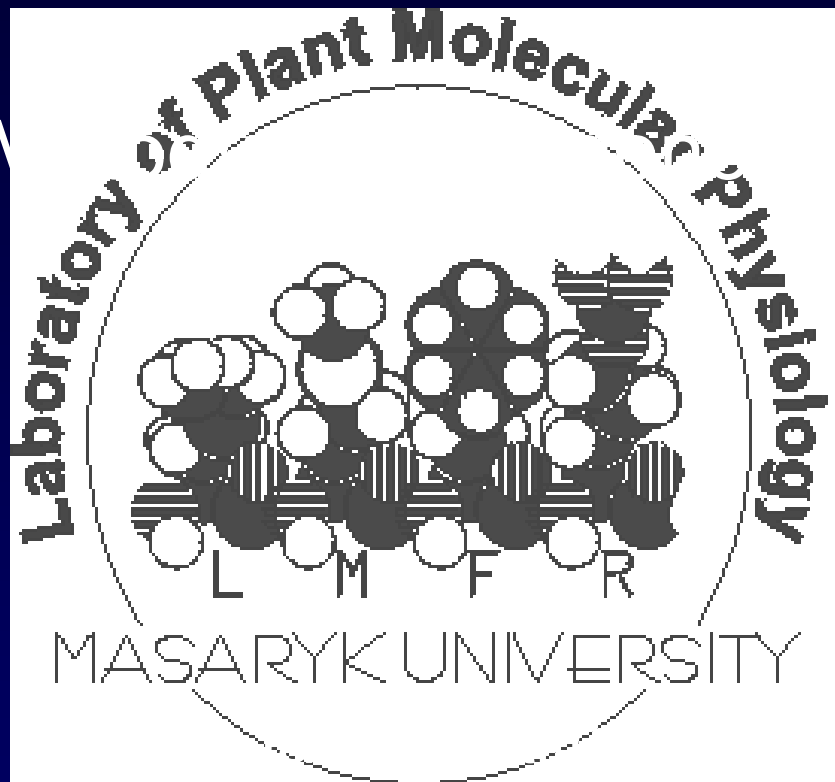
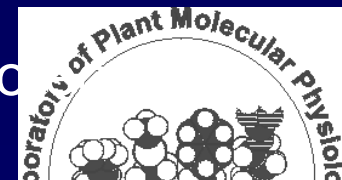


Základy genomiky

V. M. ... ky



Masarykova univerzita, Laboratoř funkční genomiky a pro
Laboratoř molekulární fyziologie rostlin



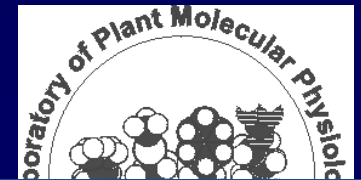
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Základy genomiky V.

■ Zdrojová literatura ke kapitole IV:

- Plant Functional Genomics, ed. Erich Grotewold, 2003, Humana Press, Totowa, New Jersey
- Surpin, M. and Raikhel, N. (2004) Traffic jams affect plant development and signal transduction. *Nature Reviews/Molecular Cell Biology* **5**,100-109
- Zouhar, J., Hicks, G.R. and Raikhel, N.V. (2004) Sorting inhibitors (Sortins): Chemical compounds to study vacuolar sorting in *Arabidopsis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, **101**, 9497–9501
- Lueking et al. (2005) Protein biochips: a new and versatile platform technology for molecular medicine. *Drug Discov Today*, **10**, 789–794

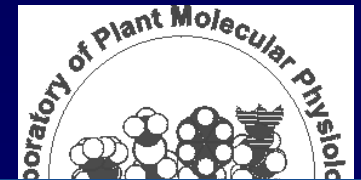


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

- Analýza genové exprese
 - Metody kvalitativní analýzy genové exprese
- Metody identifikace funkce genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - ektopická exprese a systémy regulovatelné genové exprese
- Fenotypové profilování
 - DNA a proteinové čipy
 - metabolické profilování
 - metody mikrodisekce
- Metody využívané ve funkční genomice rostlin
 - *A. thaliana* jako modelový organizmus funkční genomiky rostlin
 - PCR

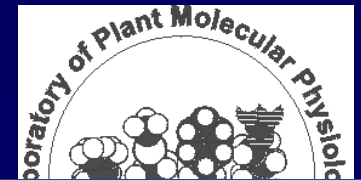


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

- Nové trendy
 - chemická genetika

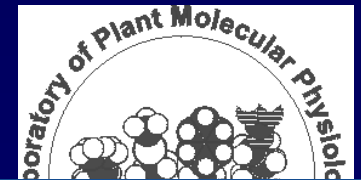


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. analýza genové exprese

- Metody analýzy genové exprese
 - Kvalitativní analýza exprese genů
 - Příprava transkripční fúze promotoru analyzovaného genu s reporterovým genem (gen zpravodaj)

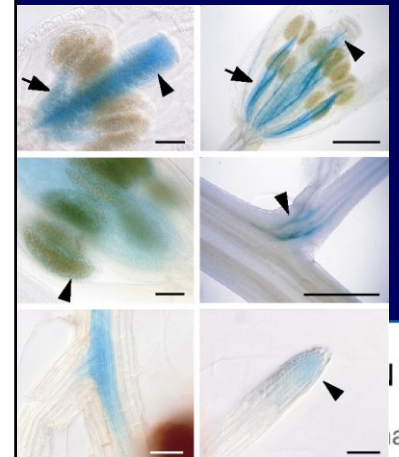
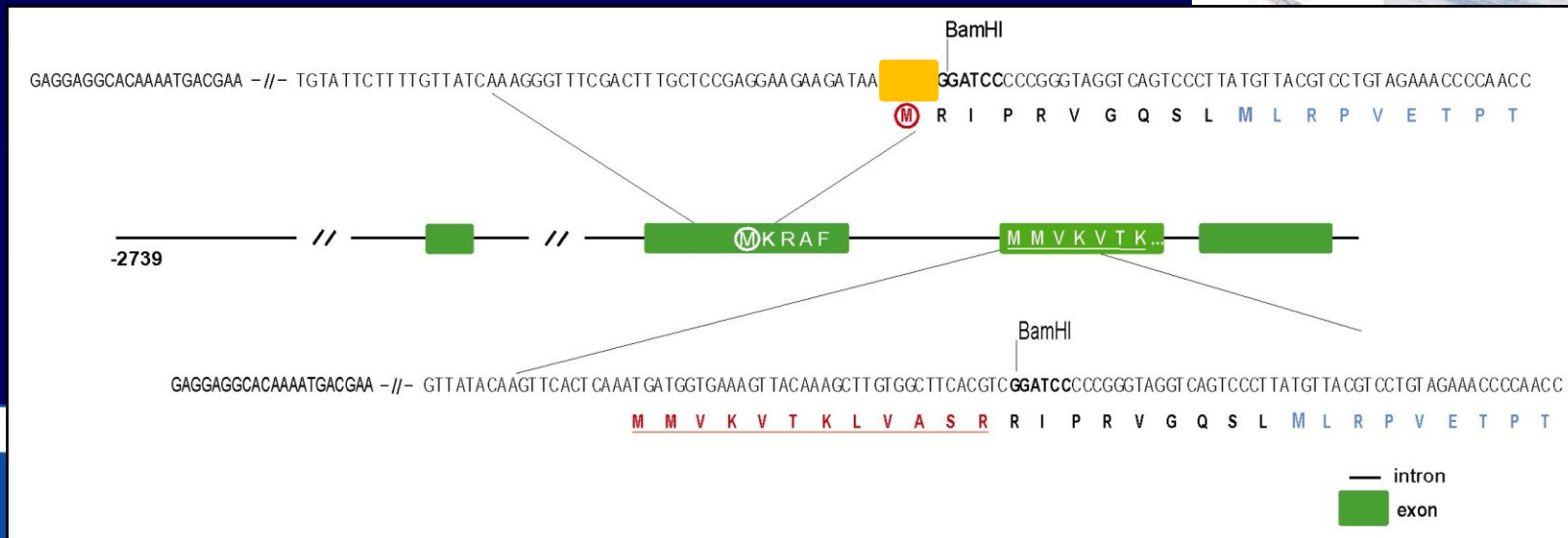
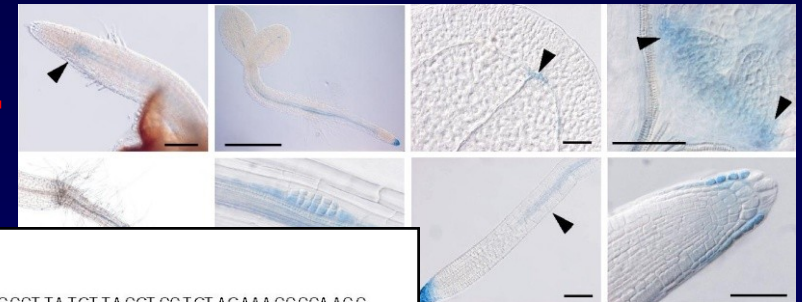


