










# Regulace (transkripce) párovacího typu

a1, a2 +  $\alpha$ 1,  $\alpha$ 2 kódují transkripční faktory, které ovlivňují transkripci 3 skupin genů

a-spec.= *MFA*1,2 (a-feromon), *STE*2 ( $\alpha$ -receptor), *STE*6, 14 (úprava a sekrece feromonu)

$\alpha$ -spec.= *MF* $\alpha$ 1,2 ( $\alpha$ -feromon), *STE*3 (a-receptor), *STE*13, *KEX*2 (proteasy)

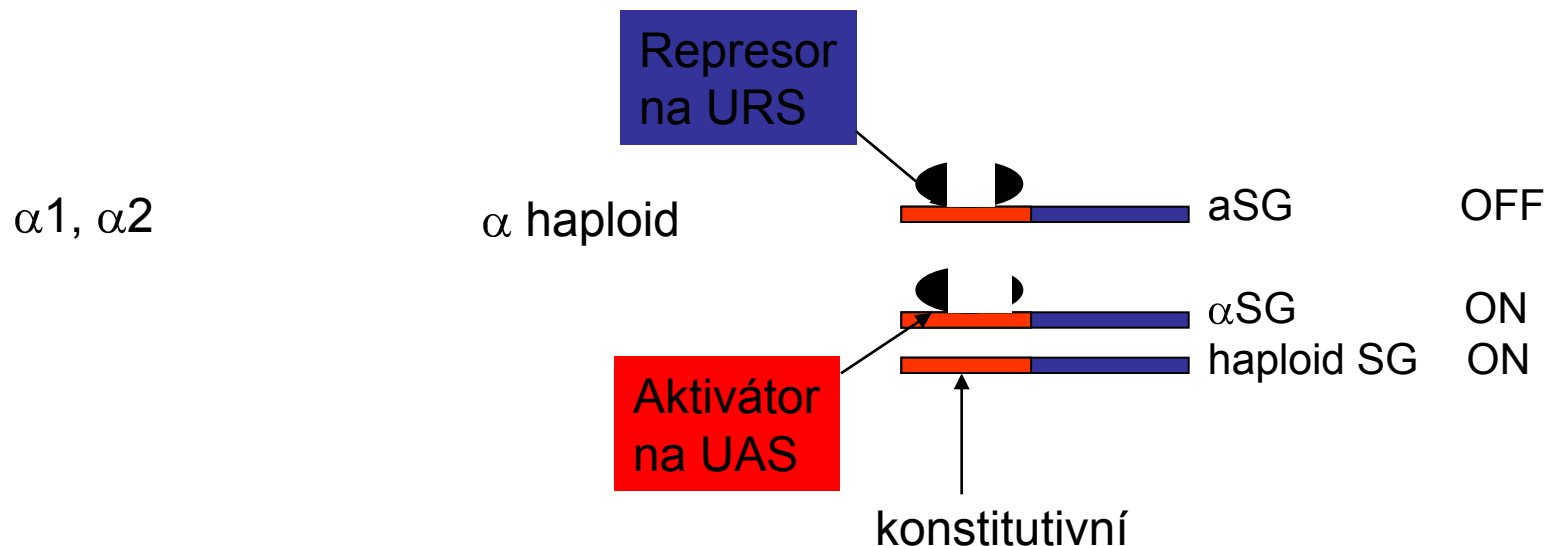
haploid spec.= *STE*4,18 (podjednotky G-proteinu), *RME*1 (inhibitor meiosis)

MAT lokus	Typ buňky	Geny kontrolované MAT lokusem	
a1, a2	a haploid	 aSG	ON
		 $\alpha$ SG	OFF
		 haploid SG	ON
<hr/>			
$\alpha$ 1, $\alpha$ 2	$\alpha$ haploid	 aSG	OFF
		 $\alpha$ SG	ON
		 haploid SG	ON
<hr/>			
$\alpha$ 1, $\alpha$ 2 a1, a2	diploid	 aSG	OFF
		 $\alpha$ SG	OFF
		 haploid SG	OFF

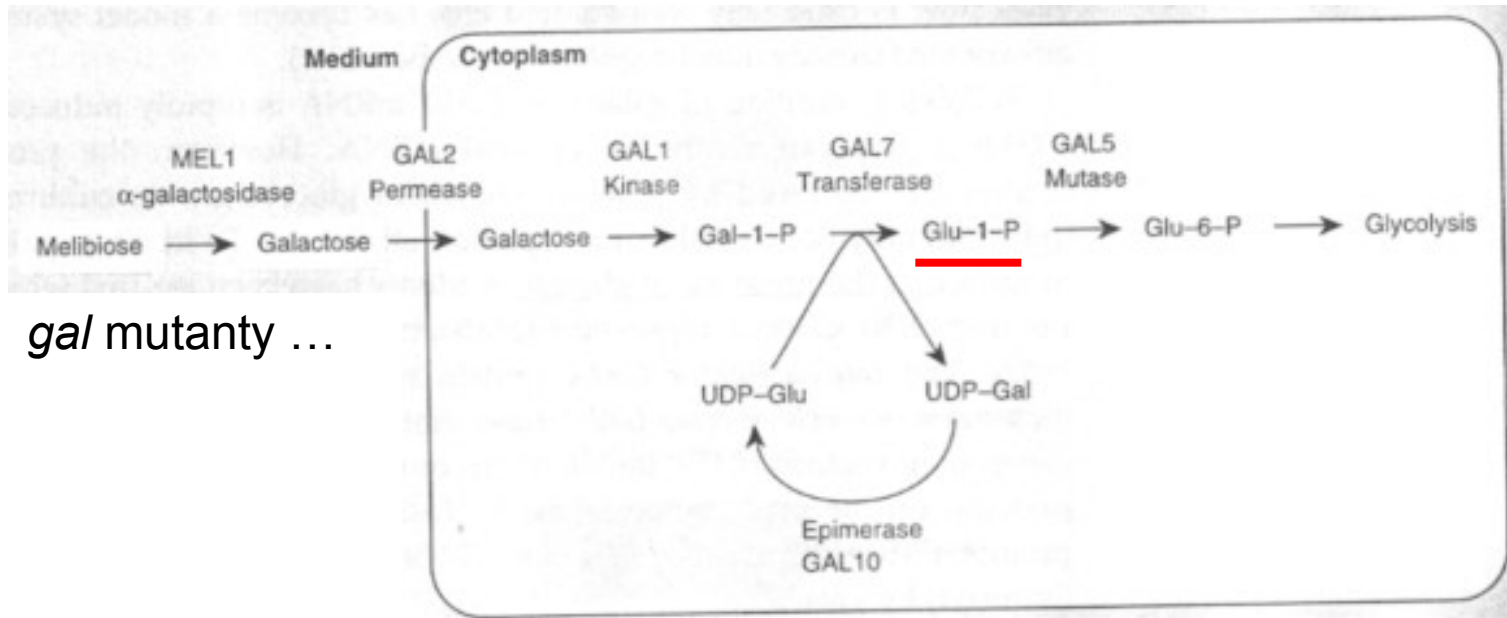
# Struktura promotorů

Kvasinkové promotory se liší od bakteriálních a vyšších eukaryot (kvasinky netranskribují z takových promotorů)

- Většina míst pro iniciaci transkripce obsahuje TC(G/A)A a PuPuPyPuPu (specifické pro kvasinky)
- TATA box (TATAT/AAT/A) je 60-120bp od iniciačního místa (podobné Pribnowovu boxu u bakterií)
- UAS (upstream activating sequences) a URS (upstream repressing sequences)
- DAS (downstream activating sequences – přímo v sekvenci genu)

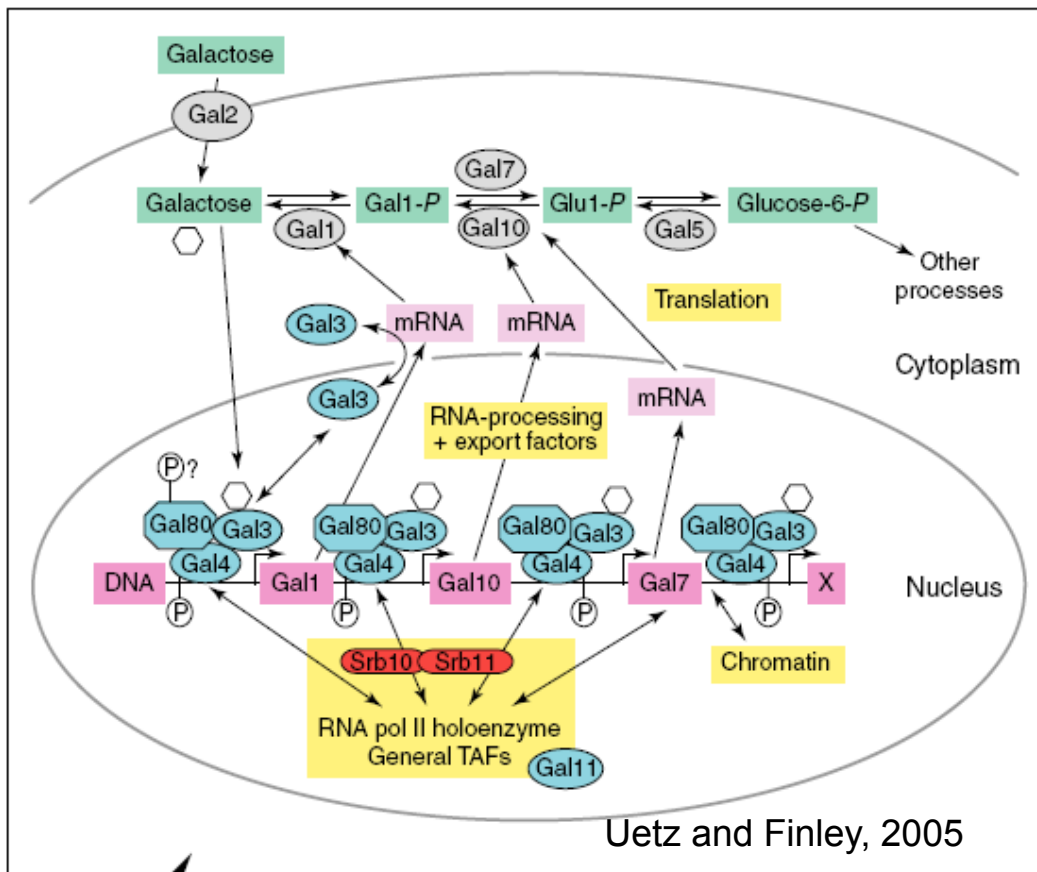


# Regulace metabolické dráhy galaktózy



*gal* mutanty ...

