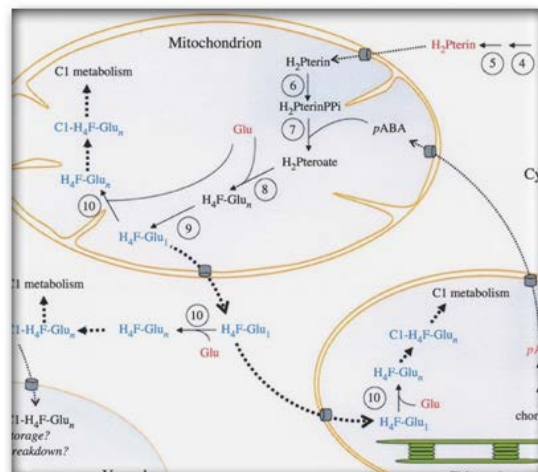


# Bi8240 GENETIKA ROSTLIN

## Prezentace 09 Genetické modifikace pro zlepšení výživy člověka



doc. RNDr. Jana Řepková, CSc.  
[repkova@sci.muni.cz](mailto:repkova@sci.muni.cz)

## **Nový trend – zlepšení výživy lidí**

- ➔ **Výživa a zdraví člověka**
- ➔ **Prevence závažných chorob**

**Jak?**

**Obohacení potravin rostlinného původu o důležité vitamíny a stopové prvky**

## Vliv nedostatku vitamínů na lidské zdraví

### ➔ A

- šeroslepost, xeroftalmie, slepota, oční zákaly, snížená odolnost vůči infekcím, zastavení růstu
- působí jako antioxidant – prevence nádorů plic, prsu, konečníku, prostaty, kůže; srdečních chorob, poruchy tvorby pigmentu

### ➔ E

- svalová slabost, kardiovaskulární choroby
- antioxidant

### ➔ C

- antioxidant

### ➔ B<sub>1</sub>

- poruchy nervů

## Vliv nedostatku vitamínů na lidské zdraví

- ➔ **B<sub>2</sub>**
  - oční a nervové poruchy, kožní změny
- ➔ **B<sub>6</sub>**
  - degenerativní změny CNS, kožní a krevní poruchy, kožní změny
- ➔ **Nikotinamid**
  - pelagra, dermatitis, demence
- ➔ **Kyselina pantoténová**
  - zpomalení růstu, kožní změny, nervové poruchy
- ➔ **Kyselina listová (folová)**
  - poruchy nervové soustavy, demence (Alzheimerova choroba), kardiovaskulární choroby

## Řešení problému

1. Obohatit rostliny o funkční složky, nebo je modifikovat
2. Eliminovat látky antinutriční a alergenní

### Přístupy

- Šlechtění jednotlivých kulturních druhů
- Genetické modifikace
- Důraz je kladen na  **$\beta$ -karoten, zeaxantin, lutein, flavonoidy, vlákninu,  $\omega$ -3 mastné kyseliny, železo a zinek, rezistentní škrob** (zvýšení amylózy, snížení glykemického indexu), **steroly** (fytosteroly, složka rostlinných membrán, strukturou podobné cholesterolu – zabraňují vstřebávání cholesterolu v tenkém střevě, snižují LDL ch. v krvi)

## Teoretické předpoklady řešení problému

- ➔ **Poznání biochemických drah syntézy dané látky**
- ➔ **Identifikace genů, které kódují enzymy účastnící se syntézy**
- ➔ **Klonování rostlinných genů, znalosti sekvencí rostlinných genů, určování funkcí genů**