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

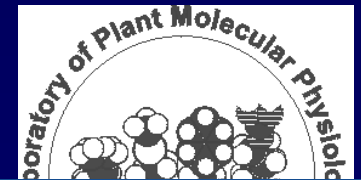
Genomika V. analýza genové exprese

- Transkripční fúze s promotorovou oblastí
 - Identifikace a klonování promotorové oblasti genu
 - příprava rekombinantní DNA nesoucí promotor a reportérový gen (uidA, GFP)
 - příprava transgenních organismů nesoucích tuto rekombinantní DNA a jejich histologická analýza



Genomika V. analýza genové exprese

- Metody analýzy genové exprese
 - Kvalitativní analýza exprese genů
 - Příprava transkripční fúze promotoru analyzovaného genu s reporterovým genem (gen zpravodaj)
 - Příprava translační fúze kódující oblasti analyzovaného genu s reporterovým genem



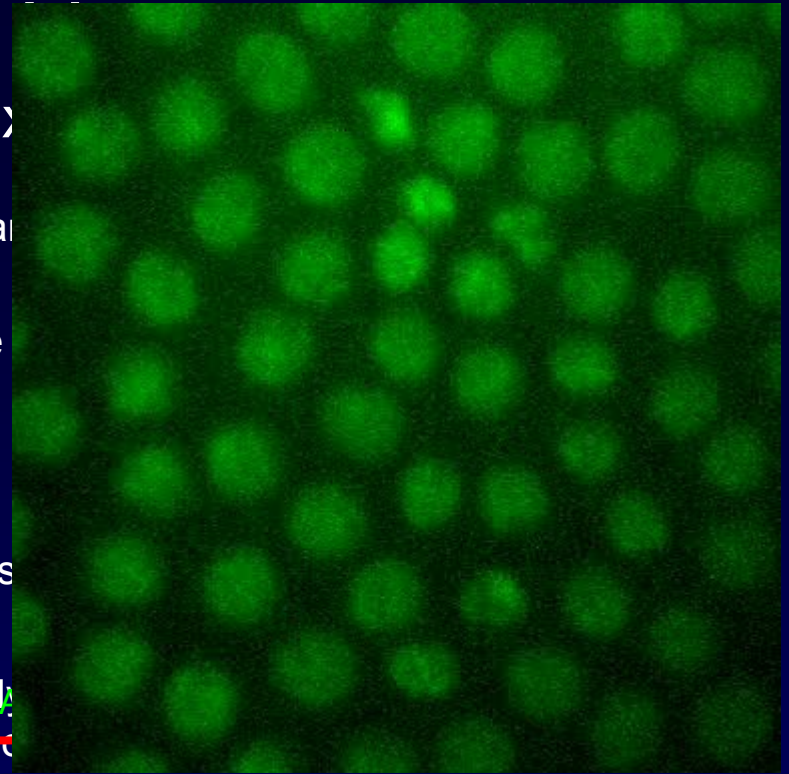
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika

analýza genové exprese

- Translační fúze kódující oblasti analyzovaného genu s repotérovým genem
 - Identifikace a klonování promotorové oblasti genu
 - příprava rekombinantní DNA nesoucí kódující oblast (GFP) ve fúzi s genem zájmu
 - příprava transgenních organismů nesoucí fúzi a jejich histologická analýza

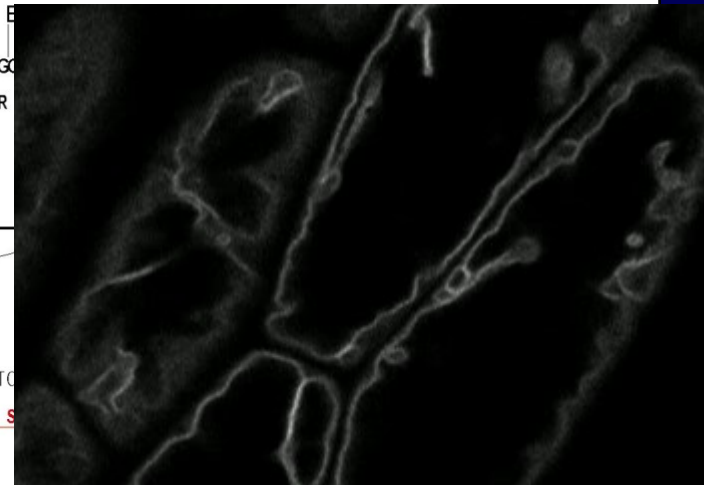
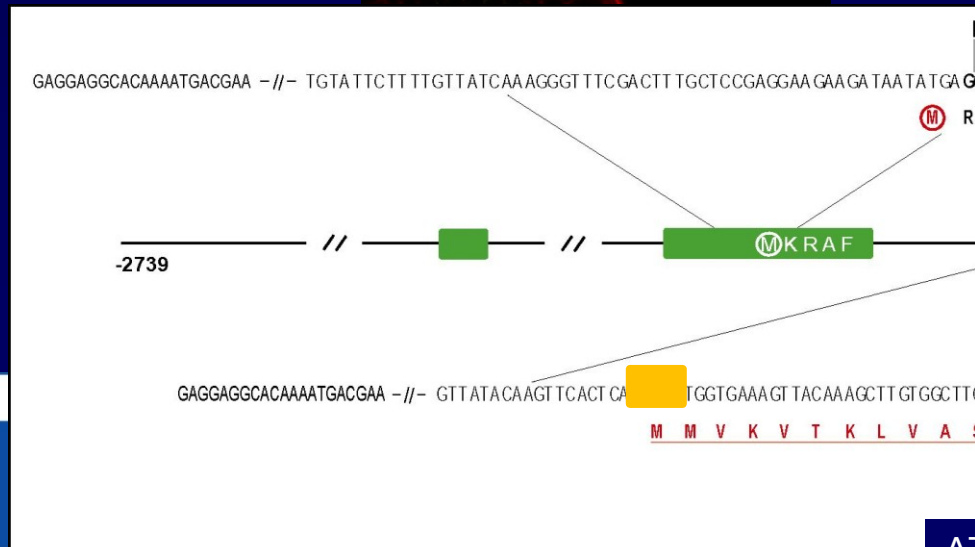


Histone 2A-GFP in *Drosophila* embryo by PAM

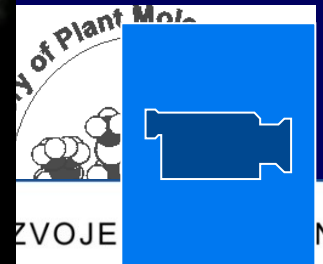
oproti transkripční fúzi umožňuje analýzu genového produktu (proteinu) nebo jeho

promotor

počátek transkripce

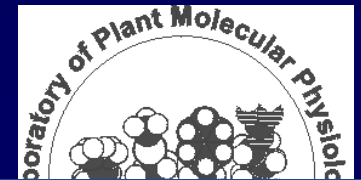


ΔTIP-GFP, Erhardt's line, tonoplast movement



Genomika V. analýza genové exprese

- Metody analýzy genové exprese
 - Kvalitativní analýza exprese genů
 - Příprava transkripční fúze promotoru analyzovaného genu s reporterovým genem (gen zpravodaj)
 - Příprava translační fúze kódující oblasti analyzovaného genu s reporterovým genem
 - Využití dostupných publikovaných dat



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. analýza genové exprese

- Genevestigator (<https://www.genevestigator.com/gv/index.jsp>)

Copyright | Imprint

GENEVESTIGATOR
shaping biological discovery

ABOUT US | RESOURCES | DOCUMENTATION | TUTORIALS | NEWS

GENEVESTIGATOR Gene expression brought into context

Genevestigator is a user-friendly visualization tool that summarizes results from thousands of high quality transcriptomic experiments to answer questions like:

1. Which conditions regulate my genes of interest?
2. Which genes are specifically regulated by a chosen set of conditions?

ANALYSIS TOOL **START** Having trouble with just? [Check here](#)

Genevestigator brings gene expression into the context of a wide variety of biological and experimental conditions (tissue types, diseases, chemicals, cancers, etc.). To see how this works, see the [Guided Tour](#) or some of our [scenarios](#).

How do I get access?
Genevestigator offers several tools and features for free and partly without login. Check out what is available for you.

Academic | Commercial | Core Facility

NEWS
August 12: Major release of new data. Cancer data and analysis tools now available.