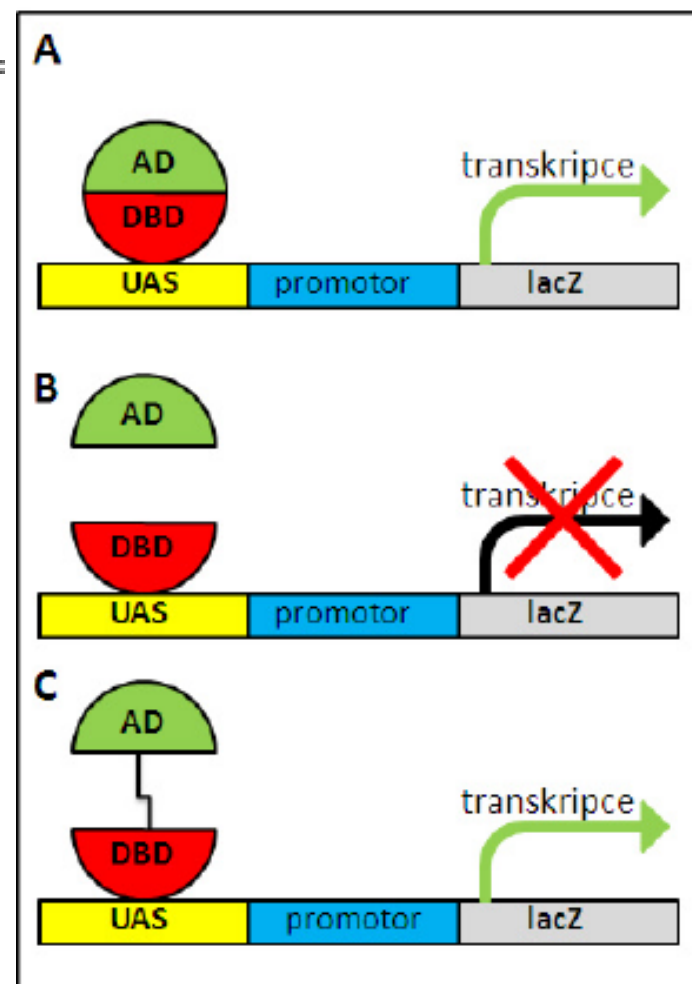
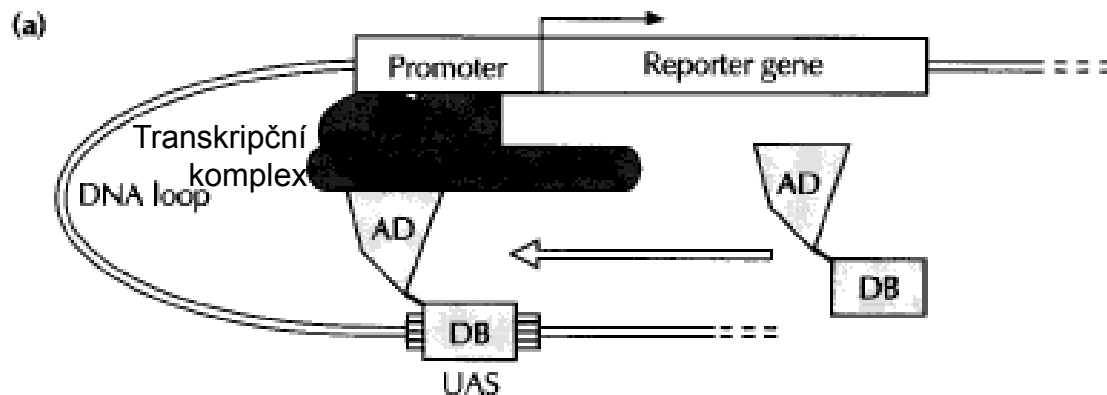
- Pouze *GAL5* gen je konstitutivně exprimován (potřebný pro metabolismus glukózy)
- všechny ostatní jsou indukovány růstem na galaktóze a reprimovány glukózou
- *GAL1*, *GAL7* a *GAL10* geny jsou v klastru na chromosomu 2
- *GAL4* gen kóduje transkripční faktor (aktivátor), který se váže na UAS těchto genů



# Regulace transkripce *GAL* genů

- *GAL1*, *GAL7* a *GAL10* geny jsou v klastru na chromosomu 2
- *GAL4* gen kóduje transkripční faktor (aktivátor), který se váže na UAS těchto genů
- Gal80p se váže na Gal4p a reprimuje/inhibuje transkripci
- Gal3p přemění galaktozu na induktor (váže se na Gal80p a blokuje vazbu na Gal4p)
- *GAL1* promotor je rychle indukovaný a velmi silný – 1000x se zvýší mRNA (až 1%)
- používá se pro overexpresi/nadprodukce proteinů

