilościowa i jakościowa obrazu mikroskopowego** wraz z graficzną wizualizacją tkanek/komórek/struktur komórkowych/chromosomów/białek przy użyciu oprogramowania Image Pro-Premier



Pozostałe możliwości pomiarowe

1. Pomiar aktywności metabolicznej (wypływu ciepła) z tkanek, komórek, nasion, całych roślin lub wybranych organów metodą kalorymetrii izotermicznej

2. Frakcjonowanie komórek metodą ultrawirowania – uzyskiwanie do badań frakcji:

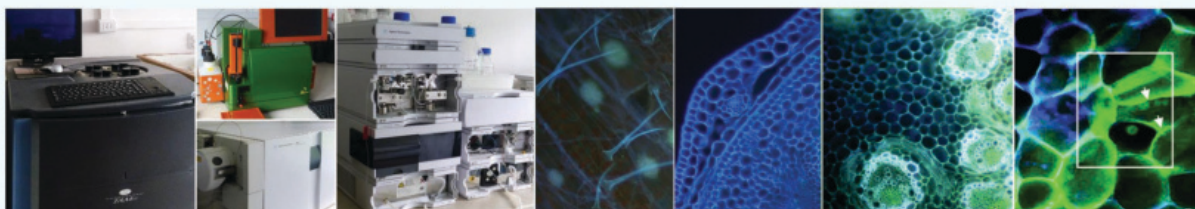
- błonowej (jęczmień, pszenica)
- cytoplazmatycznej (jęczmień, pszenica)
- jądrowej (pszenica)
- chloroplastów (pszenica, jęczmień, rzepak)
- mitochondriów (*A. thaliana*, *M. crystallinum*)

Pakiet specjalny

PROSTA I SZYBKA DETEKcja STRESU U ROŚLIN

1. Fizjologiczne markery stresu - badania nieinwazyjne - fluorescencja chlorofilu a, intensywność fotosyntezy netto, zmiany wybarwienia liści (degradacja barwników fotosyntetycznych [chlorofilii]) **MOB**

2. Biochemiczne markery stresu – badania inwazyjne - stężenie hormonu stresu ABA, detekcja wybranych ROS (anionorodnika ponadtlenkowego, nadtlenku wodoru), aktywacja systemu antyoksydacyjnego, uszkodzenia błon komórkowych, akumulacja proliny, koncentracja barwników fotosyntetycznych





IFR PAN

DANE KONTAKTOWE

Instytut Fizjologii Roślin im.
Franciszka Górskiego Polskiej
Akademii Nauk



ul. Niezapominajek 21, 30-239, Kraków



ifr@ifr-pan.edu.pl



12 4251833 centrala
12 4251833 w.102 sekretariat



FAX 12 4251844