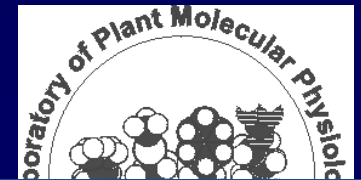
GENEVESTIGATOR

Organisms	12
Microarrays	43 728
Registered Users	22 328

MY PROFILE

- Overview of My Profile
- Administrate My Lab
- Local Password
- Register

NEBION

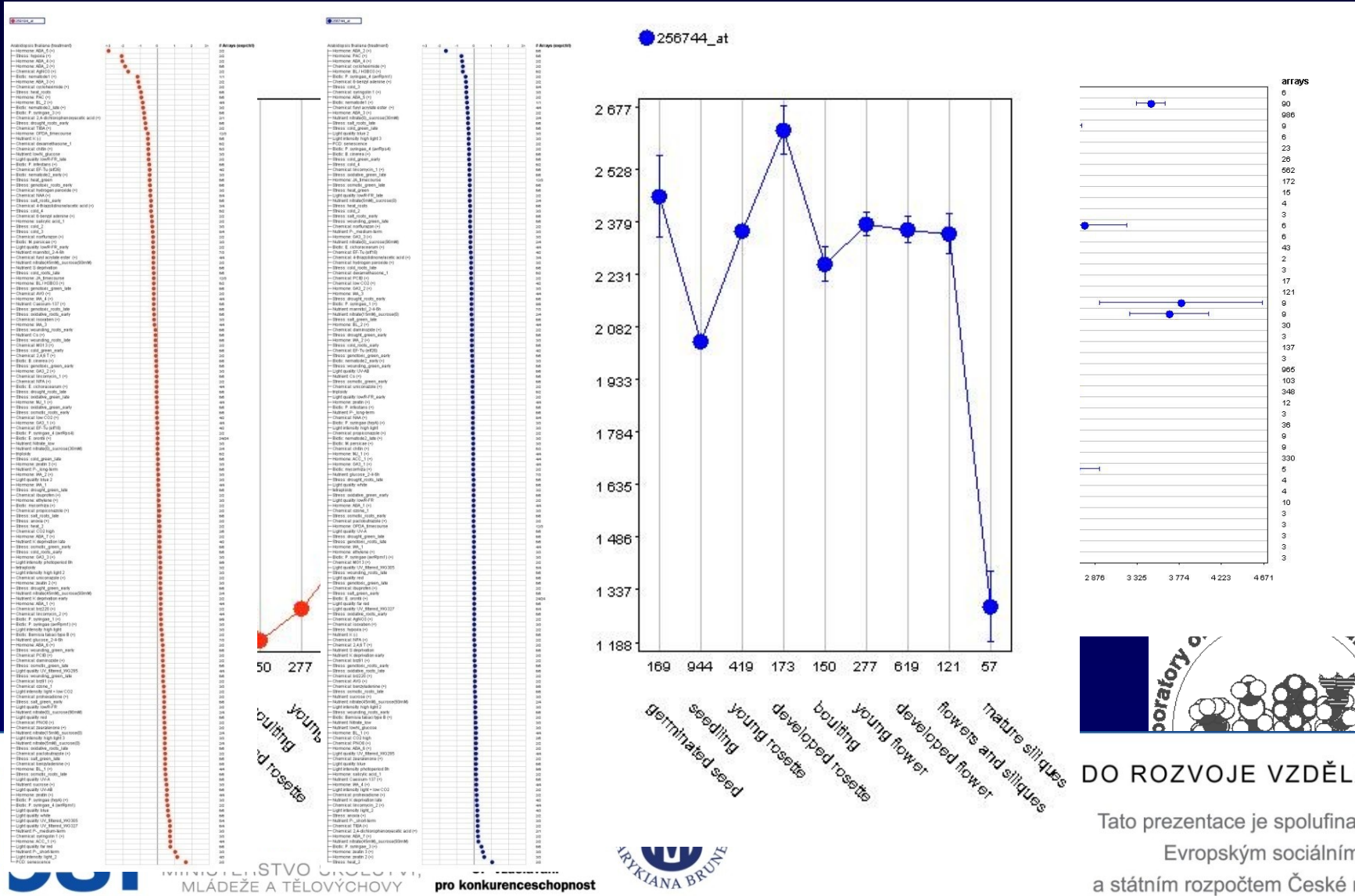


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. analýza genové exprese

Analýza exprese pomocí Genevestigator (**AHP1** a **AHP2**, Arabidopsis, Affymetrix ATH 22K Array)

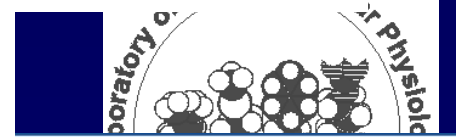


EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

pro konkurenceschopnost



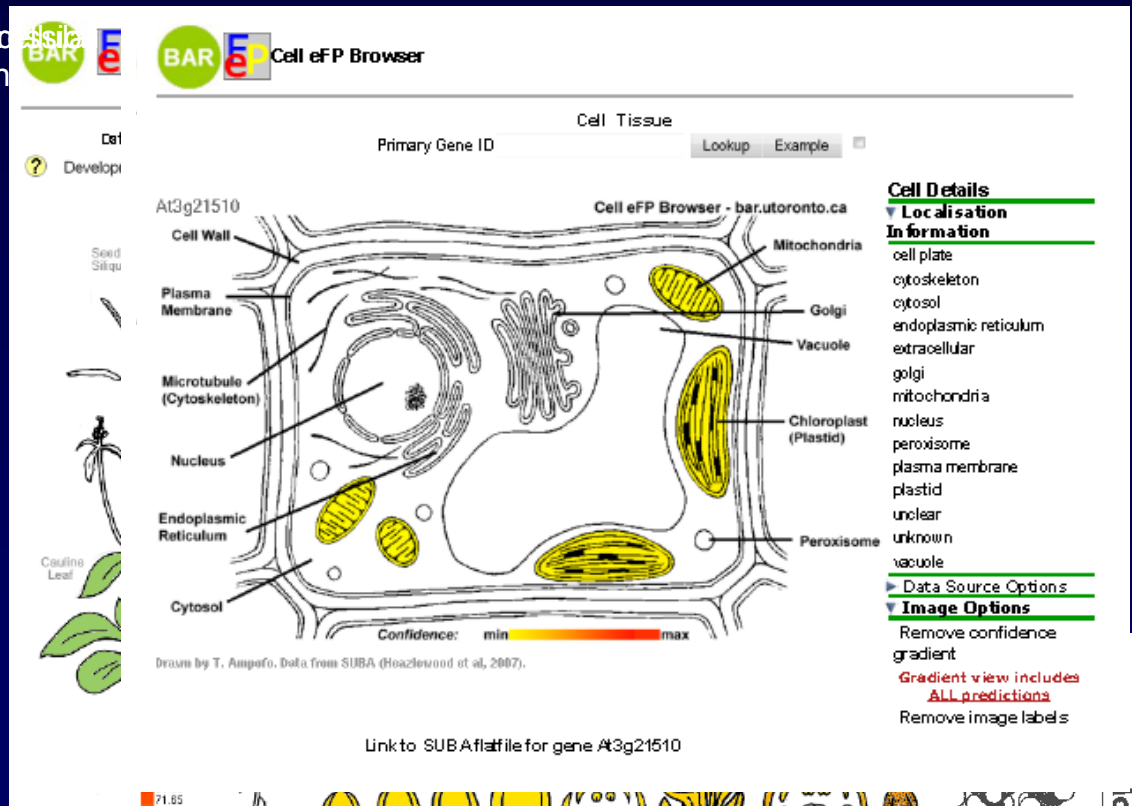
DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. analýza genové exprese

- Genevestigator (<https://www.genevestigator.com/gv/index.jsp>)
- Arabidopsis eFP Browser (<http://www.bar.utoronto.ca/efp/cgi-bin/efpWeb.cgi>)

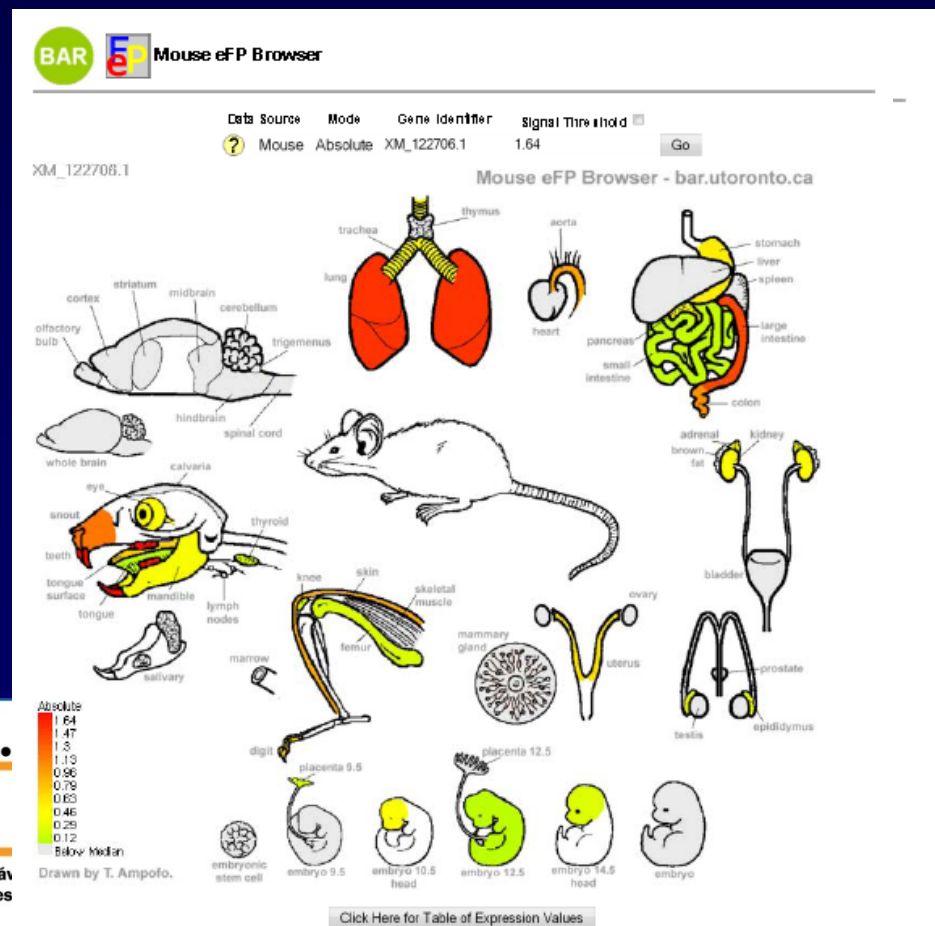
AHP1 expresní lokalizace



Genomika V. analýza genové exprese

- Genevestigator (<https://www.genevestigator.com/gv/index.jsp>)
- Arabidopsis eFP Browser (<http://www.bar.utoronto.ca/efp/cgi-bin/efpWeb.cgi>)
- Mouse eFP Browser (http://www.bar.utoronto.ca/mouse_efp/cgi-bin/efpWeb.cgi)

BMP4 expression

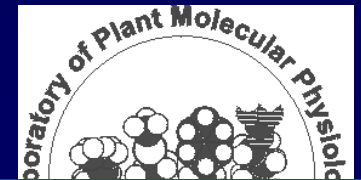


VZDĚLÁVÁNÍ

spolufinancována
sociálním fondem
n České republiky

Genomika V.