# Transkripční aktivátor Gal4p

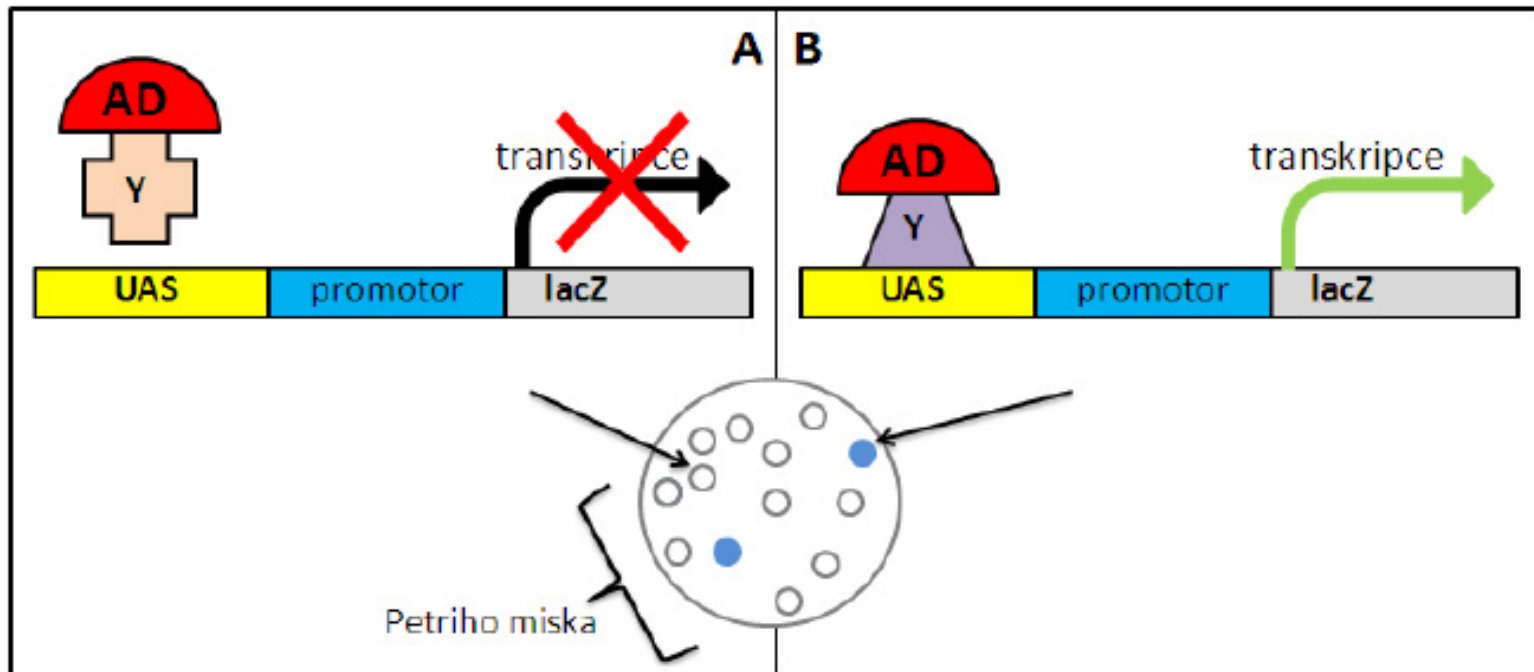


**GAL4**



DNA BINDING
  DIMERIZATION (DNA-INDEPENDENT)
  TRANSCRIPTIONAL ACTIVATION

# Vznik 1-hybridních systémů

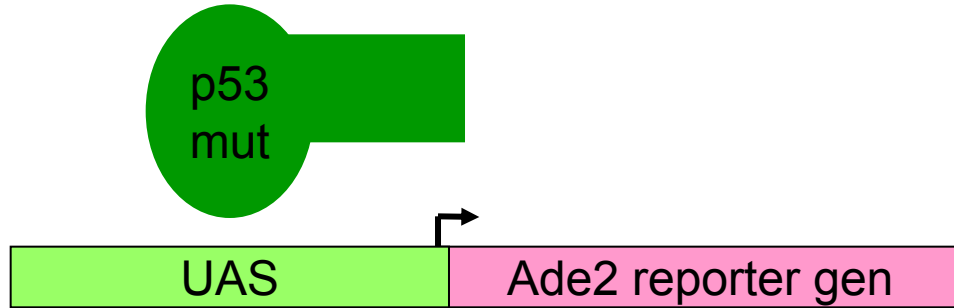
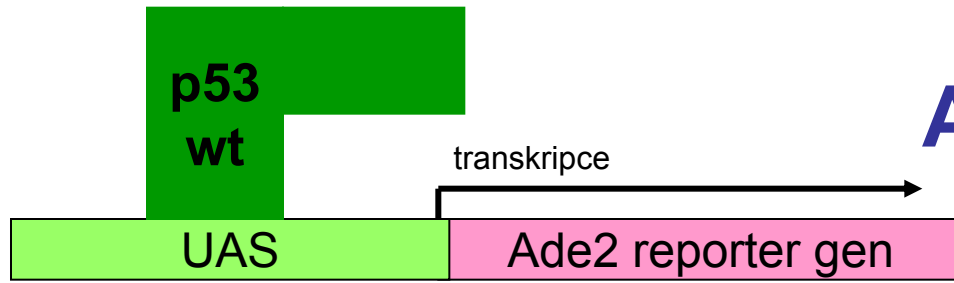


Různé transkripční faktory mají podobné domény a lze je kombinovat ...

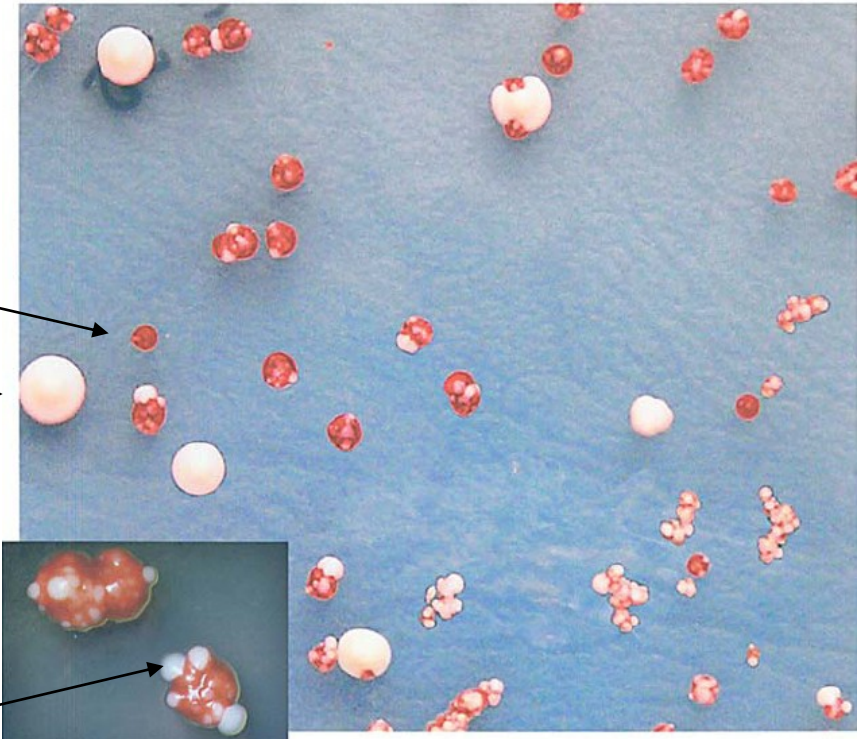
Lze hledat DNA-vazebné proteiny pro danou UAS sekvenci (AD-hybridní knihovny)

- Takto funguje např. i FASAY (**F**unctional **A**nalysis of **S**eparated **A**lleles in **Y**east) pro testování mutantních p53 (transkripční faktor)