**Přínos genomiky**

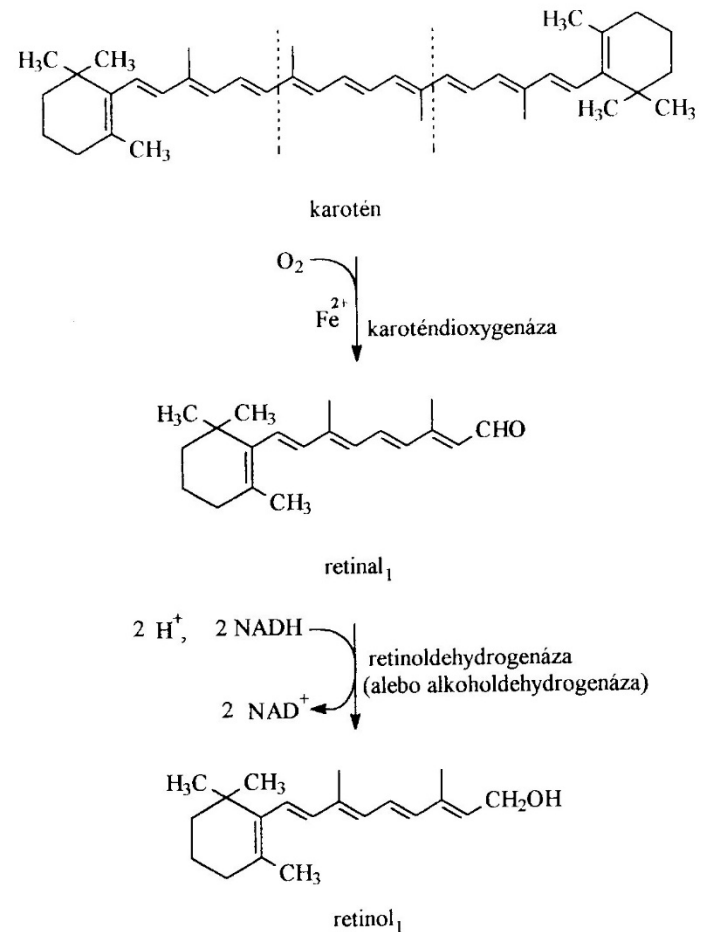
# Vitamín A

## Význam

1. Pigment důležitý pro vidění

2. Antioxidant

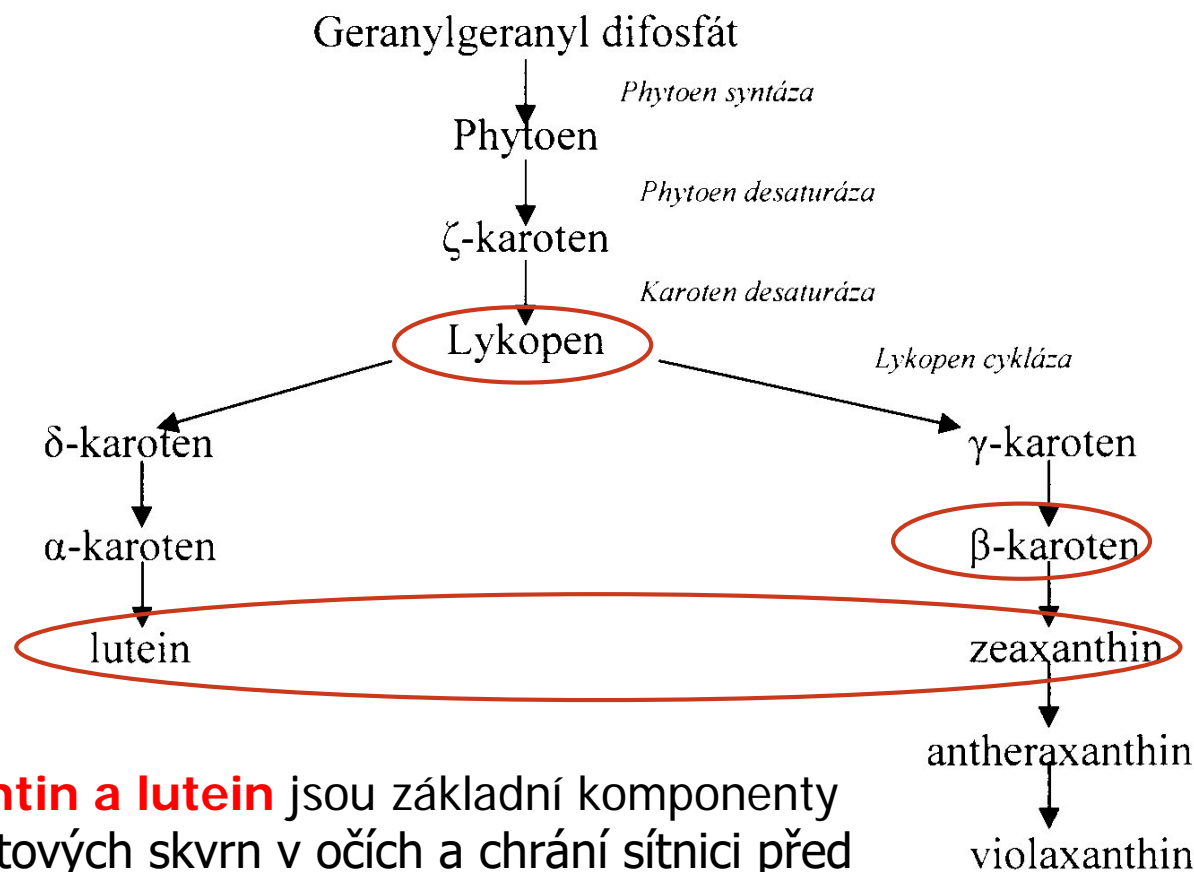
➔ Prekurzor  $\beta$ -karoten





# Vitamín A

## Biosyntetická dráha karotenoidů



**Zeaxantin a lutein** jsou základní komponenty pigmentových skvrn v očích a chrání sítnici před poškozením světlem, degenerací sítnice.

**Lykopen** ochrana před kardiovaskulárními chorobami a rakovinou prostaty.



## Vitamín A

### Výsledky genetických modifikací

#### ➔ Rýže

- odrůda Indica až 23x vyšší obsah provitaminu A, zlatá rýže 2

#### ➔ Rajče

- gen *crtB* z *Erwinia uredovora*: plody 2x více karotenoidů
- gen *LCY-b* z *A. thaliana*: 7x více  $\beta$ -karotenu v plodech

#### ➔ Řepka olejná

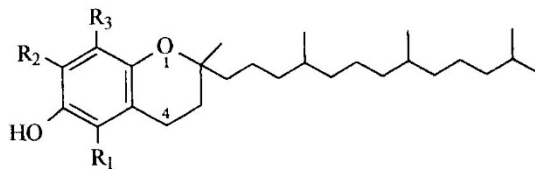
- gen *crtB*, 50x více karotenoidů v embryu (semeno, olej)