- Analýza genové exprese
 - Metody kvalitativní a kvantitativní analýzy genové exprese
- Metody identifikace funkce genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - ektopická exprese a systémy regulovatelné genové exprese

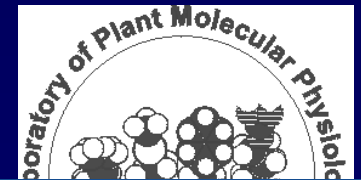


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

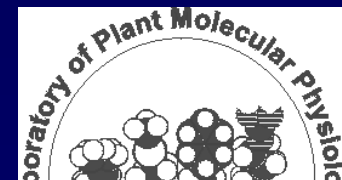
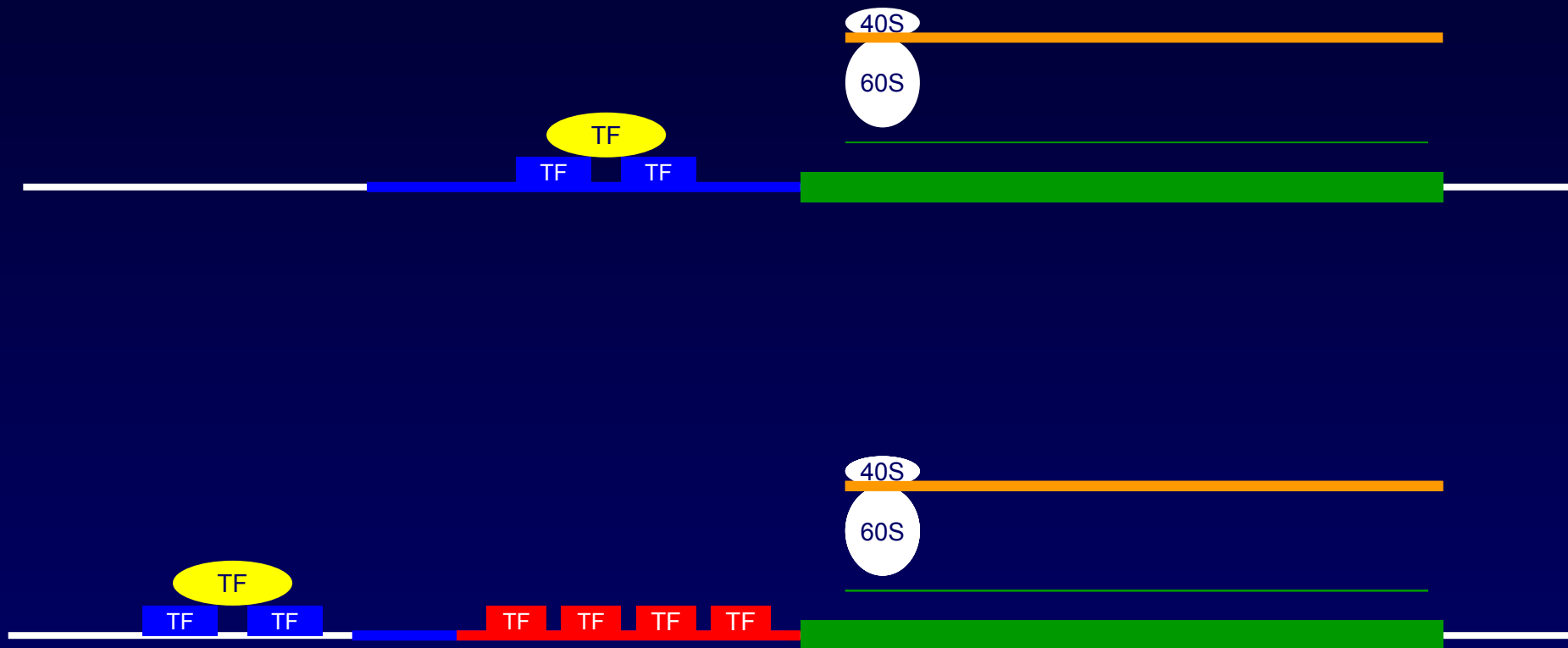
- Metody identifikace funkce genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - metoda umožňující izolaci dominantních mutantů prostřednictvím náhodné inserce konstitutivního promotoru, vedoucí k nadměrné expresi genu a tím odpovídajícím fenotypovým změnám
 - prvním krokem je příprava mutantní knihovny připravené pomocí transformace silného konstitutivního promotoru nebo zesilovače
 - následuje vyhledávání zajímavých fenotypů
 - identifikace zasaženého genu např. pomocí plasmid-rescue



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

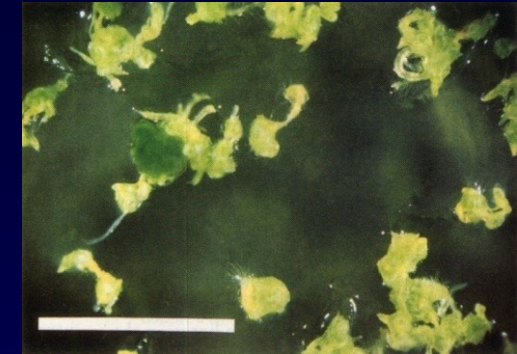
Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. aktivační mutageneze



Izolace genu *CK11*

- Tatsuo Kakimoto, *Science* 274 (1996), 982-985 *
- izolace genu pomocí aktivační mutagenese

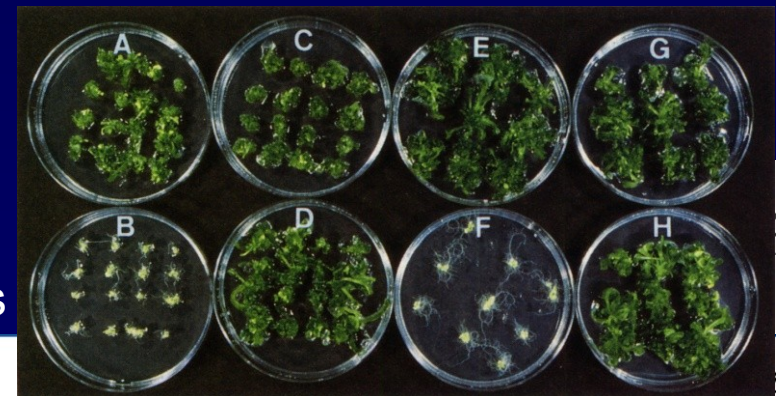


- mutantní fenotyp je fenokopii exogenní aplikace cytokininů (*CK11*, CYTOKININ INDEPENDENT 1)

K1 plasmid rescue K2 35S::CK1 cDNA

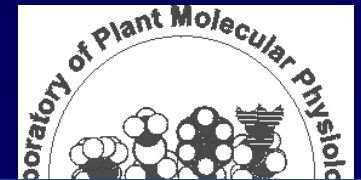
t-zeatin

no hormones



Genomika V.

- Metody identifikace genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - ektopická exprese a systémy regulovatelné genové exprese

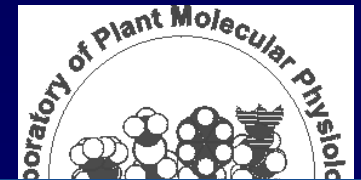


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

- Systémy regulovatelné genové exprese
 - umožňují časovou nebo místně specifickou regulaci genové exprese, vedoucí ke změně fenotypu a tím identifikaci přirozené funkce genu
 - pOP systém