# FASAY (Functional Analysis of Separated Alleles in Yeast)



Day 5



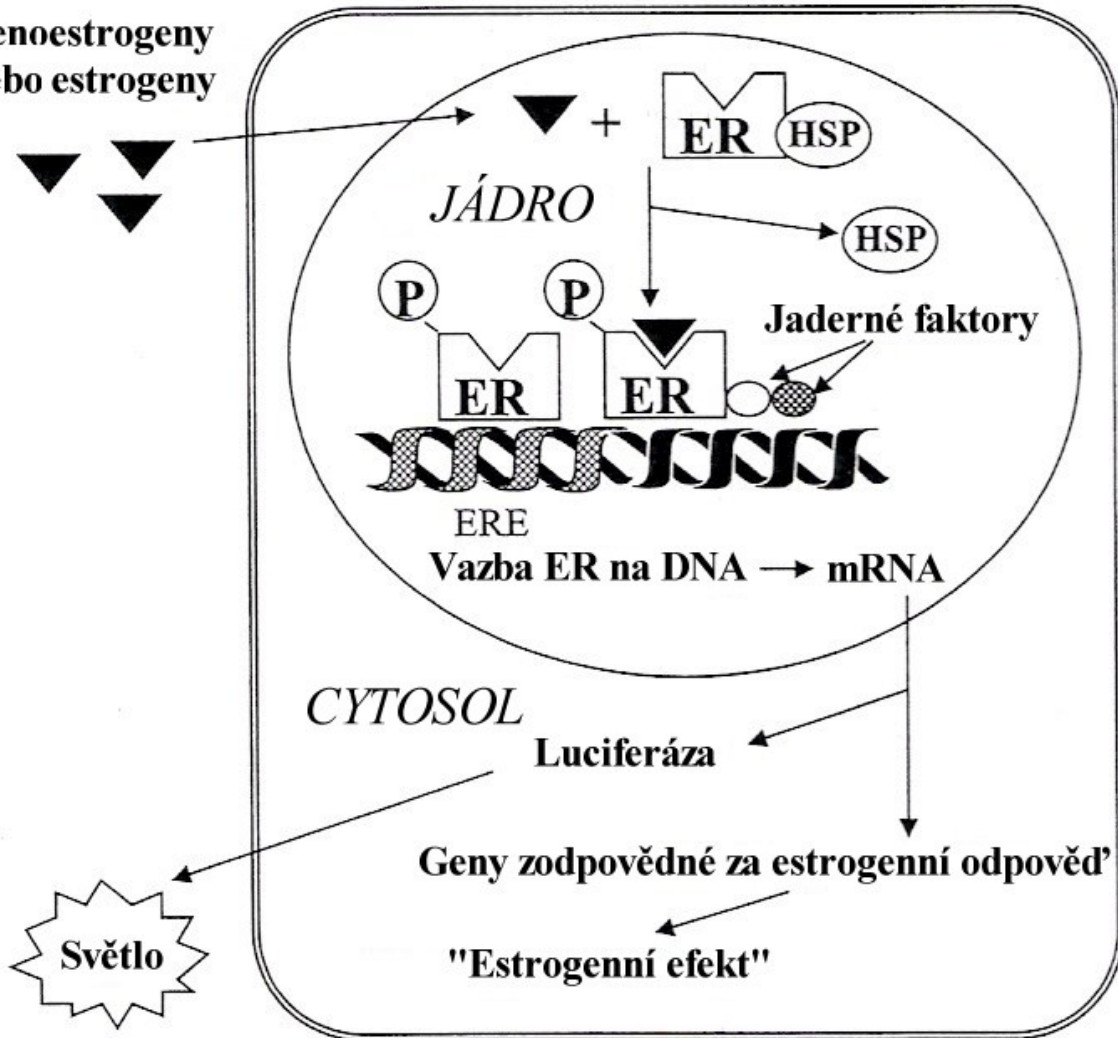
mut p53

wt p53

mut p53 (duplikace 30bp)  
kvasinka opravila

# Toxikologické aplikace

Xenoestrogeny  
nebo estrogeny



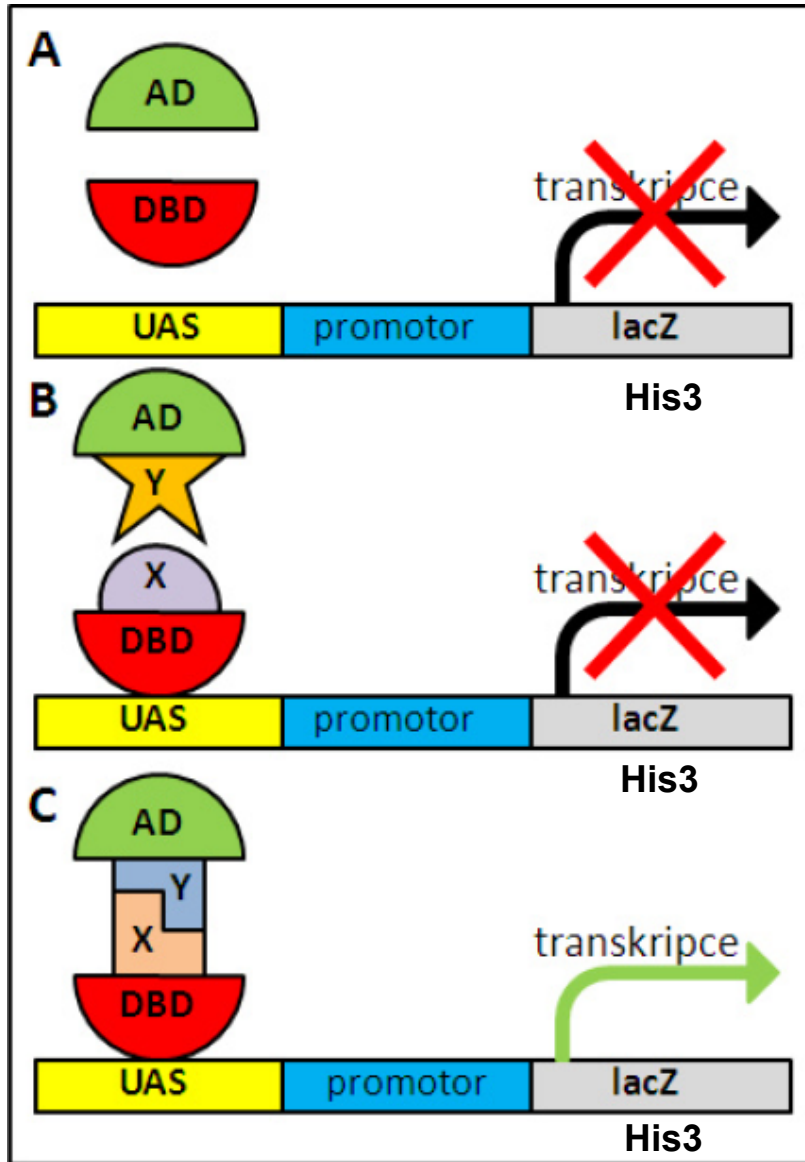
D-luciferin + O<sub>2</sub>

*luciferáza*

oxyluciferin + světlo



# 2-hybridní systém



60 mM 3-AT (- Leu, Trp, His)				
30 mM 3-AT (- Leu, Trp, His)				
20 mM 3-AT (- Leu, Trp, His)				
15 mM 3-AT (- Leu, Trp, His)				
10 mM 3-AT (- Leu, Trp, His)				
5 mM 3-AT (- Leu, Trp, His)				
Kontrola (- Leu, Trp)				
	BD-Nse3 + V1AD	BD-Nse3 + AD-Nse1 (1-116)	VBD + AD-Nse1 (1- 116)	

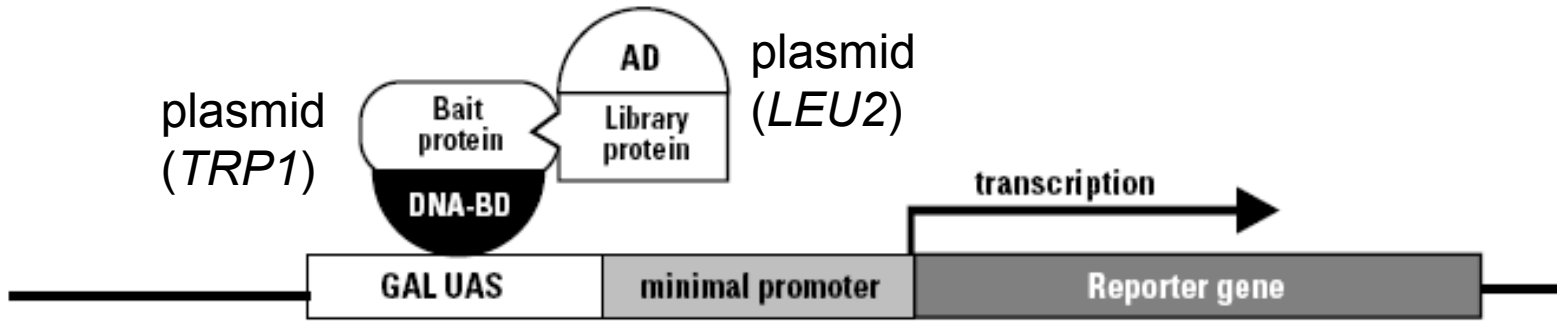
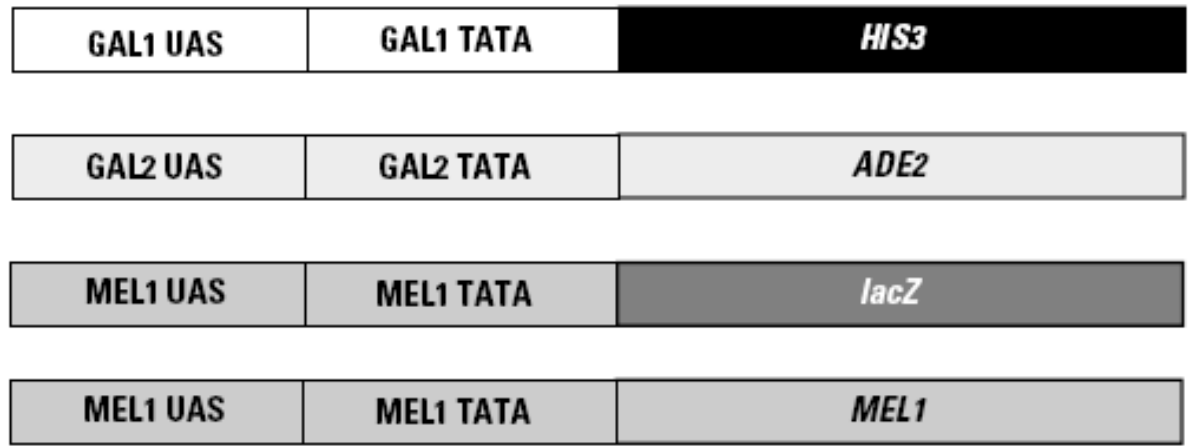


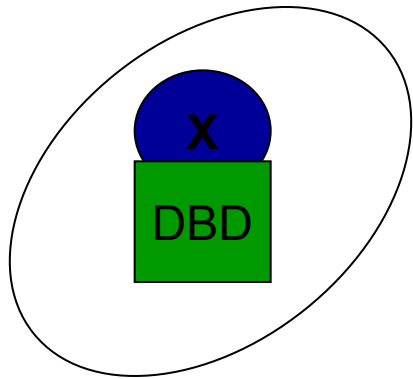
Figure 2. The two-hybrid principle. The DNA-BD is amino acids 1–147 of the yeast GAL4 protein, which binds to the GAL UAS upstream of the reporter genes. The AD is amino acids 768–881 of the GAL4 protein and functions as a transcriptional activator.

AH109

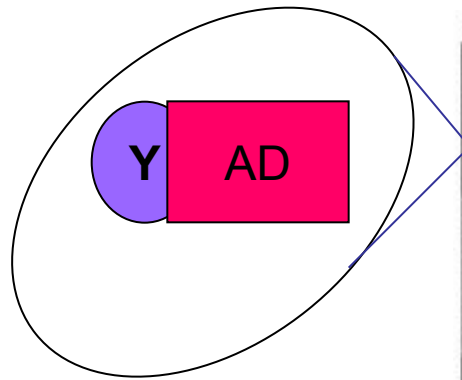
*MATa, trp1-901, leu2-3, 112, ura3-52, his3-200, gal4Δ, gal80Δ, LYS2 :: GAL1<sub>UAS</sub>-GAL1<sub>TATA</sub>-HIS3, GAL2<sub>UAS</sub>-GAL2<sub>TATA</sub>-ADE2, URA3 :: MEL1<sub>UAS</sub>-MEL1<sub>TATA</sub>-lacZ*



MaV203 kmen navíc obsahuje *URA3* reporter gen – lze tedy selektovat na uracilovou auxotrofii + reversní systém tj. mutanty disruptující interakce (na FOA)

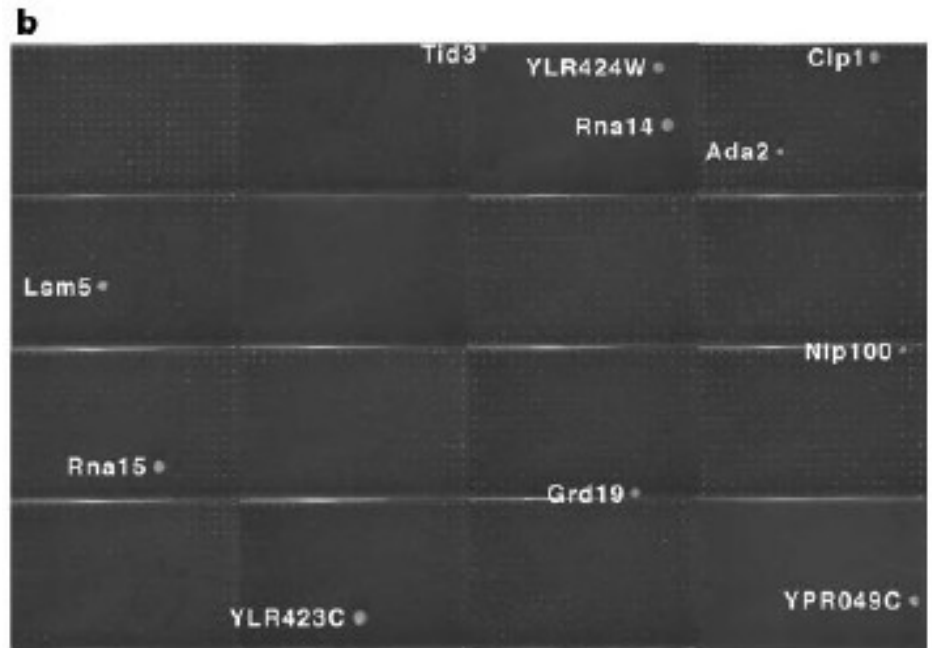
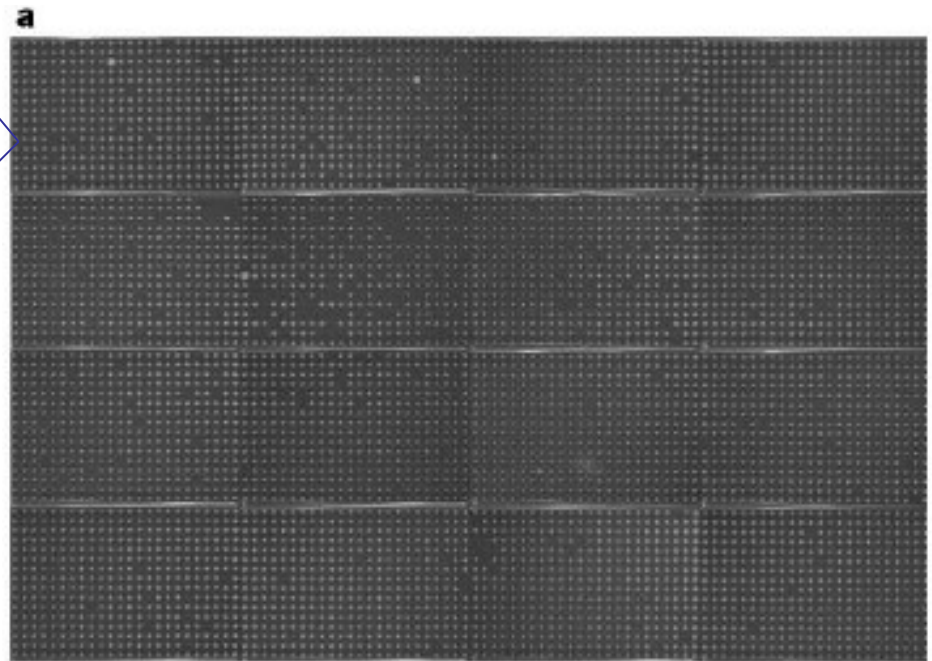