#### ➔ Brambor

#### ➔ Plán: proso, kasava

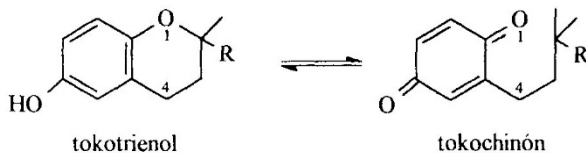
## Vitamín E

### Tokoferoly a tokotrienoly deriváty izoprenoidu



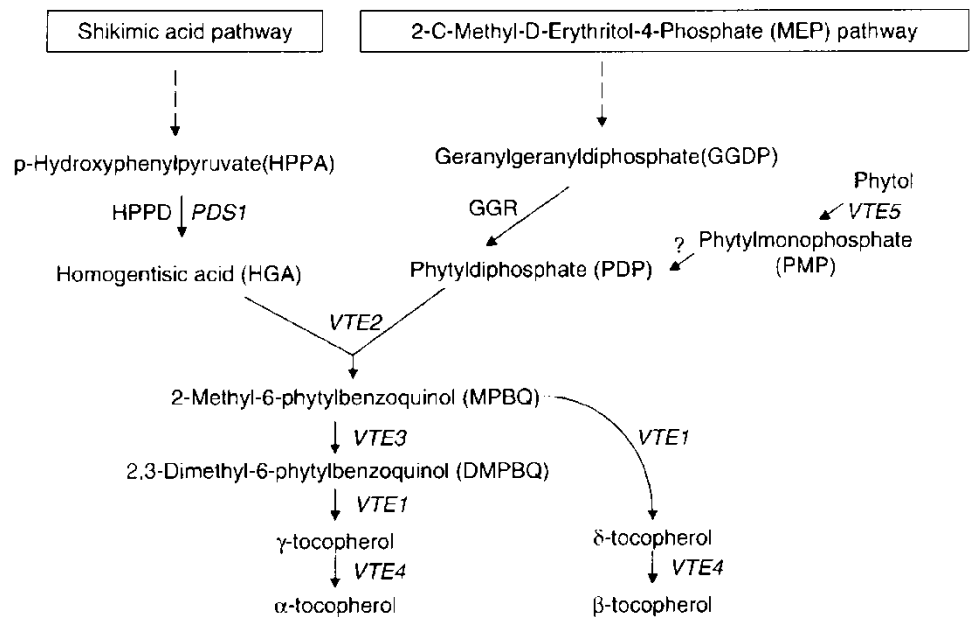
tokol

R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	
-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>	α-tokoferol (5,7,8-trimetyltokol)
-CH <sub>3</sub>	-H	-CH <sub>3</sub>	β-tokoferol (5,8-dimetyltokol)
-H	-CH <sub>3</sub>	-CH <sub>3</sub>	γ-tokoferol (7,8-dimetyltokol)
-H	-H	-CH <sub>3</sub>	δ-tokoferol (8-metyltokol)



Různé stereoizomery

### Biosyntetická dráha



Geny pro syntézu enzymů metyltransferáz  
Gen *VTE3* z *Arabidopsis* - 2-metyl-6phytylbenzoquinol methyltransferáza

## Vitamín E

### Výsledky genetických modifikací

- **Řepka olejná**
  - geny **VTE3, VTE4** z *A. thaliana* (enzymy metyl transferázy)
  
- **Sója**
  - **VTE3, VTE4** z *Perilla frutescens*,
  - promotor specifický pro semena,
  - 95 %  $\alpha$ -tokoferolů, 5x nárůst
  
- **Kukuřice**



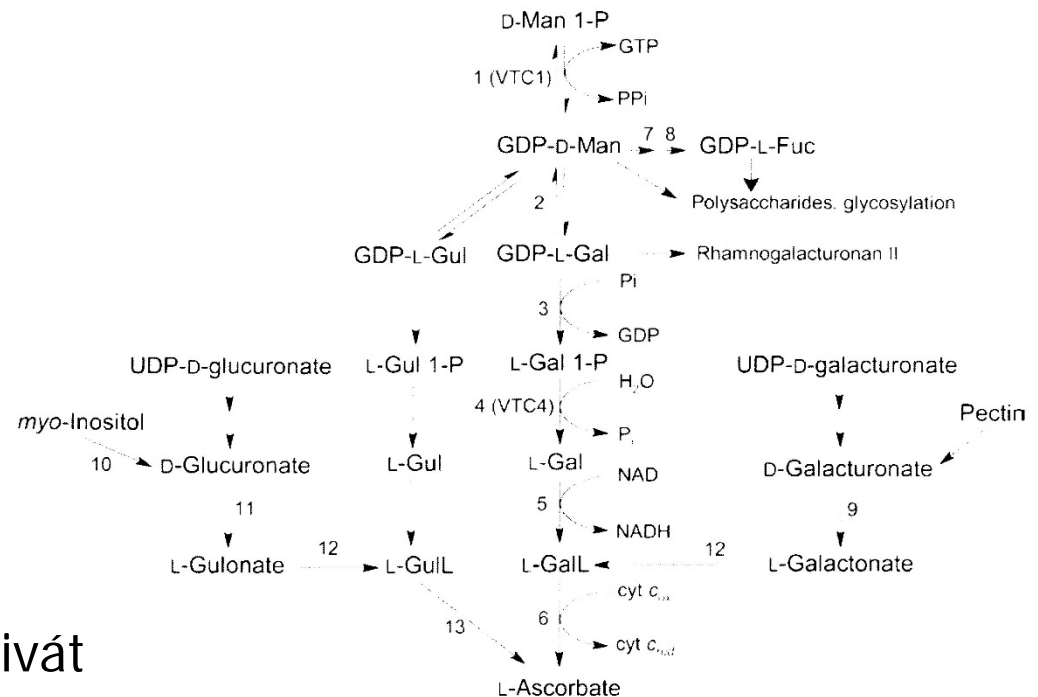
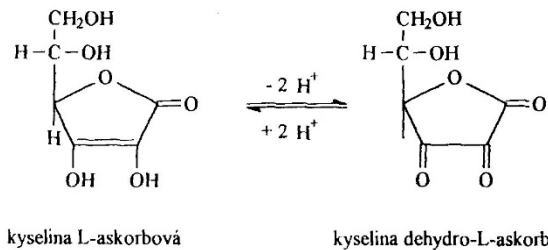
První geny byly získány z Arabidopsis pozičním klonováním

# Vitamín C

## Význam

1. Antioxidant, enzymový kofaktor
2. Enzymový kofaktor

### Biosyntetická dráha



Sacharidový derivát

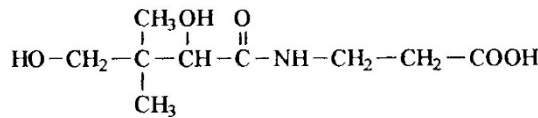
## Vitamín C

### Výsledky genetických modifikací

GM druh	Gen pro enzym	Původ	Zvýšení
Tabák	L-GalDH	<i>Arabidopsis</i>	1,5–2x
Salát	L-GulLOx	krysa	2x
Tabák	L-GulLOx	krysa	7x
Tabák	DHAR	pšenice	2,2–3,9x
Rajče	MDH Suprese genu	rajče	5,7x V listech

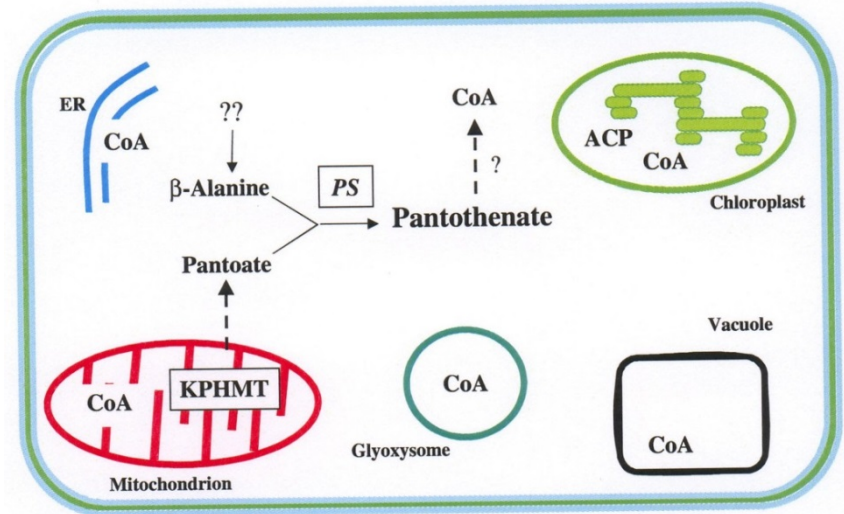
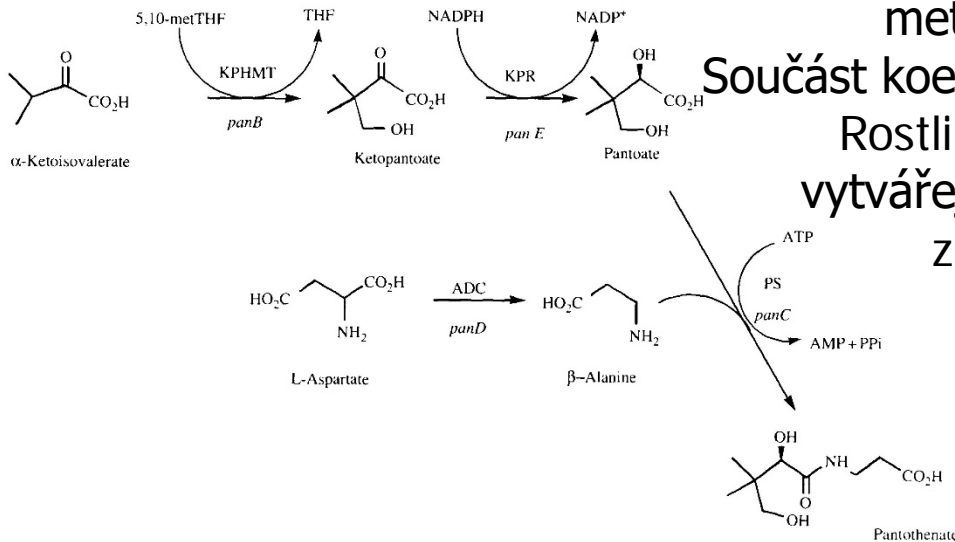


# Kyselina pantoténová



kyselina pantoténová

## Biosyntetická dráha



Kofaktor mnoha základních metabolických procesů  
 Součást koenzymu A a acetyl koenzymu  
 Rostliny a mikroorganismy vytvářejí de novo, živočichové získávají z potravy



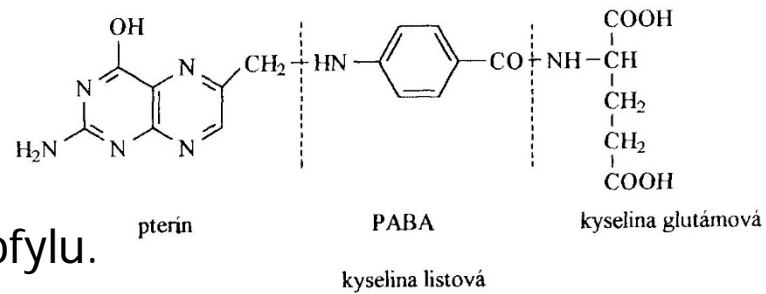
## Kyselina pantoténová

### Výsledky genetických modifikací

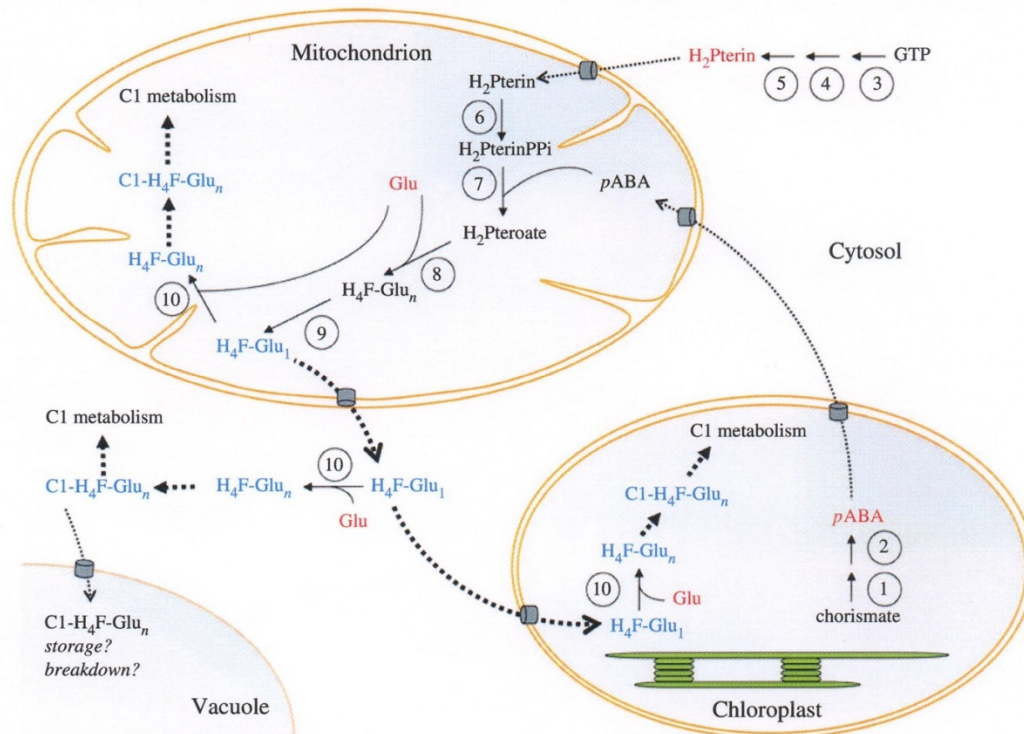
- Identifikace rostlinných genů pro jednotlivé enzymy cyklu:
  - *panB1*, *panB2* u *Arabidopsis* pomocí sekvence genů *Escherichia coli* *panC*, *panD*, *panE*
- Pokusy ve stadiu introdukce bakteriálních genů do rostlin

# Kyselina listová (folová)

Zahrnutý do procesů  
 Jako je fotorespirace,  
 biosyntéza ligninu a chlorofylu.



## Biosyntetická dráha



## Kyselina listová (folová)

### Výsledky genetických manipulací

- ➔ Identifikace genů
- ➔ Obsah folátů u některých plodin:

Druh části	obsah nmol/g konzumované části
Rýže	0,13–0,18
Pšenice	0,84–0,95
Kukuřice	0,42
Rajčata	0,20–0,64
Hrách	1,45
Špenát	4,31
Fazole	10,28
Čočka	9,62

- ➔ GM rýže 150x více kys. listové

## Stopové prvky a antinutriční látky v potravě

- ➔ **Železo a zinek**
- ➔ **Železo ve formě:**
  1. hemové (maso, ryby)
  2. nehemové (obiloviny, luštěniny, ovoce, zelenina) v semenech
- ➔ **Antinutriční látky (kyselina fytová, fenolické látky)**
- ➔ **Zvýšení obsahu železa**
  1. farmaceutické přípravky
  2. obohacení potravin
  3. šlechtění
    - nové zdroje (rýže 4x více Fe)
    - mutace (*cpa – low phytic acid*, o 50 % lepší vstřebávání)

## Stopové prvky a antinutriční látky v potravě

### 4. genetické modifikace

#### ➔ Tabák, *Arabidopsis*

- gen *FRE1* z kvasinek
- gen *FRO2*

#### ➔ rýže

- vyšší obsah Fe v zrnech
- geny pro sójový feritin + promotor specifický pro glutelin = 13x více feritinu v endospermu, 3x více Fe

#### ➔ zvýšení obsahu fytáz

- gen z *Aspergillus niger* – řepka, tabák, sója

Výukovou pomůcku zpracovalo  
**Servisní středisko pro e-learning na MU**

<http://is.muni.cz/stech/>

CZ.1.07/2.2.00/28.0041

Centrum interaktivních a multimediálních studijních opor pro inovaci výuky a efektivní učení



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