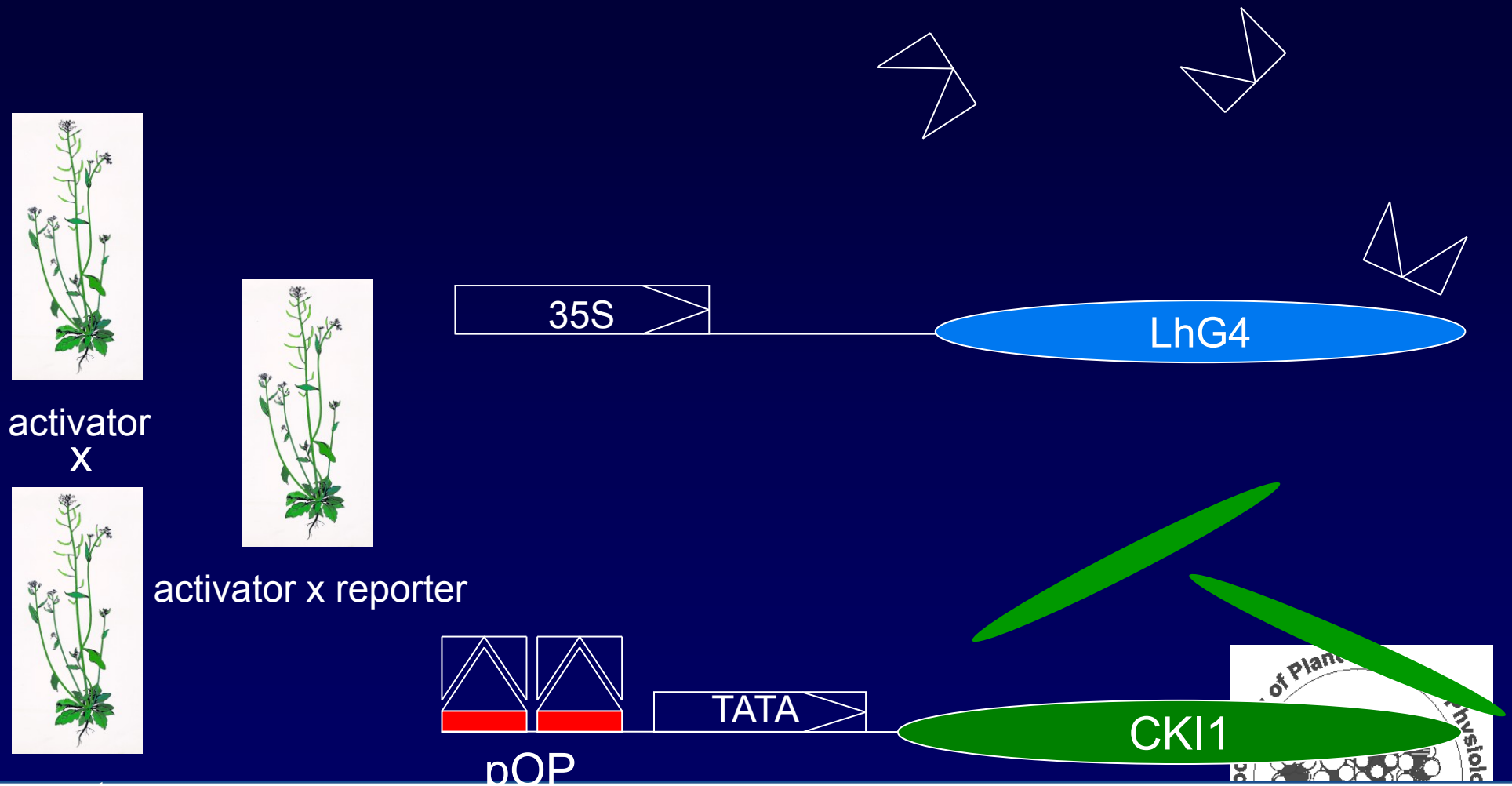


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

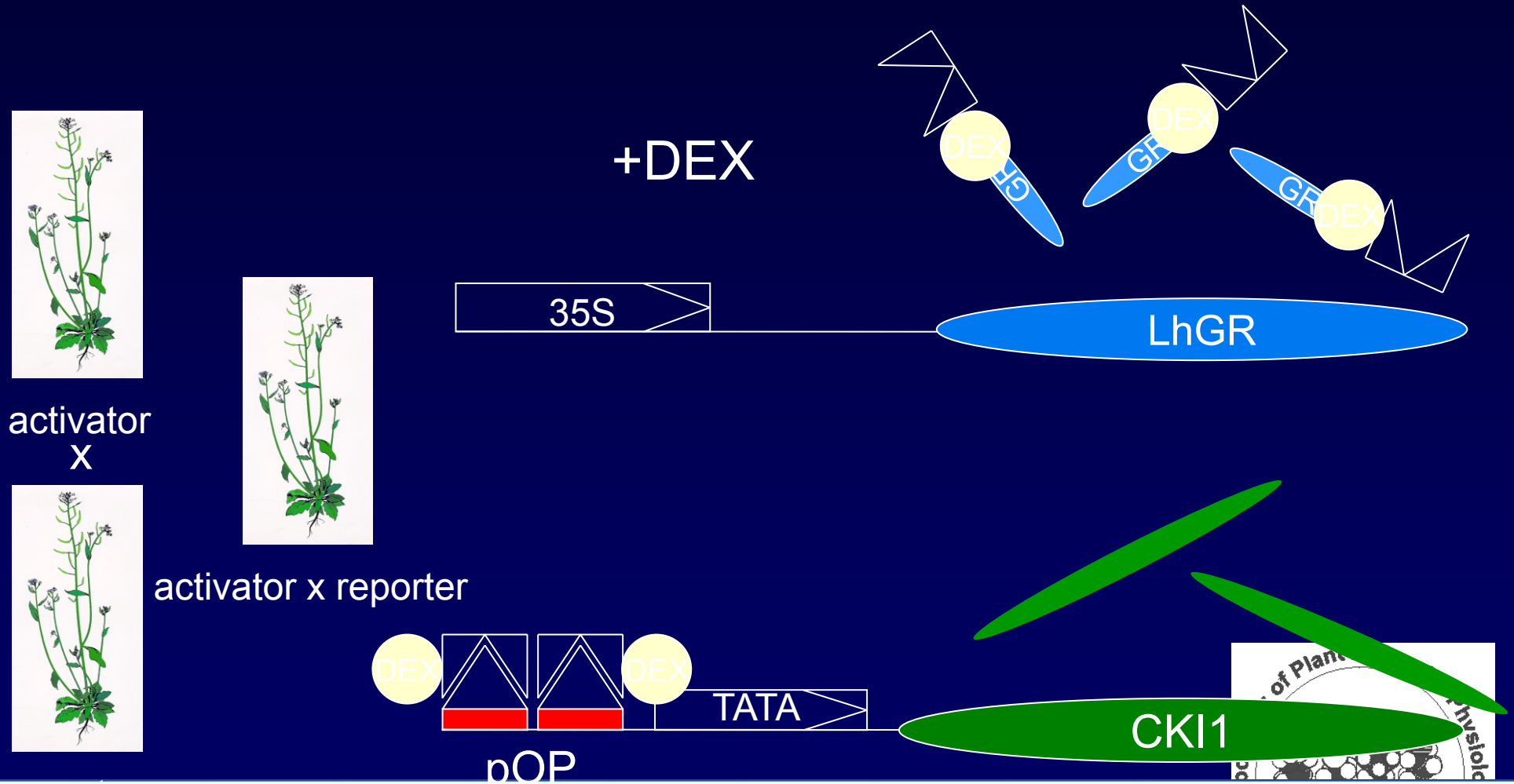
Genomika V.

systemy regulovatelné exprese, pOP



Genomika V.

systemy regulovatelné exprese, pOP



Genomika V. systémy regulovatelné exprese



activator
X

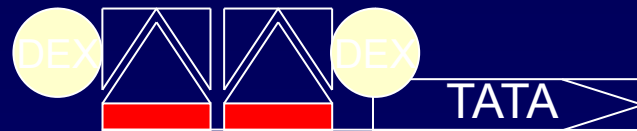
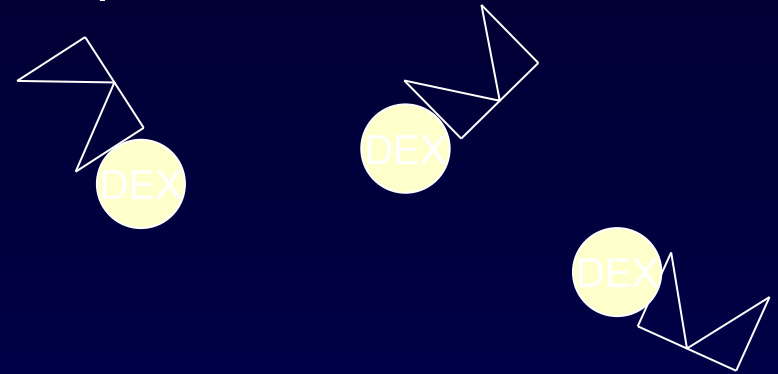