Mat α buňky

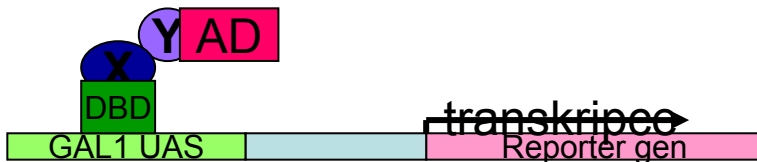


Mat a buňky

8x12 jamek  
(96 na misku)  
Všechny ORF



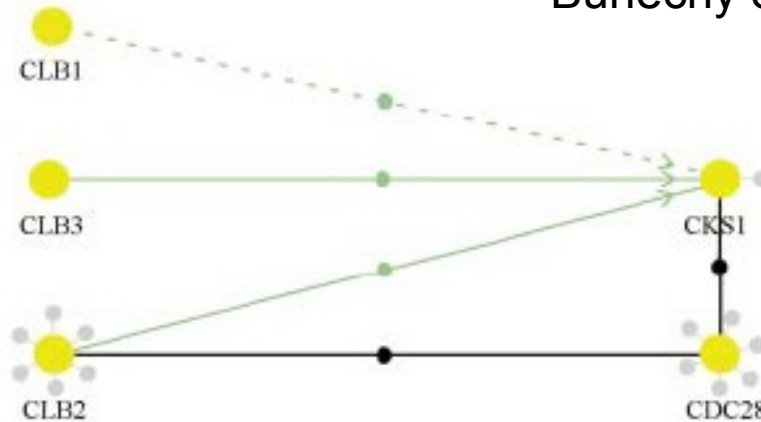
## Kvasinkový „INTERACTOME“



# Protein „networks“

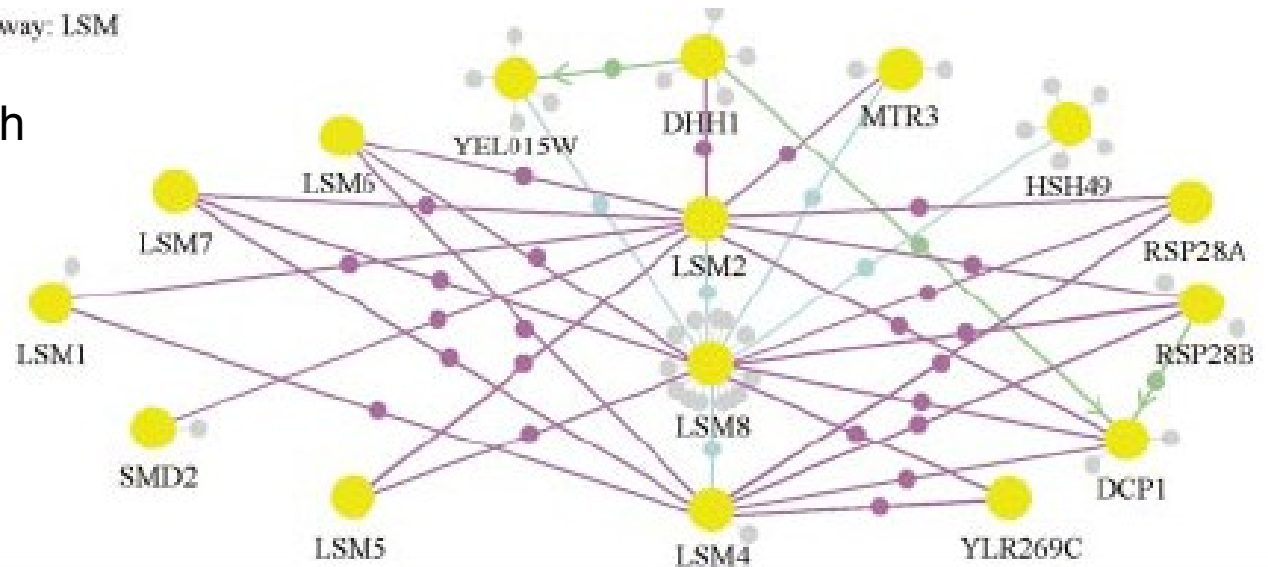
Pathway: CLB/CDC28/CKS1

Buněčný cyklus

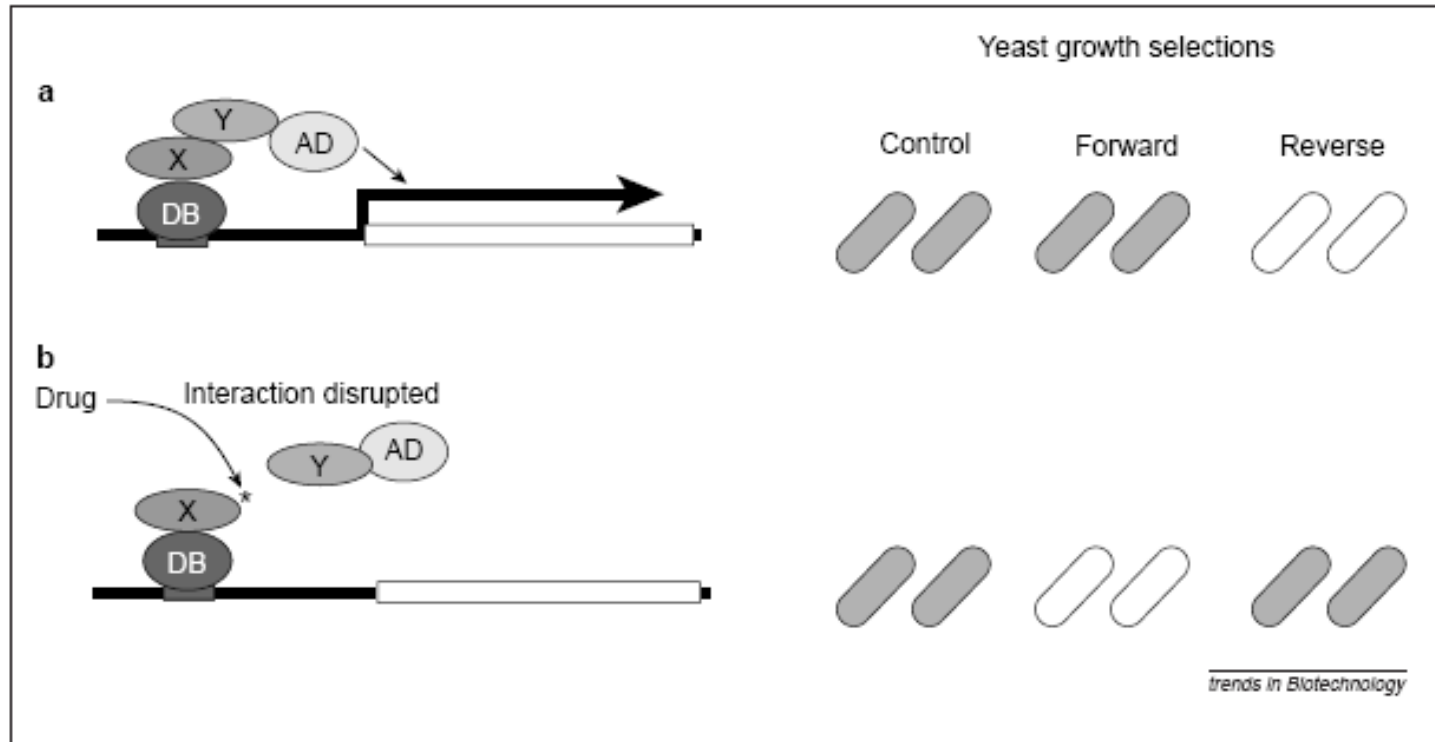


Pathway: LSM

RNA sestřih

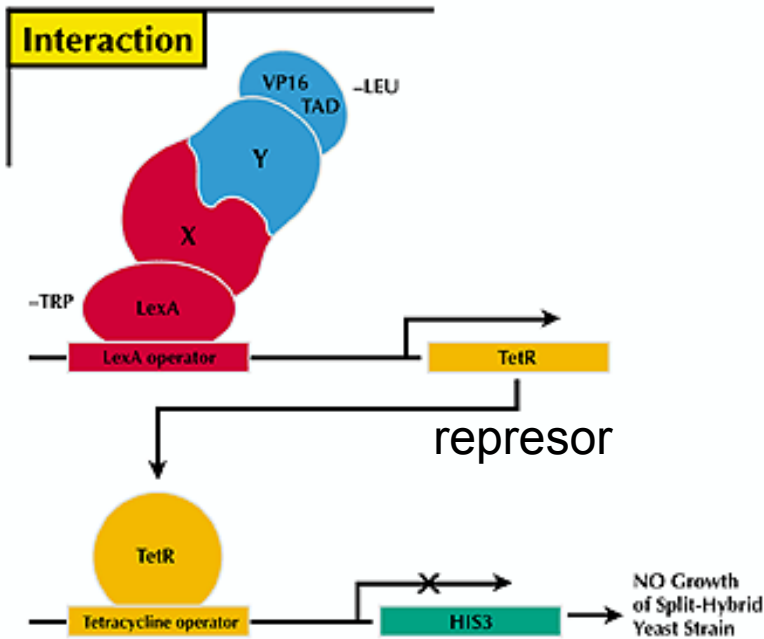


# Reversní systém (Y2H)

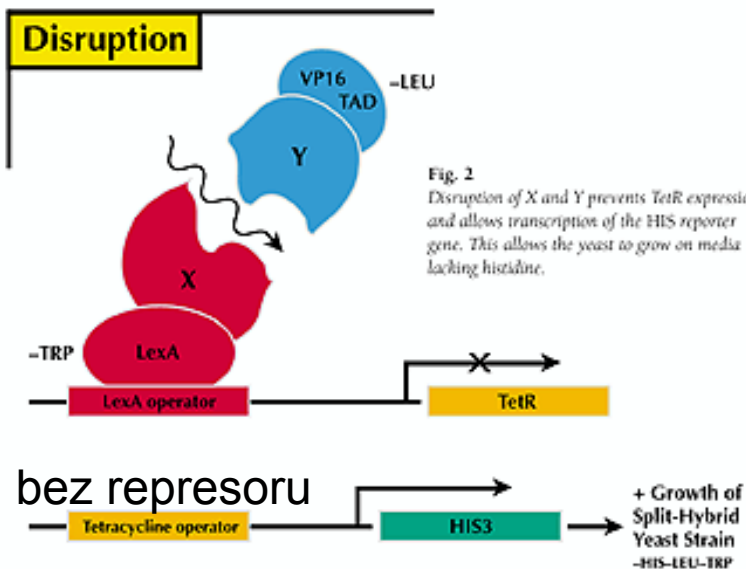


-Při použití *URA3* reportéru lze použít toxickou 5-fluoro-orotátovou kyselinu (5-FOA) k negativní selekci tj. interakce povede k záhubě kvasinek, zatímco mutanty neschopné interakce na FOA plotnách porostou (mutanty nebo syntetické látky)

# Split-hybrid systém



**Fig. 1**  
Protein X is fused to the LexA DNA binding domain and Protein Y is fused to the transcriptional activator domain, VP16-TAD. Interaction between X and Y leads to the expression of the tetracycline repressor protein TetR. TetR expression prevents transcription of the HIS reporter gene making cells unable to grow on media lacking histidine.



**Fig. 2**  
Disruption of X and Y prevents TetR expression and allows transcription of the HIS reporter gene. This allows the yeast to grow on media lacking histidine.



PCR mutagenesis

Mutated library

27,000 yeast transformants screened in the split-hybrid system with LexA-CBD

-5,000 Growth(+)

PNAS (1996) p. 13896

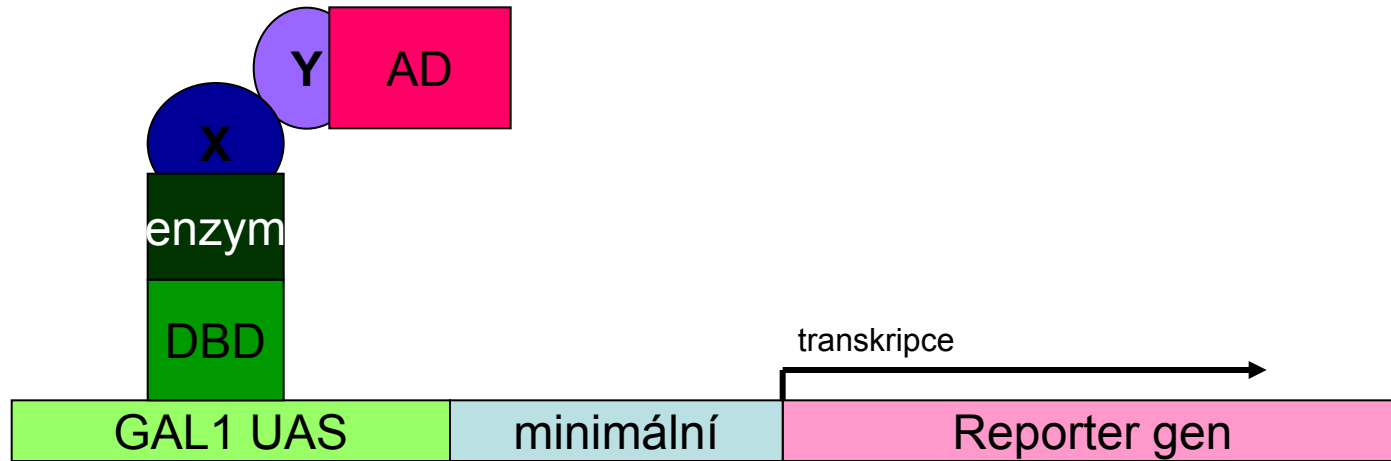
536 X-gal(+)

193 mutant DNAs were isolated and re-screened in the split-hybrid and two-hybrid strains

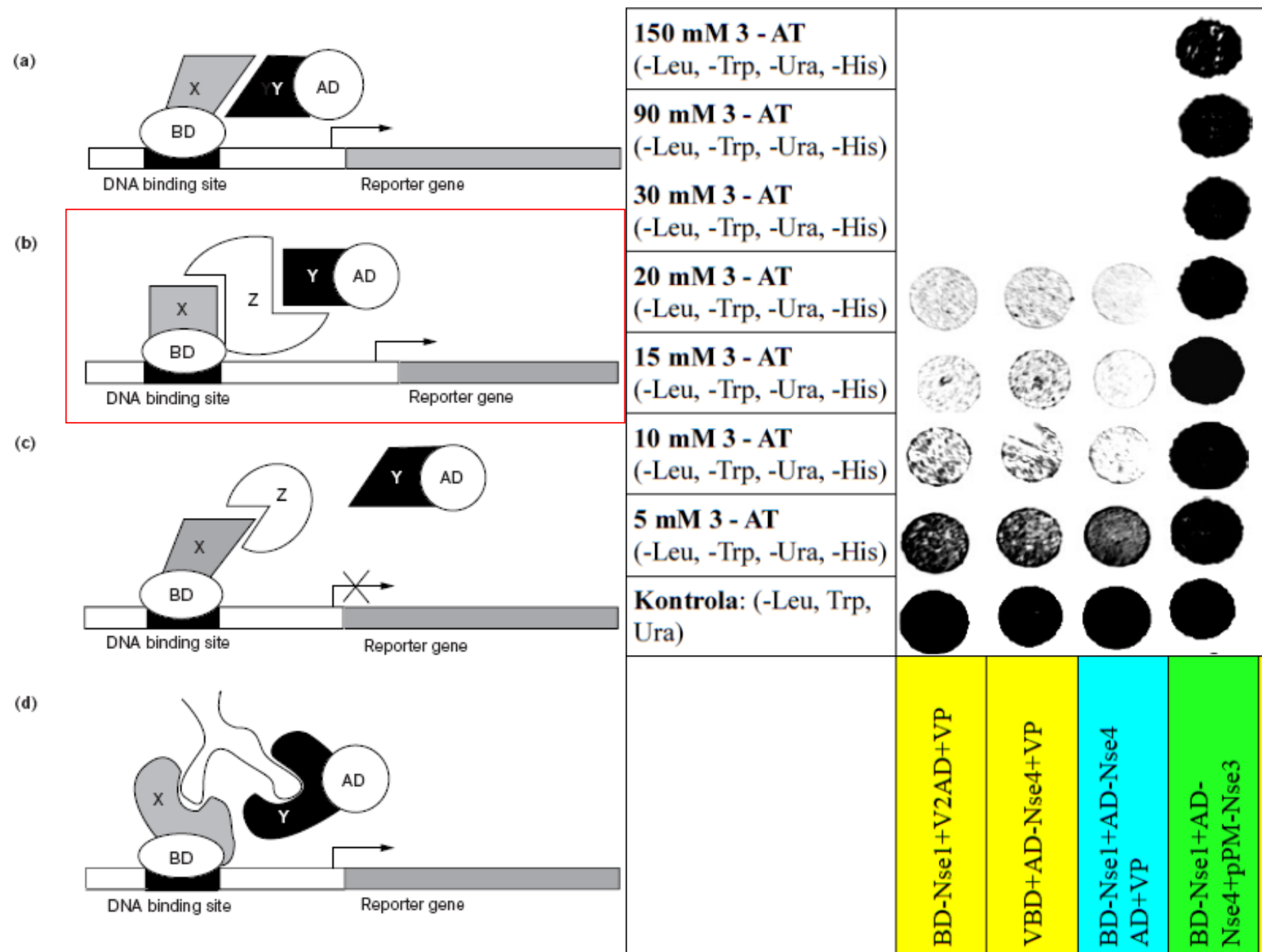
Growth: 152 split-hybrid (+), two-hybrid (-)