activator x reporter

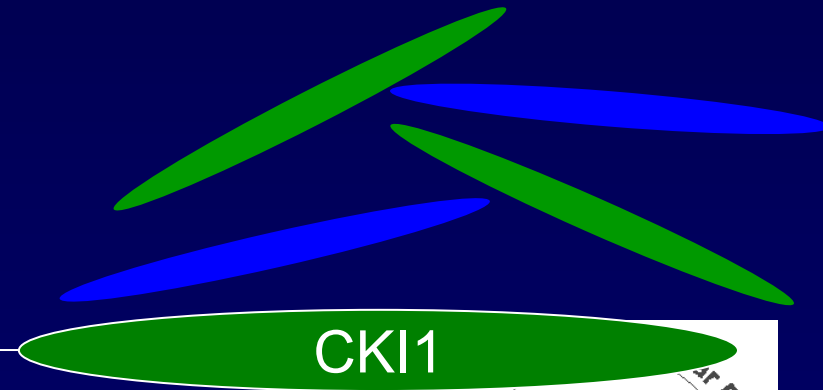


reporter

+DEX



pOP

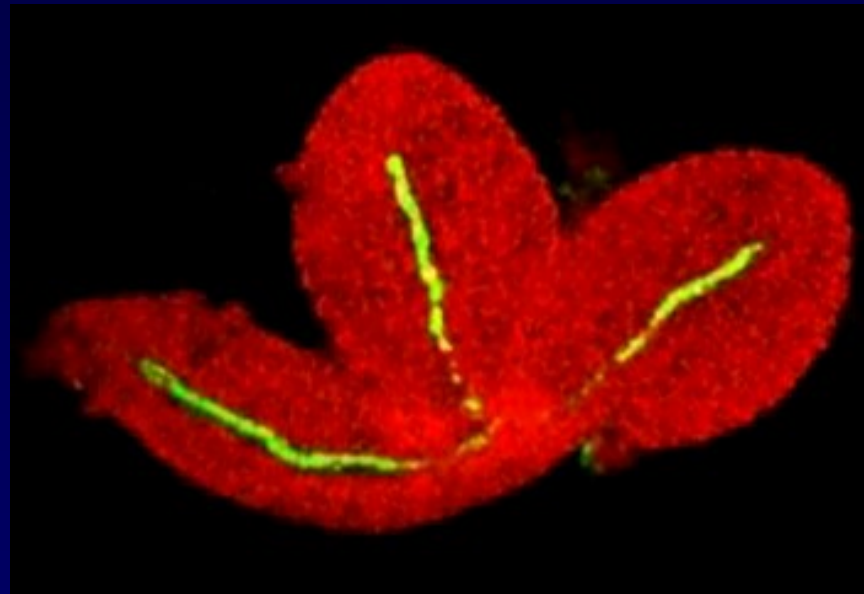


pOP

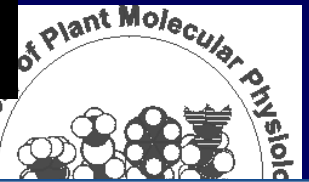


Genomika V.

- Systémy regulovatelné genové exprese
 - umožňují časovou nebo místně specifickou regulaci genové exprese, vedoucí ke změně fenotypu a tím identifikaci přirozené funkce genu
 - pOP systém
 - UAS systém

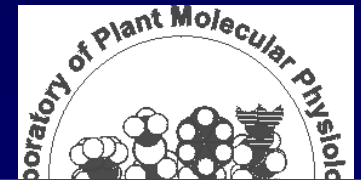


<http://www.plantsci.cam.ac.uk/Haseld>



Genomika V.

- Metody identifikace genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - ektopická exprese a systémy regulovatelné genové exprese
- Fenotypové profilování
 - DNA a proteinové čipy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

■ Fenotypové profilování

■ DNA a proteinové čipy

- metoda umožňující rychlé porovnání **velkého množství** genů/proteinů mezi testovaným **vzorkem** a **kontrolou**
- nejčastěji jsou používány oligo DNA čipy

■ k dispozici komerčně dostupné sady pro celý genom

■ firma Operon
26.173 genů
Arabidopsis thaliana

■ možnost použít
syntézu oligonukleotidů
touto technikou

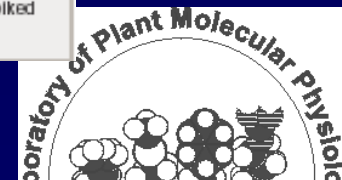
- čipy nejen pro analýzu exprese, ale např. i genotypování (SNP polymorfizmy, sekvenování pomocí čipů, ...)

Affymetrix ATH1 *Arabidopsis* genome array

Critical Specifications

Number of arrays	One
Number of sequence represented	>24,000 gene sequences
Feature size	18 μm
Oligonucleotide probe length	25-mer
Probe pairs/sequence	11
Control sequences	<i>E. coli</i> genes <i>bioB</i> , <i>bioC</i> , <i>bioD</i> . <i>B. subtilis</i> gene <i>lysA</i> . Phage P1 <i>cre</i> gene. <i>Arabidopsis</i> maintenance genes GAPDH, Ubiquitin, and Actin
Detection sensitivity	1:100,000*

*As measured by detection in comparative analysis between a complex target containing spiked control transcriptions and a complex target with no spikes.



Genomika V. DNA čipy

- DNA čipy, analýza výsledků
 - pro správnou interpretaci výsledků je nutná dobrá znalost pokročilých statistických metod
 - je nutné zahrnout dostatečný počet kontrol i opakování
- kontrola na přesnost měření (opakované měření na několika čípech se stejným vzorkem, vynesení **stejných vzorků** analyzovaných na **různých čípech** proti sobě)
- kontrola reproducibility měření (opakované měření s **různými vzorky**, izolovanými za **stejných podmínek** na **stejném čipu**-stejně podmínky proti sobě)
- identifikace **hranice spolehlivého měření**
- konečně vynesení experimentu proti kontrole nebo různých podmínek proti sobě – vlastní výsledek

Expression of 195M6T7 in response to chemical treatment

Home | About TAIR | Sitemap | Contact | Help | Order | Login

Search | Tools | Arabidopsis Info | News | Links | FTP | Stocks

Gene

Experiment: Aluminum Stress

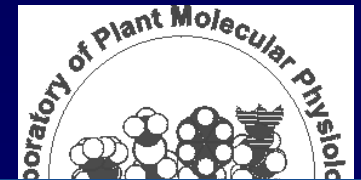
Experiment Summary | Samples | Slides & Datasets | Array Design | View All

Slide Details

Slide (name ? : description)	External ID ?	Replicate (id ? :name)	Replicate type ?	Reverse replicate ?	Sample ?	Experimental variables	Label ?	Get Data ?
HoekengaS7 [*] : Aluminum Stress 1 [strong spatial bias]	AFGC: 7304	63: Aluminum Stress	technical		7304_Cy3.7305_Cy5	no treatment (pool of 3, 8, and 24 hours)	Cy3	Download
					7304_Cy5.7305_Cy3	Aluminum (50 5M AlCl3, pool of 3, 8, and 24 hours)	Cy5	
HoekengaS8 [*] : Aluminum Stress 2 [strong spatial bias]	AFGC: 7305	64: Aluminum Stress	technical	63	7304_Cy5.7305_Cy3	Aluminum (50 5M AlCl3, pool of 3, 8, and 24 hours)	Cy3	Download
					7304_Cy3.7305_Cy5	no treatment (pool of 3, 8, and 24 hours)	Cy5	

Genomika V. proteinové čipy

- Proteinové čipy
 - čipy s vysokou denzitou obsahující řádově 10^4 proteinů
 - analýza protein-proteinových interakcí, substrátů kináz a interakcí s malými molekulami
 - možnost použít protilátky – stabilnější než samotné proteiny



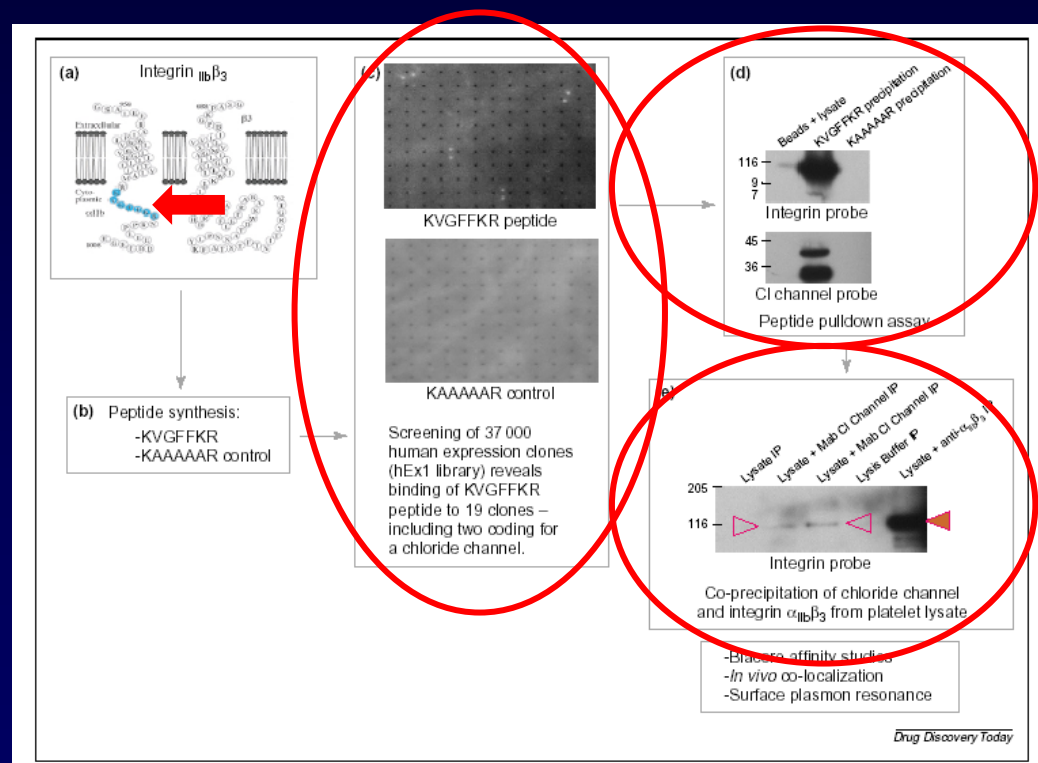
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. proteinové čipy

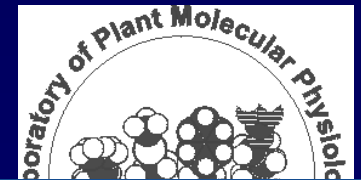
■ Identifikace proteinů interagujících s cytoplasmatickou částí integrinu $\alpha_{IIb}\beta_3$ krevních destiček

- exprese cytoplasmatické části jako fúzního peptidu biotin-KVGFFKR
- analýza vazby s proteinovým čipem obsahujícím 37.000 klonů *E.coli* exprimujících lidské rekombinantní proteiny
- potvrzení interakce pull-down analýzou peptidů i koprecipitací celých proteinů (chloridový kanál ICln)
- další využití např. při identifikaci substrátů kináz, kdy substráty jsou navázány na čip a vystaveny působení kináz za přítomnosti radiokativně značeného ATP (768 purif. proteinů ječmene, z nich 21 identifikováno jako substráty kinázy CK2 α , Kramer et al., 2004)



Genomika V.