70 mutants contained single amino acid mutations

# Interakce vyžadující post-translační modifikace

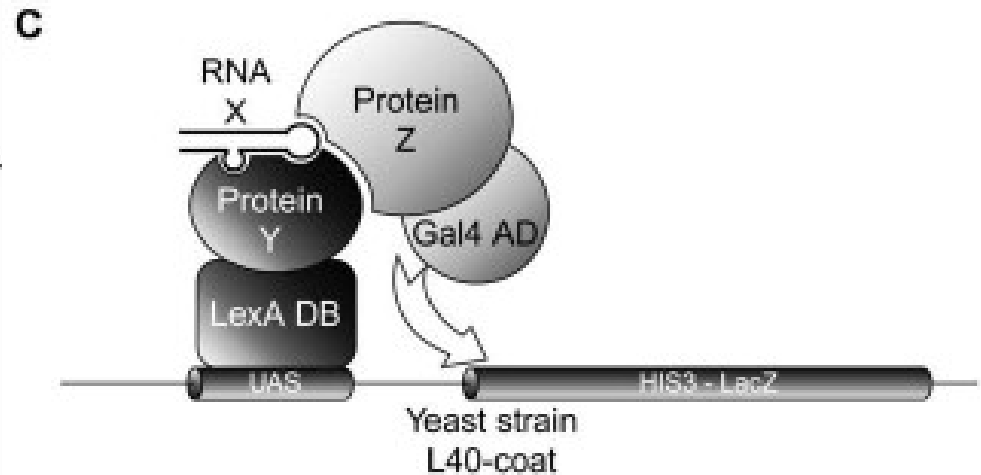
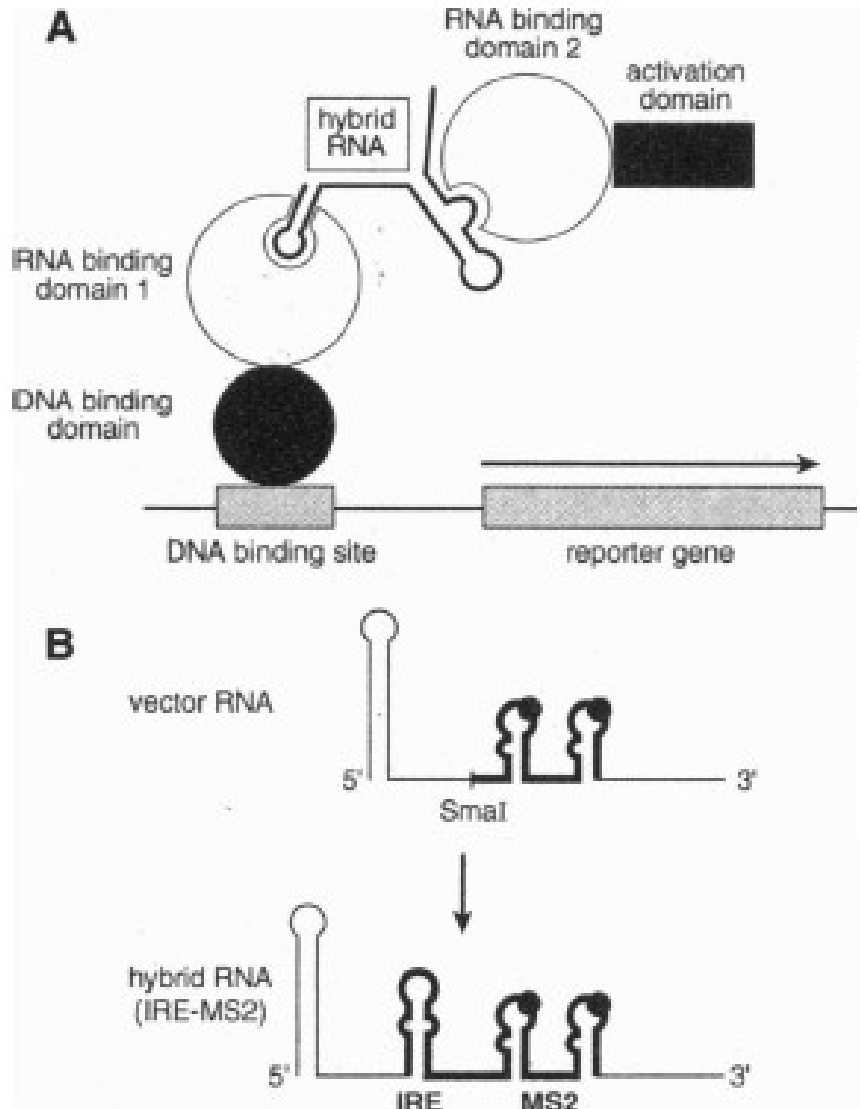


- Některé protein-proteinové interakce jsou závislé na post-translačních modifikacích
- v buňce jsou přítomny např. acylasy i deacylasy, ale nemusí docházet k acylaci hybridního proteinu – řešením je „připojení“ příslušného enzymu k hybridu
- konstitutivní modifikace a každý enzym ve stechiometrickém poměru k substrátu (nejsou nutné kofaktory regulující interakci/modifikaci)





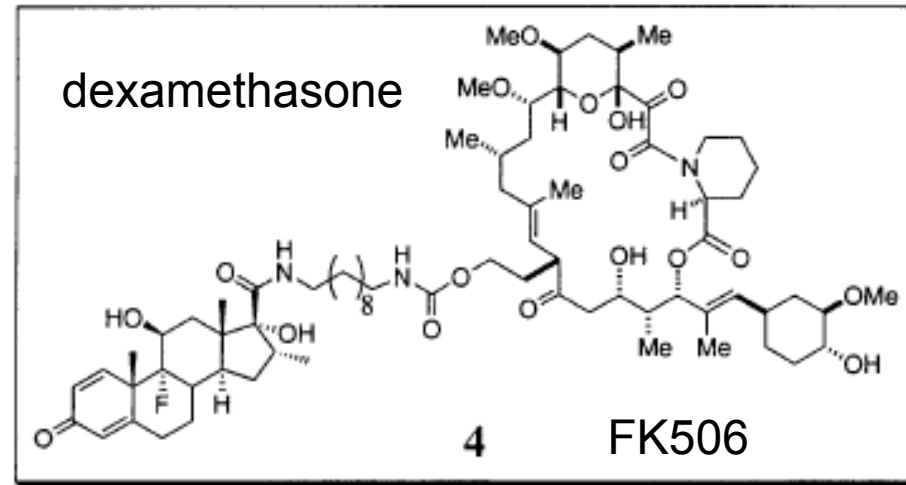
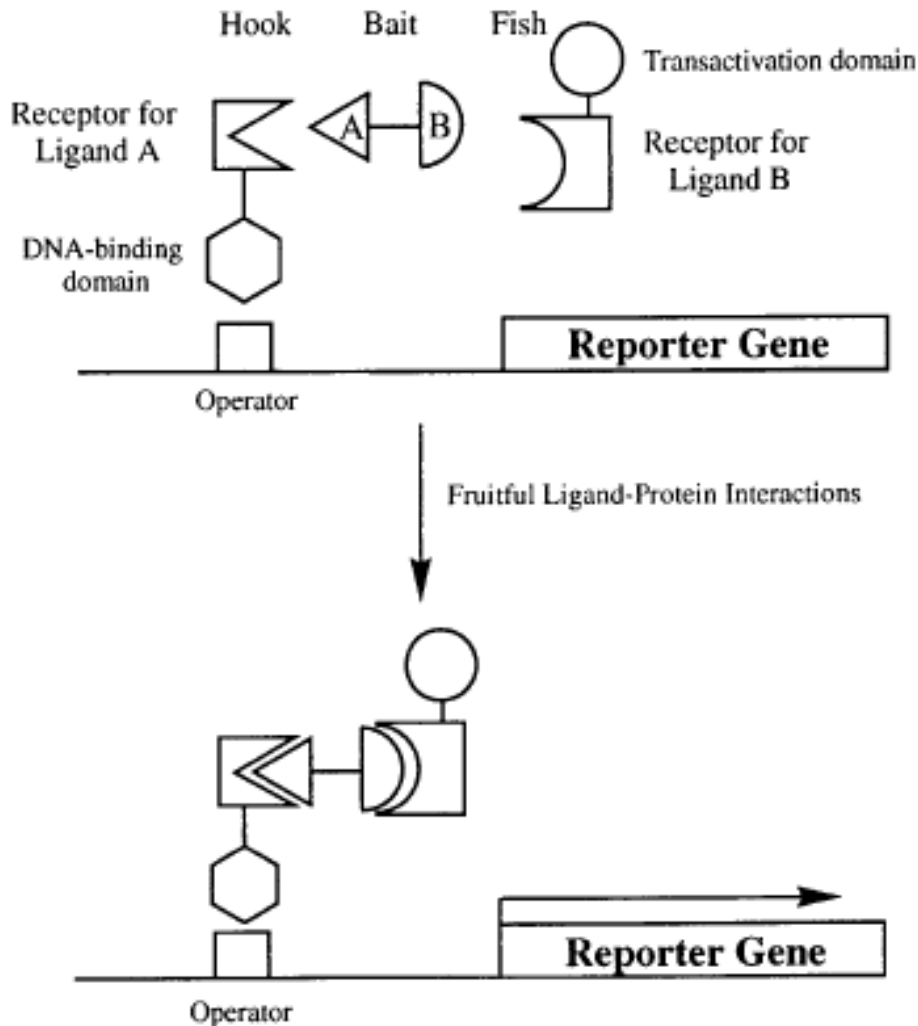
# Analýza vazby protein-RNA (Y3H)



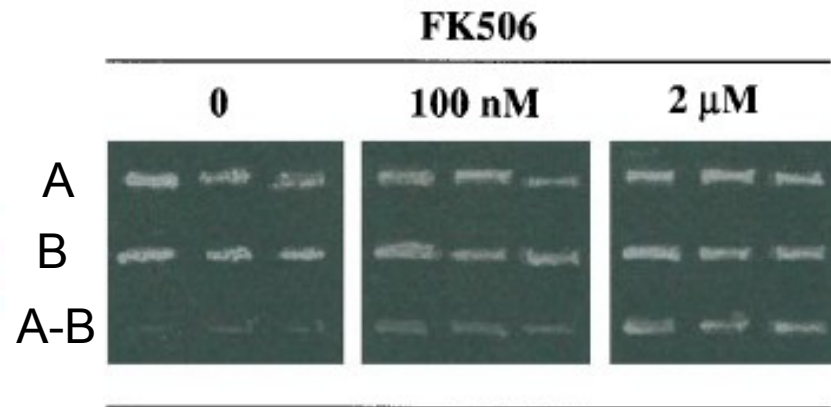
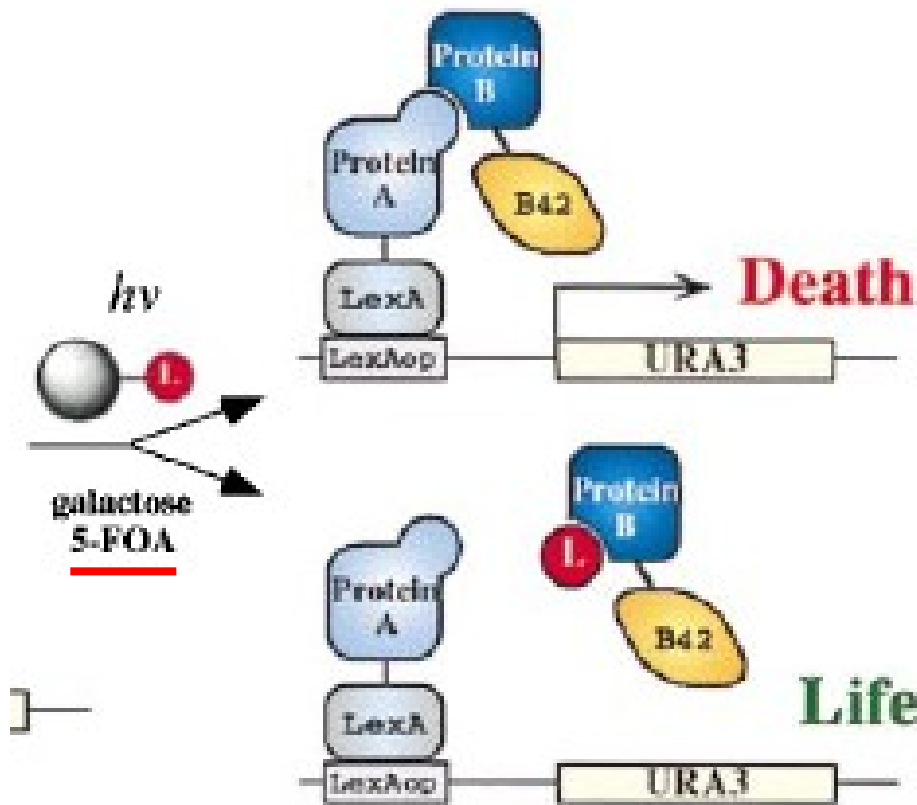
FEBS letters (2004) p. 7

# Vazba ligand-receptor (Y3H)

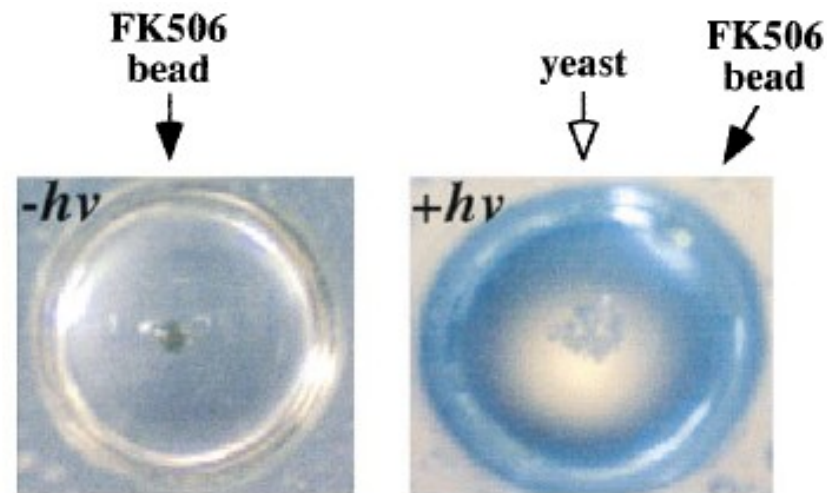
## glucocorticoid receptor - FKBP12



# Inhibitory proteinových interakcí



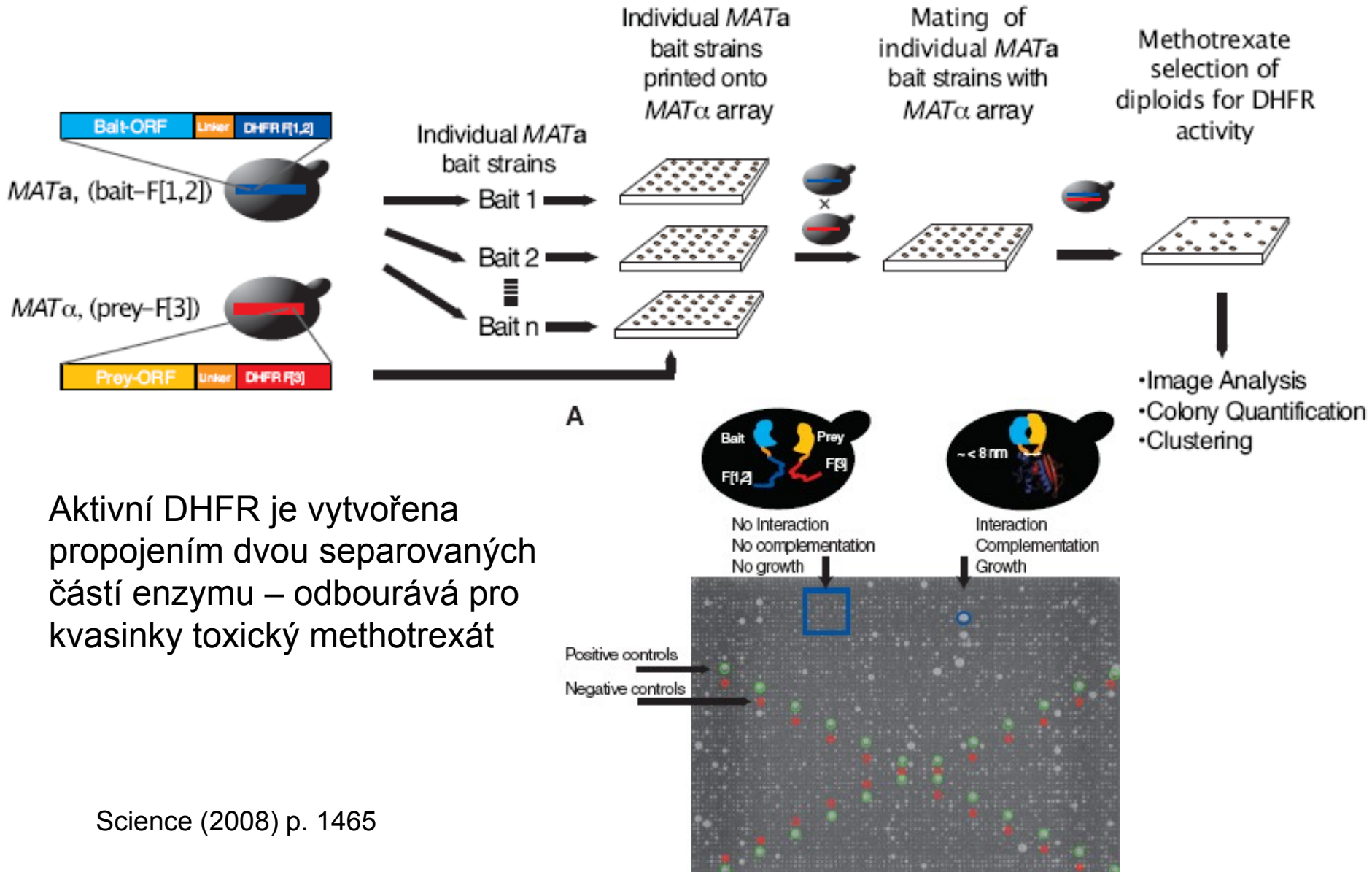
Sc<sup>\*</sup>-H-W, gal/raf,  
0.1 % 5-FOA



nano-kapky

FK506 připojen na kuličky přes fotolabilní raménko - po uvolnění začínají kvasinky růst

# Dihydrofolát reduktáza/methotrexát



Aktivní DHFR je vytvořena propojením dvou separovaných částí enzymu – odbourává pro kvasinky toxický methotrexát

# CytoTrap 2-hybridní systém

Kvasinkový *cdc25-2 ts* mutant - hSOS (guanine exchange factor) aktivuje RAS pokud je ukotven na membránu v jeho blízkosti  
- jeden partner je myristylován a ukotven na membránu a druhý (interakční) partner je fuzován k hSOS