- Metody identifikace genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - ektopická exprese a systémy regulovatelné genové exprese
- Fenotypové profilování
 - DNA a proteinové čipy
 - metabolické profilování
 - metody mikrodisekce
 - proteomické přístupy
- Metody využívané ve funkční genomice rostlin
 - *A. thaliana* jako modelový organizmus funkční genomiky rostlin
 - PCR



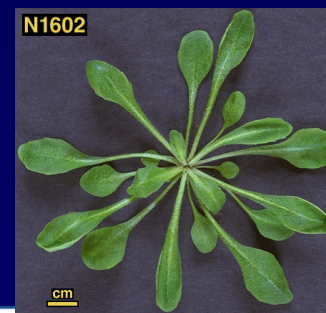
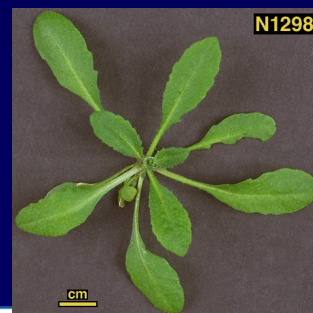
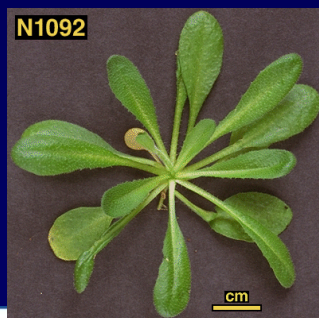
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

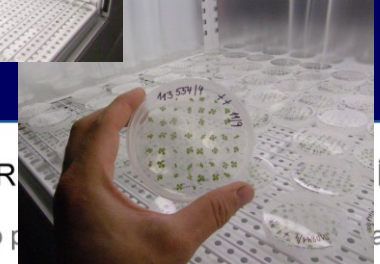
Arabidopsis thaliana

huseníček polní, mouse-ear cress

- malé nároky na kultivační plochu
- velké množství semen (20.000/roslinu a více)
- malý a kompaktní genom, (125 MBp, cca 25.000 genů, prům. velikost 3 kb)
- 5 chromozomů
- vhodná pro široké spektrum fyziologických experimentů
- velká přirozená variabilita (cca 750 ekotypů (Nottingham Arabidopsis Seed Stock Centre))



Plant Molecular



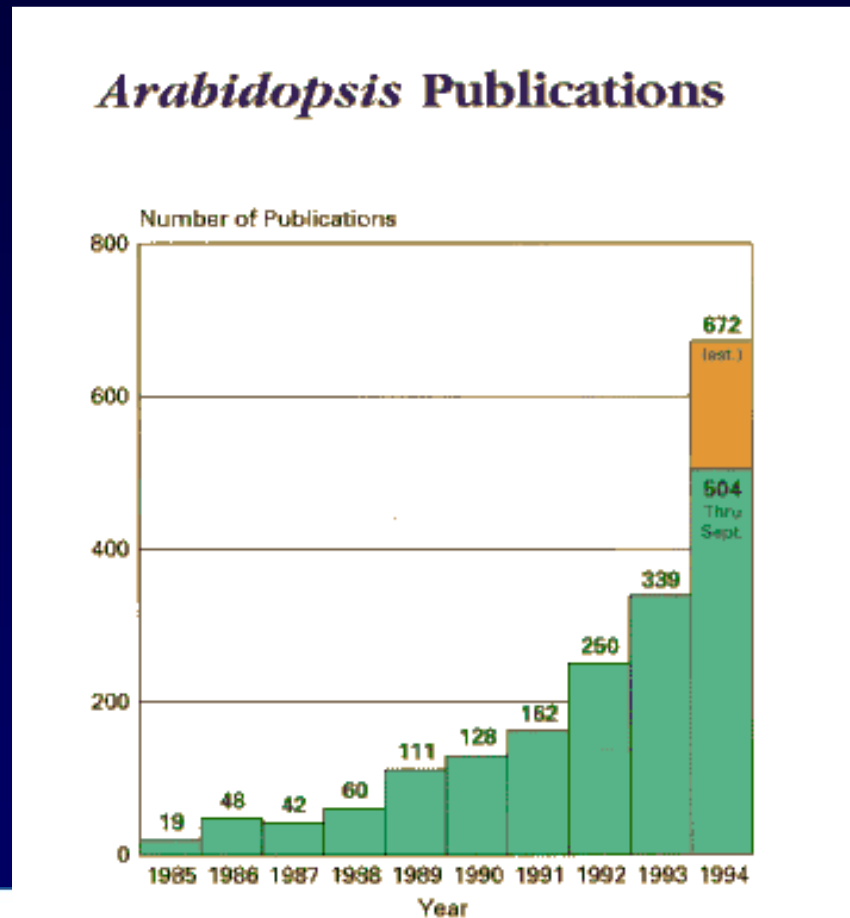
INVESTICE DO R

Tato p

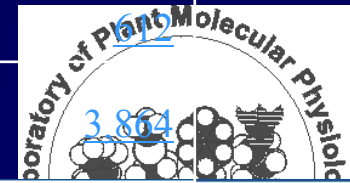
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Arabidopsis, významný rostlinný model

Počet záznamů v databázi „PubMed“ (MEDLINE) vyhledaných pod heslem „**Arabidopsis**“ **25.690/29.146** (16.10. 2008/22.10. 2009, meziroční nárůst 13%). (Pro srovnání, pod heslem „*human*“ nalezeno 10 620.405/ 11 151.170 záznamů), nárůst 5%.



Entrez records	
Database name	Direct links
Nucleotide	618,539
Protein	118,482
Structure	61
Genome	7
Popset	106
SNP	184
3D Domains	162
Domains	47
GEO Datasets	6
GEO Expressions	61,406
UniGene	25,447
UniSTS	6
PubMed Central	3,864



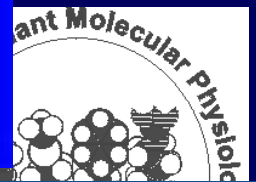
Gene INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ 30,273

Tato prezentace je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



PCR

Polymerase Chain Reaction



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

■ Nové trendy

- chemická genetika
- pojem chemická genetika – 60.997 záznamů v databázi PubMed (20.10. 2010)

- podobně jako v případech přímých přístupů „přímé“ a „reverzní“

- oproti přístupům „klasické“ gen ale **protein**

- chemická genetika se používá po chemickém působení v podmínkách změnách („přímá“ a „reverzní“) chemikálie schopné indukce **chemická genetika**)

- za tímto účelem jsou dostupné nejrozličnějších chemických přístupů

- příklad: analýza endonukleáz

PubMed Search: chemical genetics

U.S. National Library of Medicine
National Institutes of Health

Filter your results: All (60997) [Advanced Filters](#)

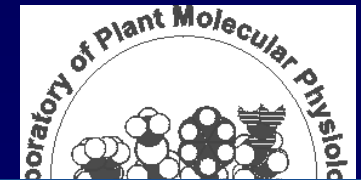
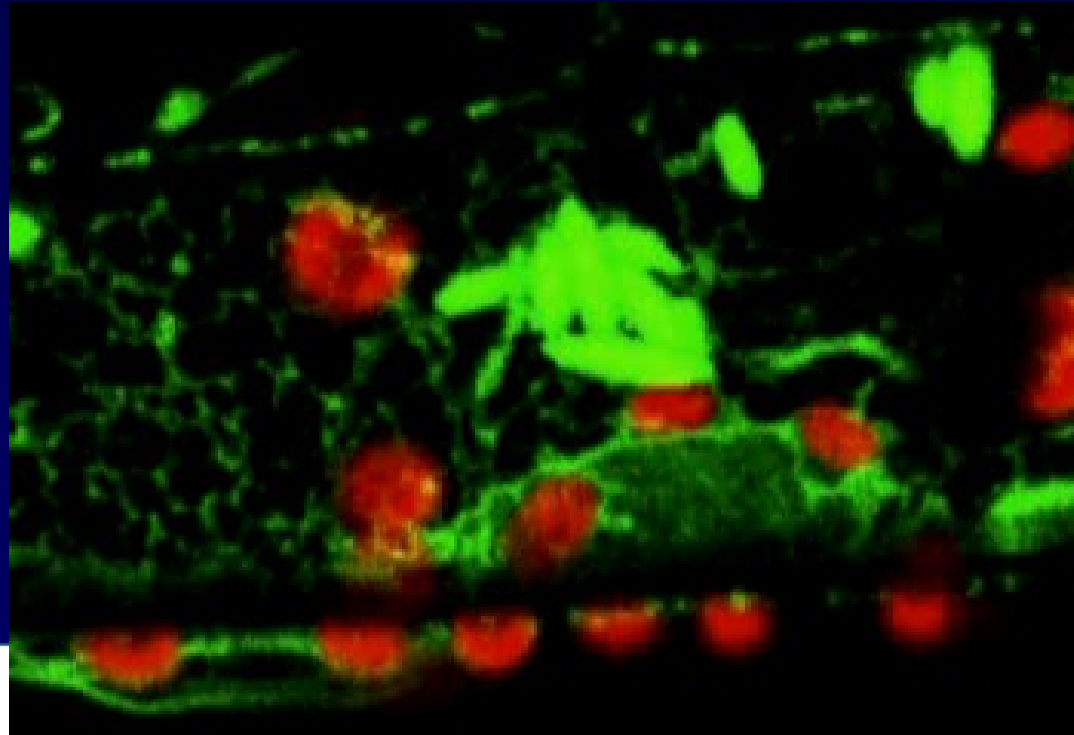
Display Settings: Summary, 20 per page, Sorted by Recently Added

Results: 1 to 20 of 60997

1. [Prediction of body composition by total body electrical conductivity technique is affected by fat reserves of Japanese quail.](#)
Hyáková L, Szabesková Z.
Poult Sci. 2010 Nov;99(11):2906-13.
PMID: 20952716 [PubMed - In process]
2. [In vitro screening for population variability in chemical toxicity.](#)
O'Shea SH, Schwarz J, Kozák O, Ross P K, Ha MJ, Wright FA, Rysyá I.
Toxicol Sci. 2010 Oct 15. [Epub ahead of print]
PMID: 20952501 [PubMed - as supplied by publisher]
3. [SAM Recognition and Conformational Switching Mechanism in the Bacillus subtilis vitJ S Box/SAM-I Riboswitch.](#)
Li C, Ding F, Chowdhury A, Pradikán V, Tomášk J, Holmes WM, Henkh TM, Ke A.
J Mol Biol. 2010 Oct 14. [Epub ahead of print]
PMID: 20951705 [PubMed - as supplied by publisher]
4. [14-3-3 Coordinates Microtubules, Rac, and Myosin II to Control Cell Mechanics and Cytokinesis.](#)
Zhou Q, Kee YS, Poltá RCC, Jelínek C, Osborne J, DUIS, Sriné IA, Will ME, Egger US, Múle FTaubeibeige RA, Iglesias PA, Cotter RJ, Robins DN.
Curr Biol. 2010 Oct 13. [Epub ahead of print]
PMID: 20951045 [PubMed - as supplied by publisher]
5. [Chemical genetics approach to identify new small molecule modulators of cell growth by phenotypic screening of Saccharomyces cerevisiae strains with a library of morpholine-derived compounds.](#)
Tebocelli A, Steinhilf M, Morillo M, Clout L, Cavalieri D, Galiana A.
Org Biomol Chem. 2010 Oct 15. [Epub ahead of print]
PMID: 20949215 [PubMed - as supplied by publisher]
6. [Synthetic Genetic Array \(SGA\) Analysis in Saccharomyces cerevisiae and Schizosaccharomyces pombe.](#)
Balyáková A, Costáková M, Dvořá S, Václavík F J, Mýe B CL, Andrus B, Boone C.
Methods Enzymol. 2010;470:145-79. Epub 2010 Mar 1.
PMID: 20949310 [PubMed - In process]

Genomika V. chemická genetika

- Analýza mechanismů endomembránového transportu přístupy chemické genetiky
 - v rostlinných buňkách dochází k velice dynamickým procesům, zprostředkovaným zejména tzv. endomembránovým transportem (viz film, GFP směřované do ER)



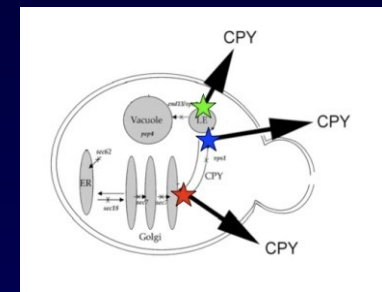
OP ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. chemická genetika

Analýza mechanismů endomembránového transportu přístupy chemické genetiky

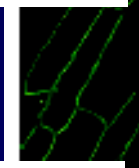
- pomocí vyhledávání v „knižovně“ chemických látek byly identifikovány takové, které vedou u kvasinek (*S. cerevisiae*) k sekreci enzymu (karboxipeptidázy Y), která je normálně transportována pomocí endomembránového transportu do vakuoly



- analýza změny sekrece pomocí dot-blotu a imunodetekce karboxipeptidázy Y v kulti-vačním médiu pomocí monoklonálních protilátek

chemická struktura sortinů

- identifikované látky („sortiny“) byly schopny vyvolat obdobné změny i u *Arabidopsis* (konzervované mechanismy transportu u kvasinek i u rostlin)

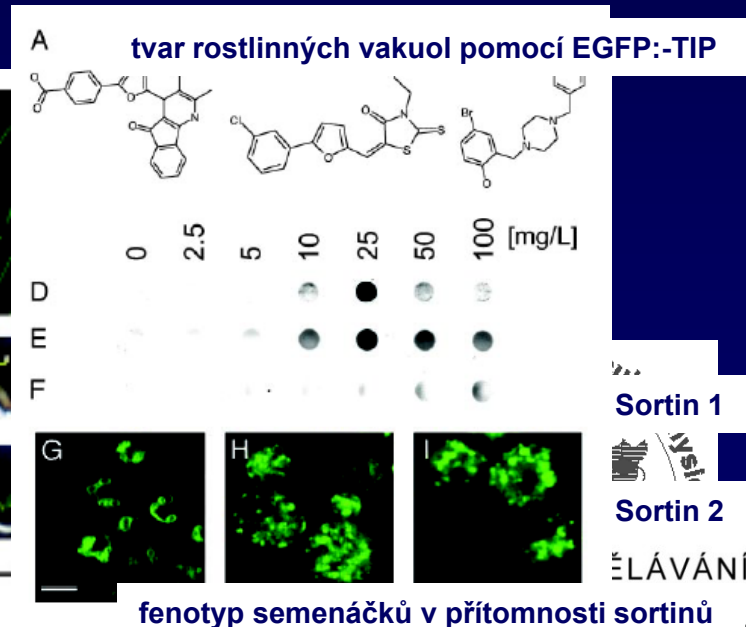


Imunodetekce karboxypeptidázy

- pro bližší identifikaci molekulárně přesně ovlivněného jedním z identifikovaných „sortinů“ byla provedena analýza jeho vlivu na sekreci markerového proteinu (AtCPY) – sortin 1 inhibuje specificky pouze tuto sekreční cestu

detekce vakuolárního fenotypu (tvaru tonoplastu) kvasinek pomocí barvení specifickou barvou (MDY-64)

- pomocí EMS mutagenese identifikace mutantů se změněnou citlivostí k sortinu 1 (hyper- nebo hypersenzitivní mutanti)



Genomika V.

chemická genetika

- Analýza mechanismů endomembránového transportu pomocí chemické genetiky - shrnutí
 - GFP::d-TIP značení membrány vakuoly (tonoplastu) a identifikace mutací vedoucí ke změně morfologie tonoplastu
 - chemická genetika v kombinaci s klasickou genetikou - identifikace proteinů zúčastňujících se regulace endomembránového transportu
 - proteomické přístupy – identifikace a analýza proteomu vakuol



/ZDĚLÁVÁNÍ

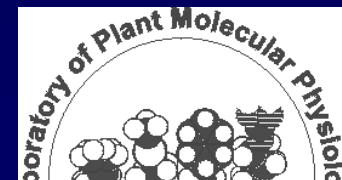
spolufinancována
sociálním fondem

a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

Shrnutí

- Metody identifikace funkce genů pomocí přístupů získané funkce
 - T-DNA aktivační mutageneze
 - ektopická exprese a systémy regulovatelné genové exprese
- Fenotypové profilování
 - DNA a proteinové čipy
 - metabolické profilování
 - metody mikrodisekce
- Metody využívané ve funkční genomice rostlin
 - *A. thaliana* jako modelový organizmus funkční genomiky rostlin
 - PCR



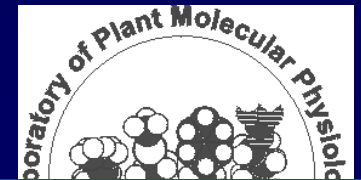
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V.

Shrnutí

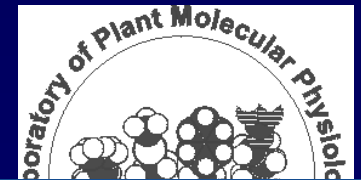
- Nové trendy
 - chemická genetika



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

Genomika V. Diskuse



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace je spolufinancována
Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky