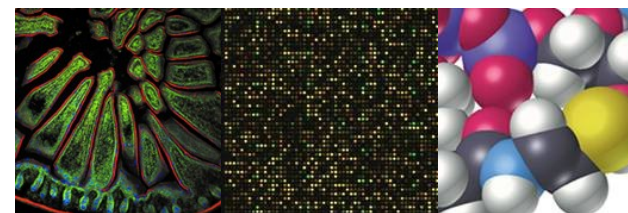


Julie Dobrovolná.

Ústav patologické fyziologie LF MU

vasku.julie@seznam.cz



Genetika ve výživě I

Populační genetika

➔ genetická struktura populace

Populační genetika

- genetická struktura populace
- **Populace – skupina jedinců, kteří se mohou navzájem křížit**

Populační genetik

➔ genetická struktura populace

➔ **alely**

Skupina jedinců, kteří

➔ **genotypy**

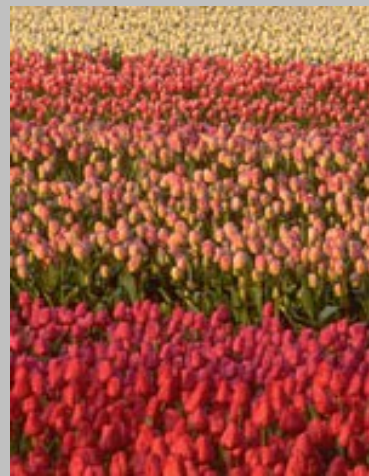
se mohou navzájem křížit

➔ Vzorce genetických variací v populaci

➔ Změny genetické struktury v čase

Popis genetické struktury

- ➔ frekvence genotypů
- ➔ frekvence alel



rr = bílá

Rr = růžová

RR = červená

Popis genetické struktury

- ➔ frekvence genotypů
- ➔ frekvence alel



Frekvence genotypů:

$$200/1000 = 0.2 \text{ rr}$$

$$500/1000 = 0.5 \text{ Rr}$$

$$300/1000 = 0.3 \text{ RR}$$

Celkem 1000 rostlin

Popis genetické struktury

- ➔ frekvence genotypů
- ➔ frekvence alel



200 rr	=	400 r
500 Rr	=	500 r
		500 R
300 RR	=	600 R

Alelové frekvence:

$$900/2000 = 0.45 r$$

$$1100/2000 = 0.55 R$$

Celkem 2000 alel

**Pro populaci
s genotypy:**



➔ 100 GG

➔ 160 Gg



➔ 140 gg

Vypočtete:

➔ Frekvence genotypů

➔ Frekvence fenotypů

➔ Frekvence alel

Pro populaci
s genotypy:



→ 100 GG

→ 160 Gg



→ 140 gg

Vypočtete:

→ Frekvence genotypů

$$260 \left\{ \begin{array}{l} 100/400 = 0.25 \text{ GG} \\ 160/400 = 0.40 \text{ Gg} \\ 140/400 = 0.35 \text{ gg} \end{array} \right\} 0.65$$

→ Frekvence fenotypů

$$260/400 = 0.65 \text{ zelená}$$

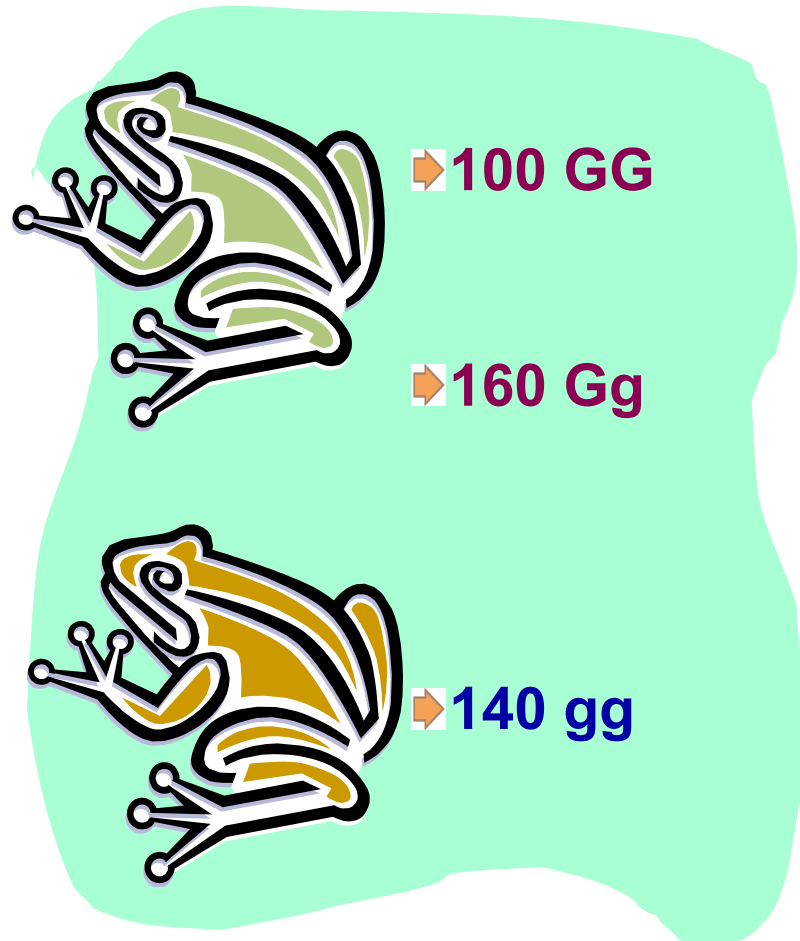
$$140/400 = 0.35 \text{ hnědá}$$

→ Frekvence alel

$$360/800 = 0.45 \text{ G}$$

$$440/800 = 0.55 \text{ g}$$

Jiný způsob výpočtu alelických frekvencí:



➤ Frekvence fenotypů

$$0.25 \text{ GG} \longrightarrow \begin{array}{l} \text{G } 0.25 \\ \text{G } 0.40/2 = 0.20 \end{array}$$

$$0.40 \text{ Gg} \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \begin{array}{l} \text{g } 0.40/2 = 0.20 \end{array}$$

$$0.35 \text{ gg} \longrightarrow \text{g } 0.35$$

➤ Frekvence alel

$$360/800 = 0.45 \text{ G}$$

$$440/800 = 0.55 \text{ g}$$

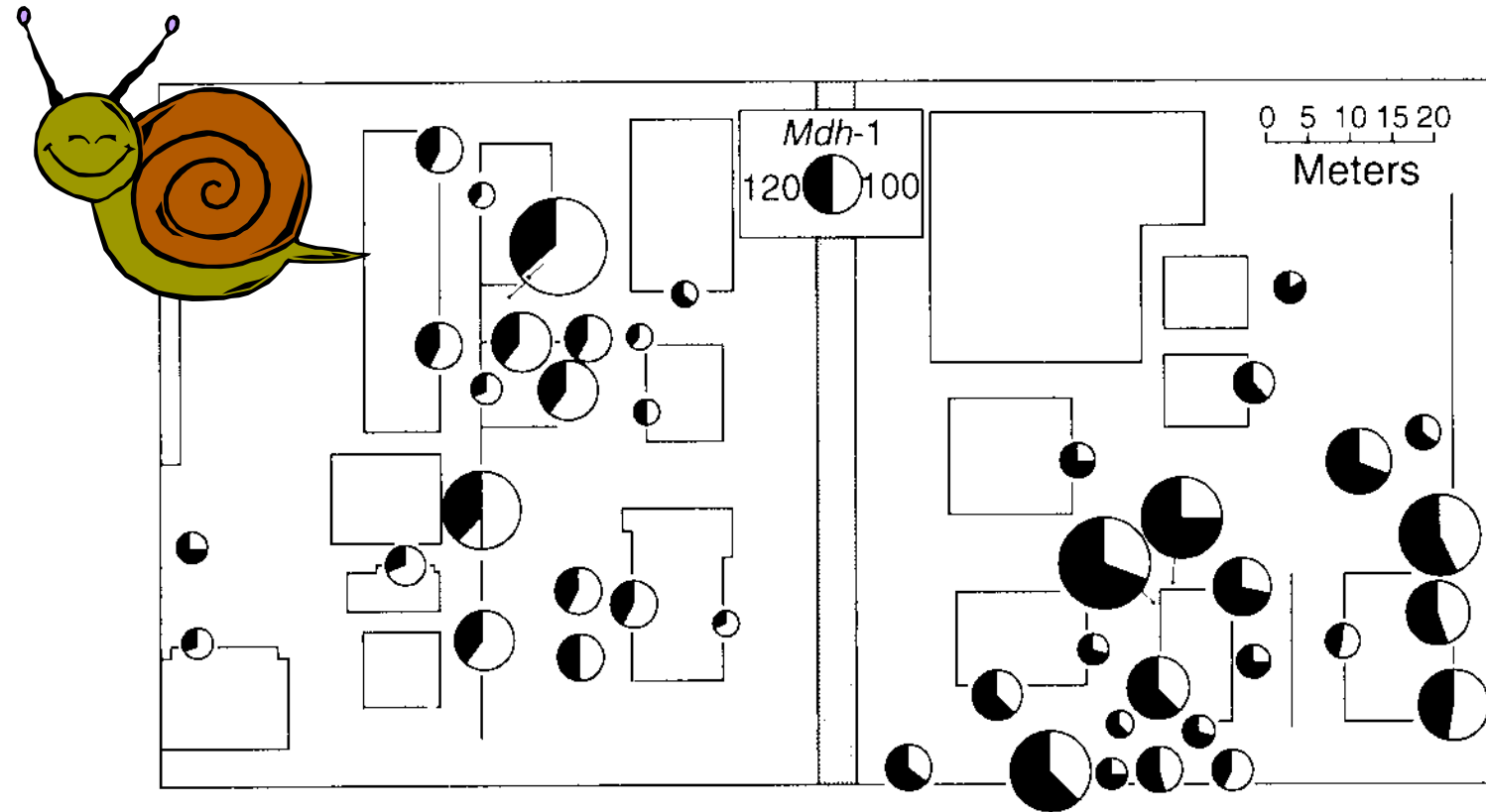
OR $[0.25 + (0.40)/2] = 0.45$

$$[0.35 + (0.40)/2] = 0.65$$

Populační genetik

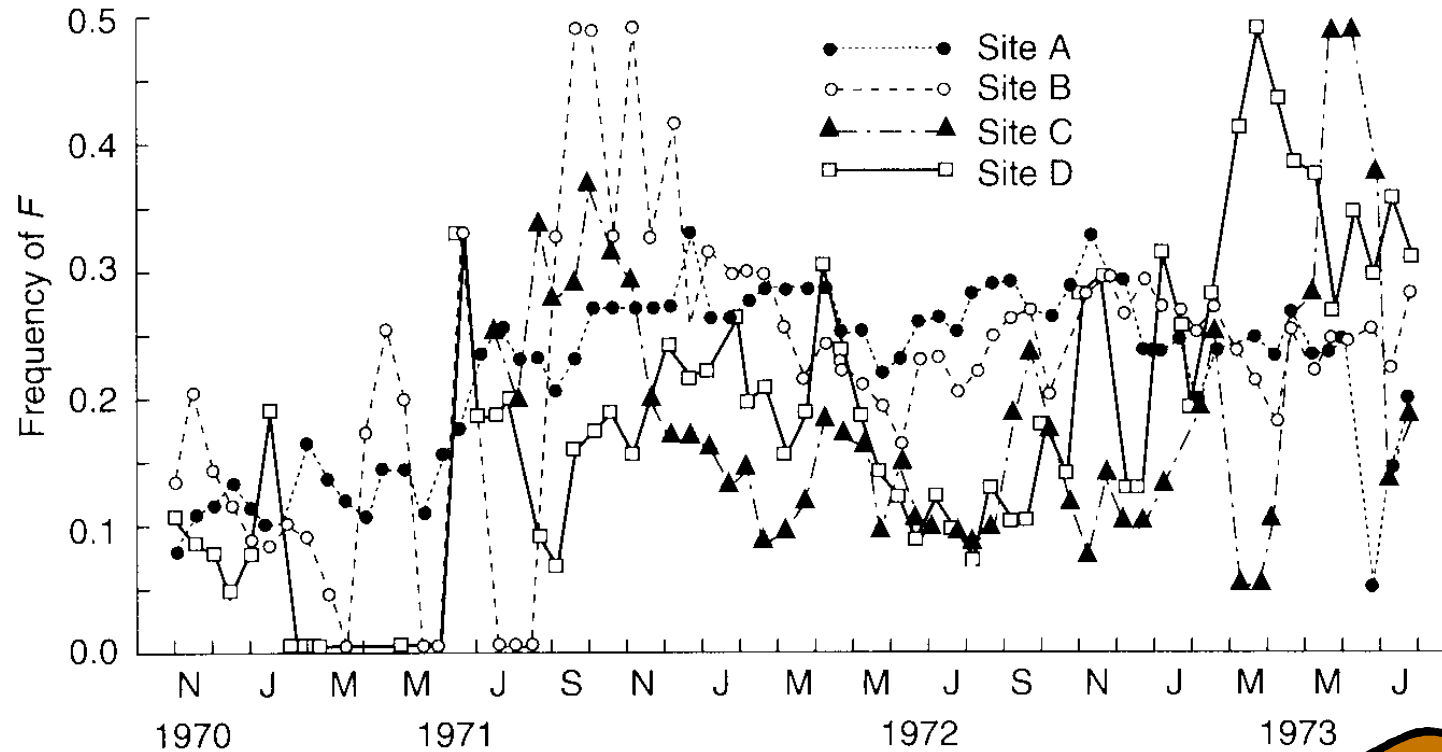
- ✓ ➤ Co je to populační genetik?
- ✓ ➤ Výpočty
 - genotypové frekvence
 - alelické frekvence
- Proč jsou genetické varianty důležité?
- Jak se genetická struktura mění?

Genetické změny v prostoru

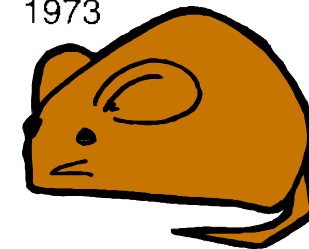


Frekvence alel *Mdh-1* u kolonií šneků ve dvou městských blocích

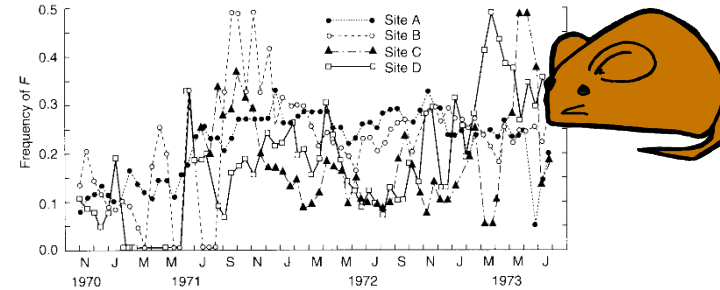
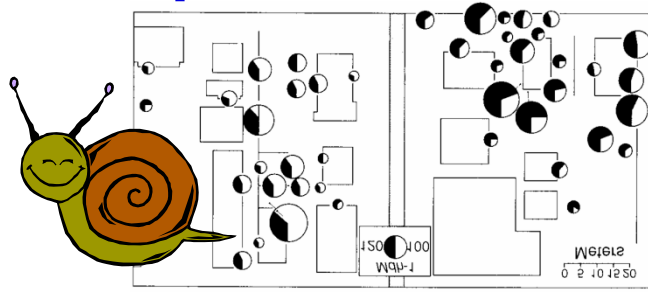
Genetické změny v čase a prostoru



Změna frekvence alely F v lokusu *Lap*
V populacích stepních hrabošů během tří let



Jak se mění genetické varianty v čase a prostoru

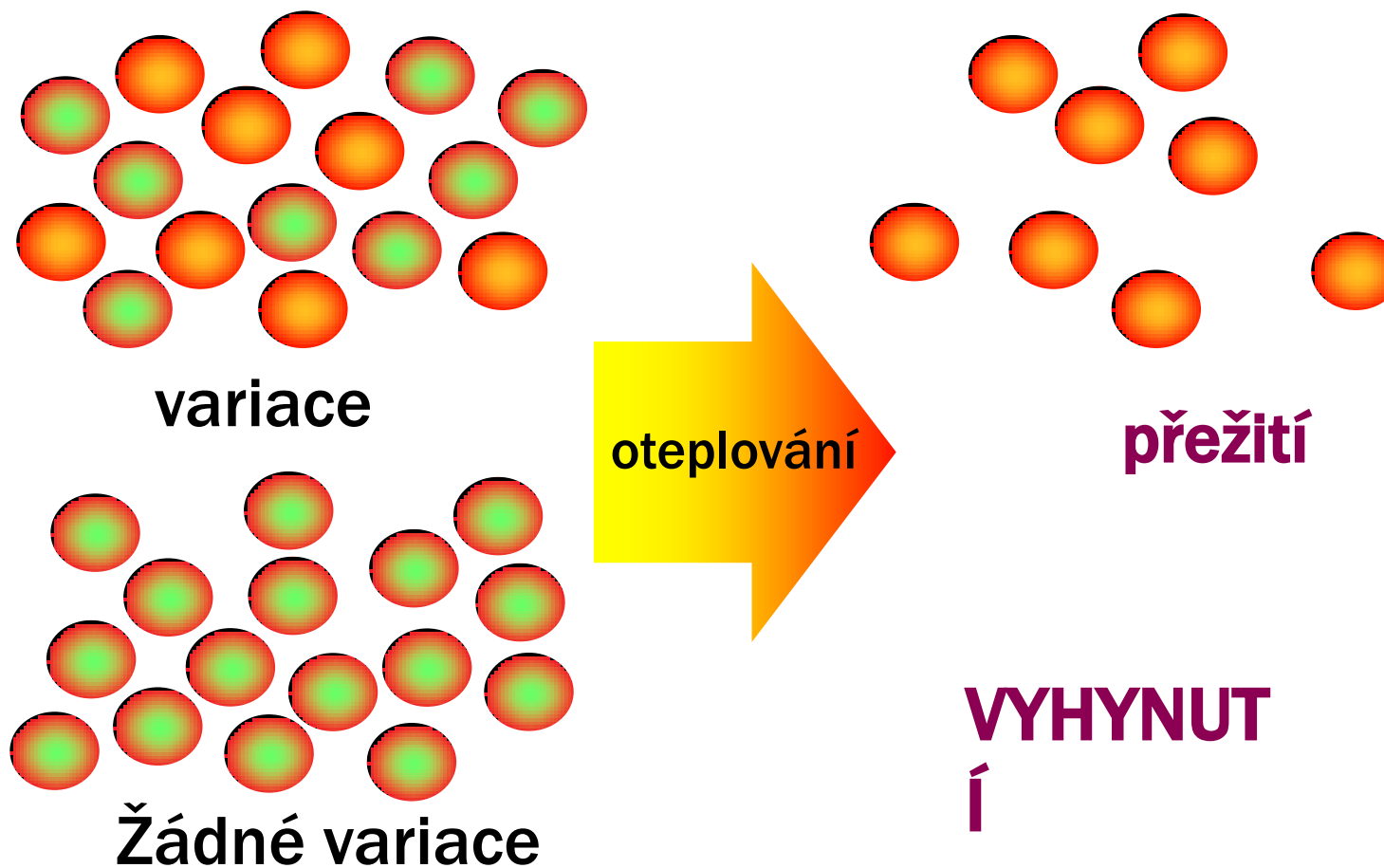


Proč jsou genetické varianty důležité?

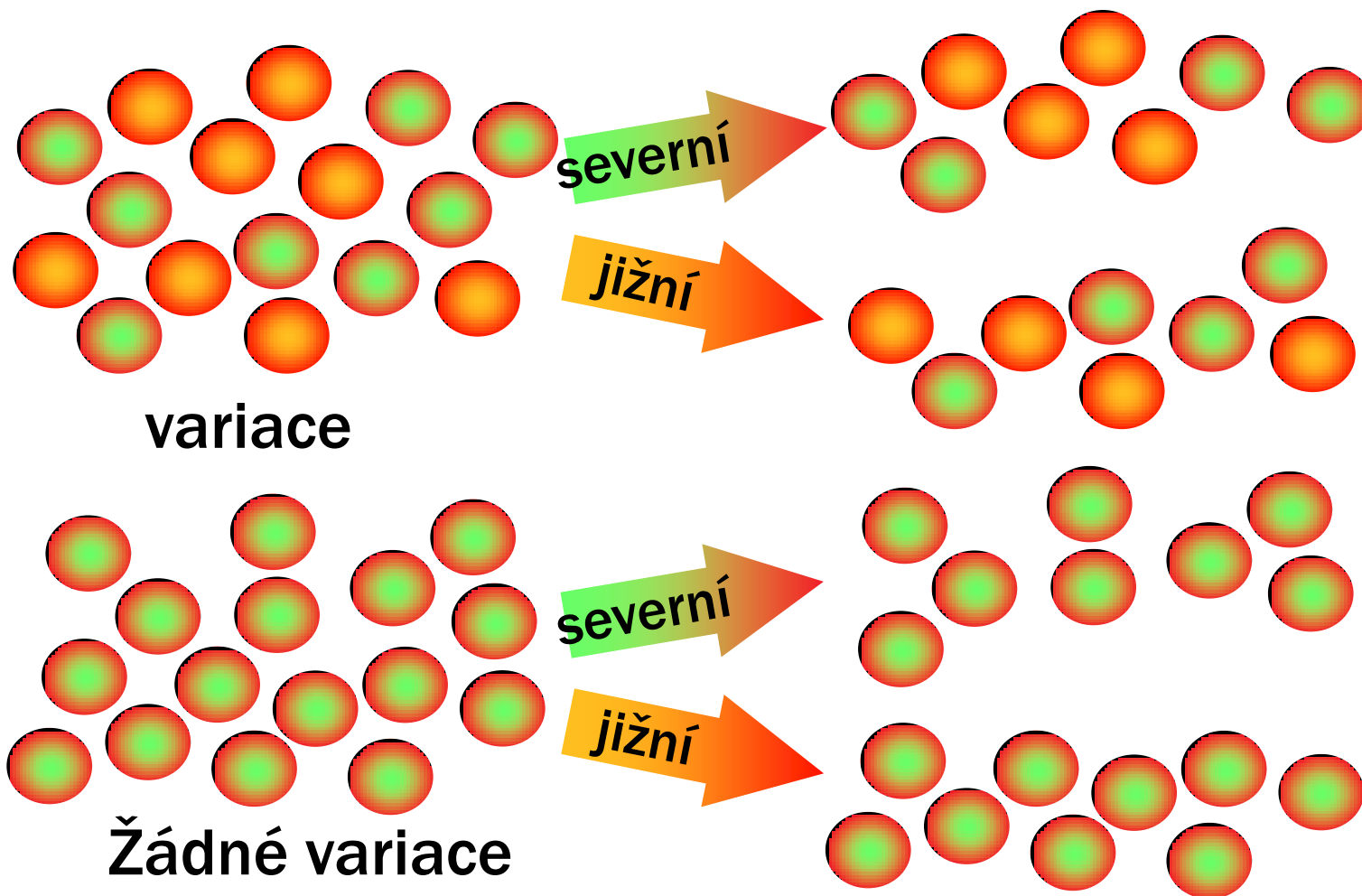
Potenciál změny genetické struktury

- Adaptace na změny okolního prostředí
konzervace
- Divergence populací
biodiverzita

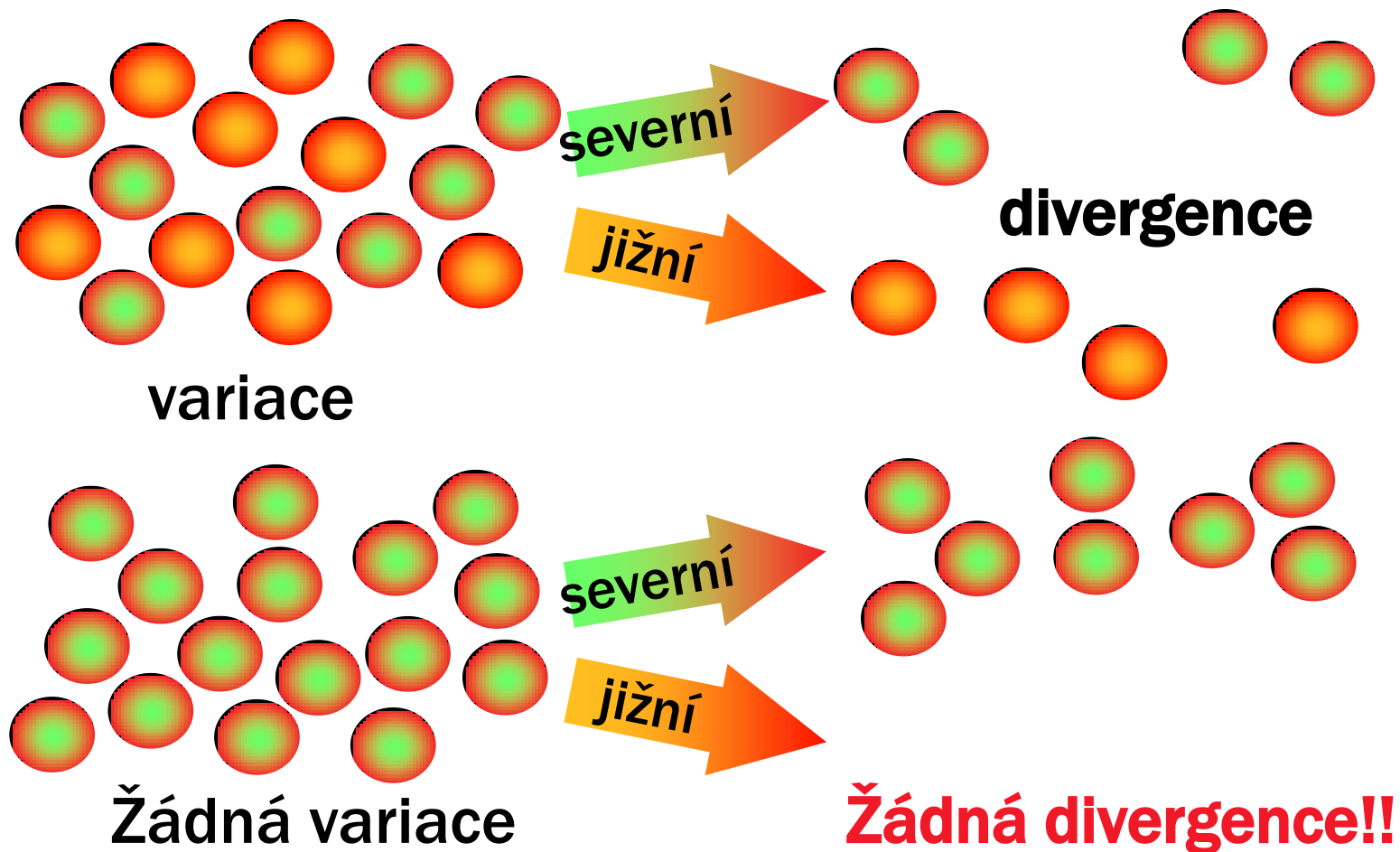
Proč jsou genetické variace důležité?



Proč jsou genetické varianty důležité?



Proč jsou genetické variace důležité?



Jak se genetická struktura mění?

Jak se genetická struktura mění?

- ➔ Změny frekvence alel a/nebo genotypů v čase

Jak se genetická struktura mění?

➔ Změny frekvence alel a/nebo genotypů

mutace

migrace

přirozený výběr

genetický drift

nenáhodné párování

Jak se genetická struktura mění?

- ➔ **mutace**
- ➔ migrace
- ➔ přirozený výběr
- ➔ genetický drift
- ➔ nenáhodné párování

Spontánní změna DNA

- ➔ vznik nových alel
zásadní zdroj veškerých
- ➔ Variací v DNA

Jak se genetická struktura mění?

- ➔ mutace
- ➔ **migrace**
- ➔ přirozený výběr
- ➔ genetický drift
- ➔ nenáhodné párování

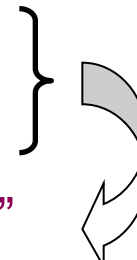
Jednotliví jedinci přicházejí do populace

- ➔ přinášejí nové alely
- ➔ “tok genů”

Jak se genetická struktura mění?

- ➔ mutace
- ➔ migrace
- ➔ **přírozený výběr**
- ➔ genetický drift
- ➔ nenáhodné párování

Určité genotypy mají více potomků

- ➔ rozdíly v přežití nebo rozmnožování }
Rozdíly ve "fitness"
➔ adaptace
- 

Přirozený výběr

➔ Rezistence k antibakteriálnímu mýdлу

generace 1: 1.00 bez rezistence
0.00 rezistentní



Přirozený výběr

➔ Rezistence k antibakteriálnímu mýdлу

generace 1: 1.00 bez rezistence
0.00 rezistentní

generace 2: 0.96 bez rezistence
0.04 rezistentní



mutace!

Přírodní výběr

➔ Rezistence k antibakteriálnímu mýdлу



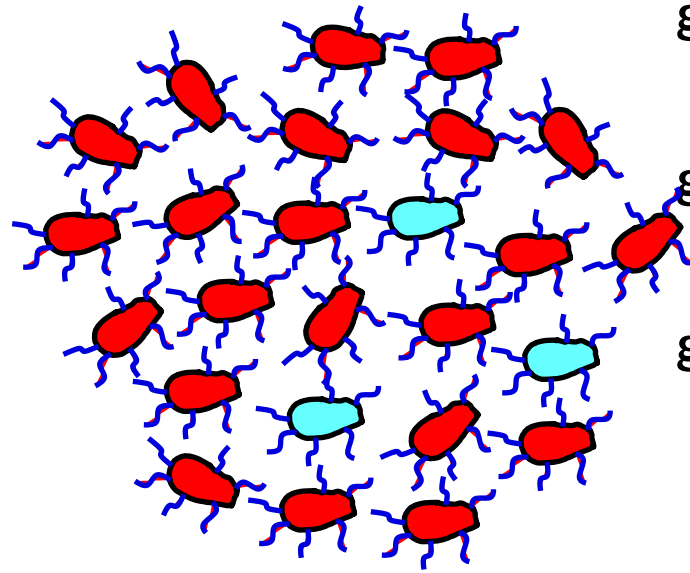
generace 1: 1.00 bez rezistence
0.00 rezistentní

generace 2: 0.96 bez rezistence
0.04 rezistentní

generace 3: 0.76 bez rezistence
0.24 rezistentní

Přírodní výběr

➔ Rezistence k antibakteriálnímu mýdлу



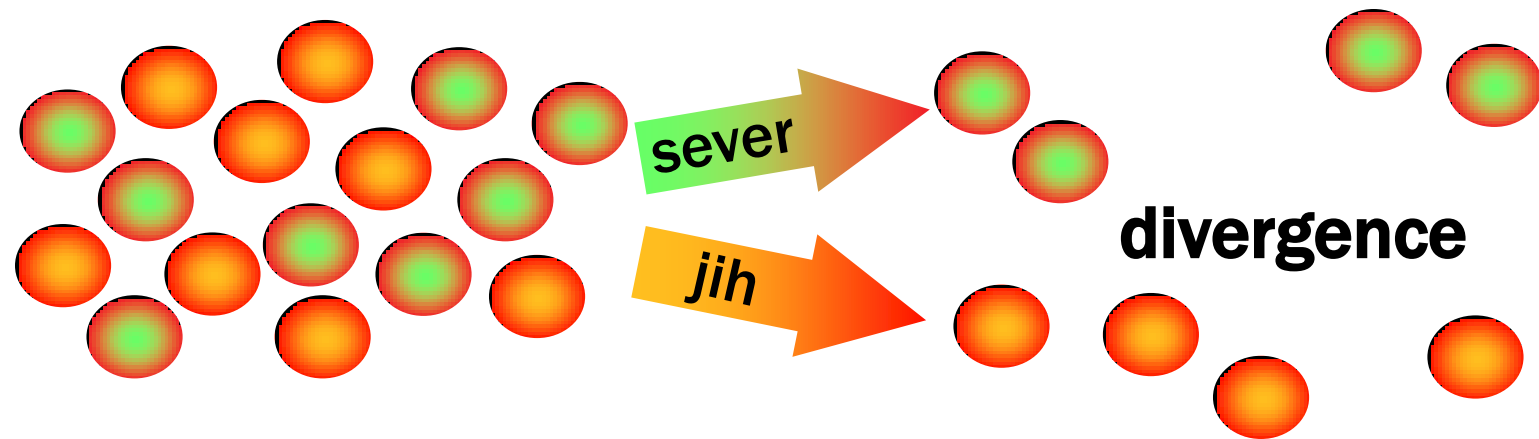
generace 1: 1.00 bez rezistence
0.00 rezistentní

generace 2: 0.96 bez rezistence
0.04 rezistentní

generace 3: 0.76 bez rezistence
0.24 rezistentní

generace 4: 0.12 bez rezistence
0.88 rezistentní

Přírodní výběr může vést k divergenci populací



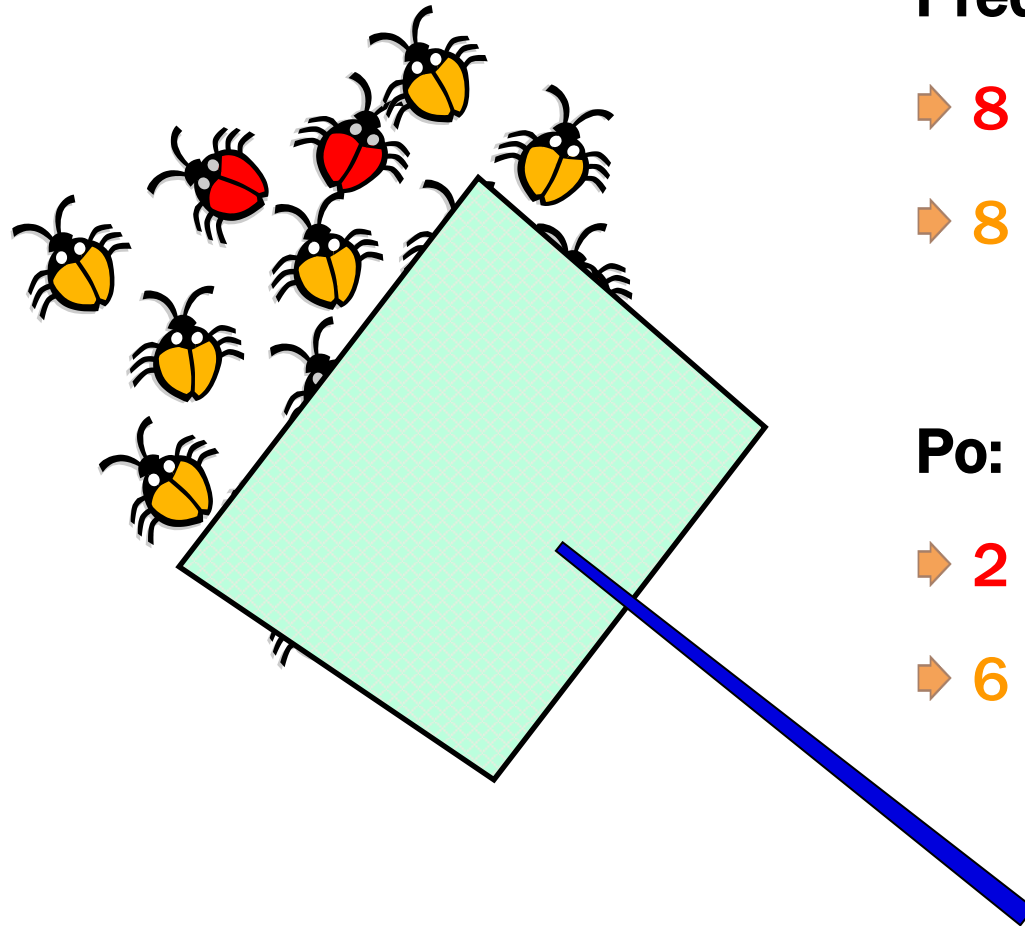
Jak se genetická struktura mění?

- ➔ mutace
- ➔ migrace
- ➔ přírodní výběr
- ➔ **genetický drift**
- ➔ nenáhodné párování

Genetická změna vzniklá náhodou

- ➔ chyba při výběru vzorku
nevhodná interpretace
malé populace

Genetický drift



Před:

➔ **8 RR** → **0.50 R**

➔ **8 rr** → **0.50 r**

Po:

➔ **2 RR** → **0.25 R**

➔ **6 rr** → **0.75 r**

Jak se genetická struktura mění v čase?

- ➔ mutace
- ➔ migrace
- ➔ přírodní výběr
- ➔ genetický drift
- ➔ nenáhodné párování

**Způsobují změny
frekvence alel**

Jak se genetická struktura mění?

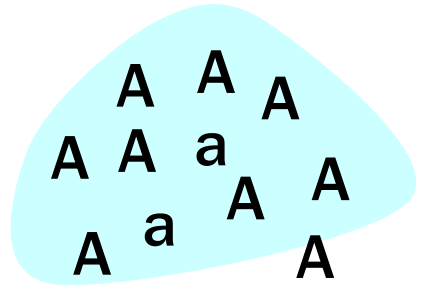
- ➔ mutace
- ➔ migrace
- ➔ přírodní výběr
- ➔ genetický drift
- ➔ **nenáhodné párování**

Párování spojuje alely do Genotypů

nenáhodné párování



nenáhodné kombinace alel



0.8 0.2

A 0.8	AA 0.8 x 0.8	Aa 0.8 x 0.2
a 0.2	aA 0.2 x 0.8	aa 0.2 x 0.2

aa x aa

AA x AA

aa

AA

➔ Alelové frekvence:

$A = 0.8$

$a = 0.2$

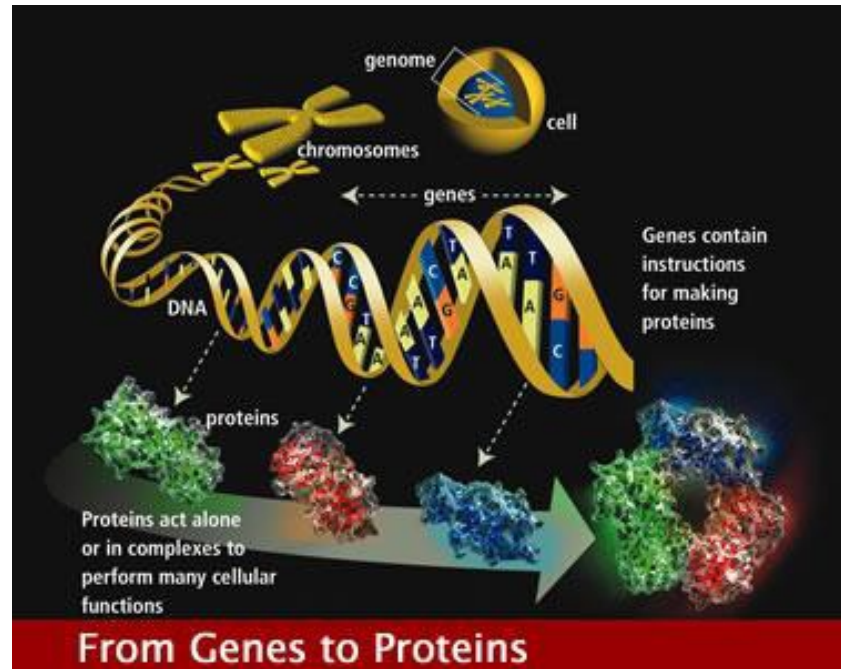
➔ Frekvence genotypů:

$AA = 0.8 \times 0.8 = 0.64$

$Aa = 2(0.8 \times 0.2) = 0.32$

$aa = 0.2 \times 0.2 = 0.04$

GENOM



- Genom
- 3 miliardy párů DNA bází
- 23 párů chromozómů
- 20000–25000 genů
- Lidský genom byl sekvenován:
- Krevní vzorky od několika dobrovolníků
- **-ATTCCGACCAATTGC**

VARIABILITA DNA

- ▶ 99.9 % párů nukleotidových bází je u všech lidí totožných

0.1 % zodpovídá za fenotypické rozdíly
~ více než milion míst, kde se vyskytují rozdíly na úrovni jednoho nukleotidu (SNP)

- ▶ Např. AGGCCTA na AGGCTTA
- ▶ Tyto mohou vést k onemocnění a modulovat odpověď na:

patogeny

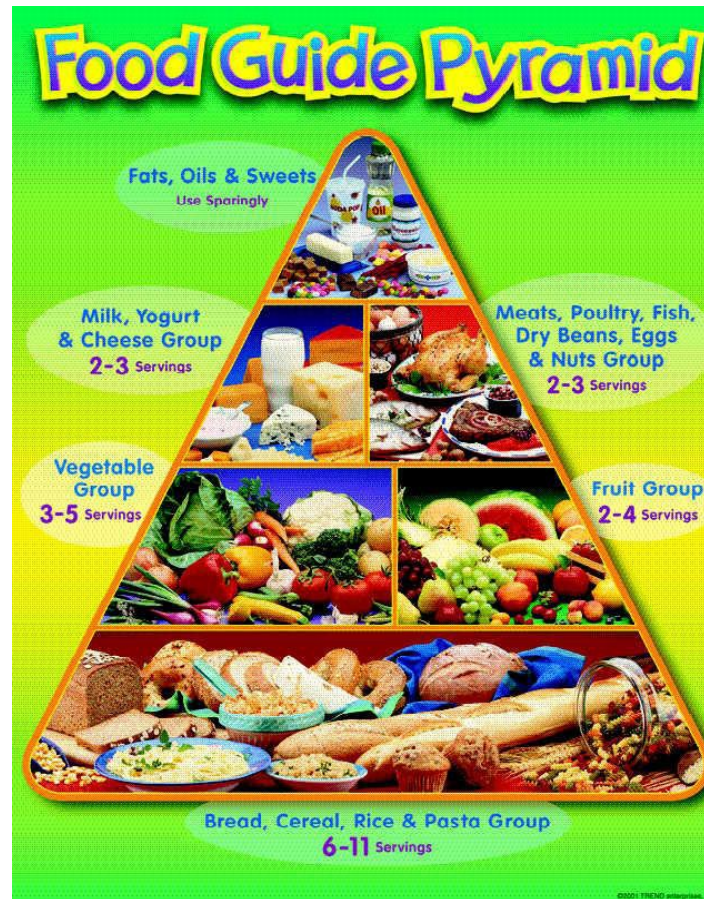
léky

cvičení

výživu



JSME IDENTIČTÍ?



➔ Doporučení vycházejí z předpokladu, že lidé jsou

kulturně

etnicky

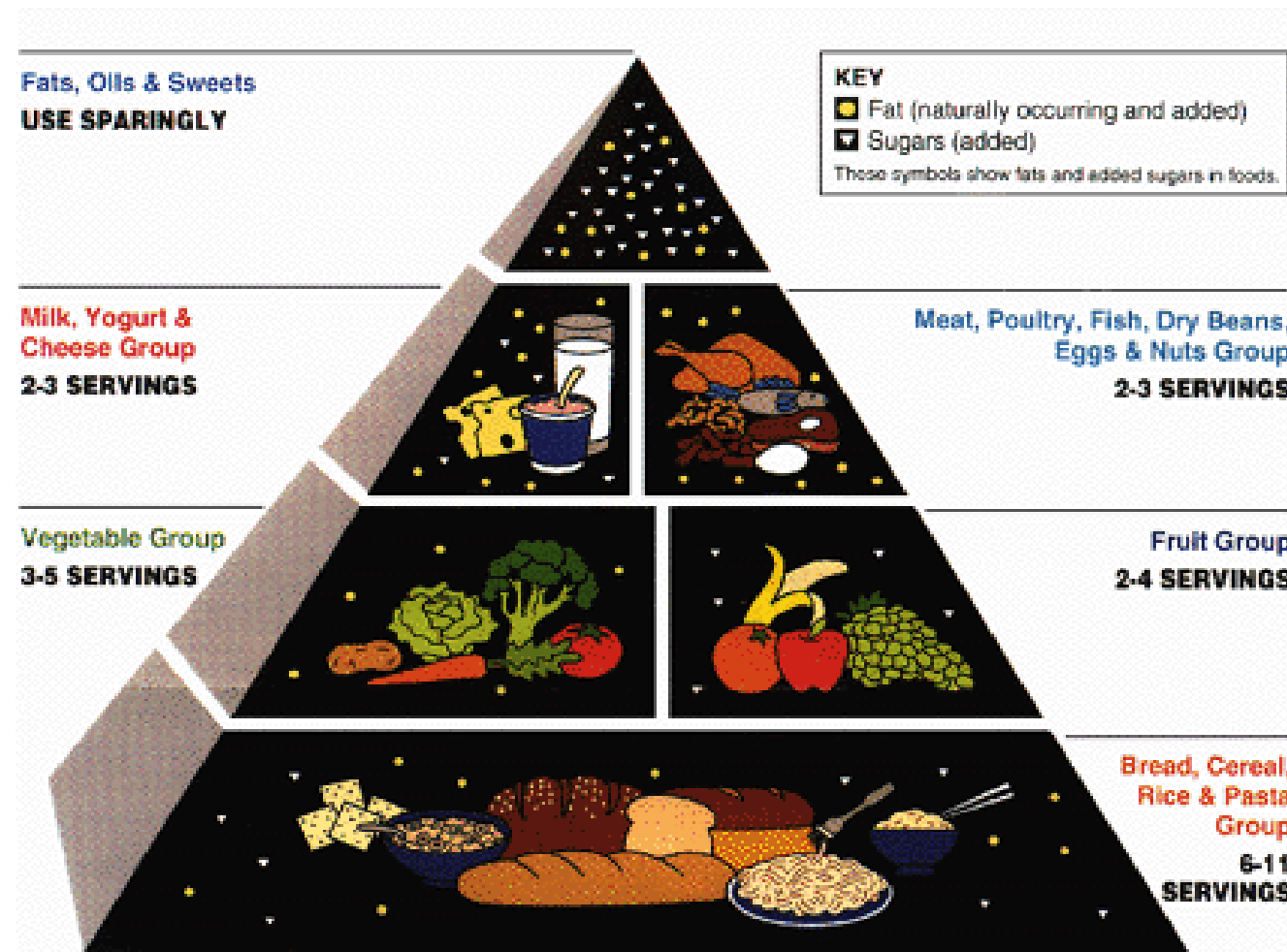
socioekonomicky

geneticky

➔ identiční

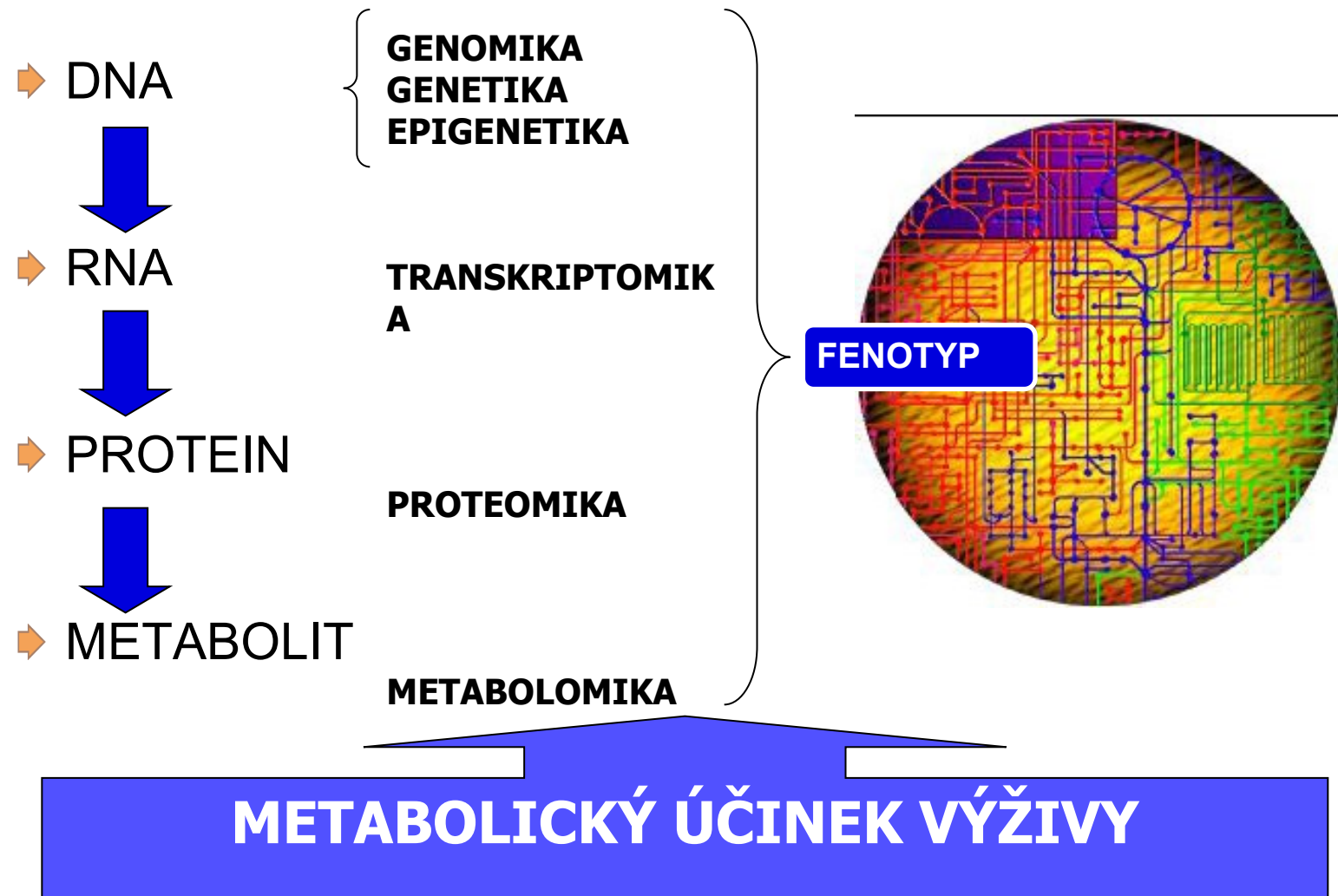
➔ TO ALE NENÍ PRAVDA

STRAVA



USDA and the US Department of Health and Human Services

PARADIGMA MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE



GENY-ŽIVOTNÍ STYL



VÝŽIVA A ZDRAVÍ: HISTORIE A TRENDY

- 1900 – Detekce-prevence selektivních nutričních deficitů, např. vit. A, železo
- 1970 – vyvážené **diety** dodávka dostatečného množství živin (polysacharidy, tuky, proteiny, minerály, vitaminy. Nutriční doporučení “Schijf van 5”
- 1990 – výhody specifických stavěných diet“ jde za vyváženou **dietu**”– bere v úvahu roli ne-nutrientů

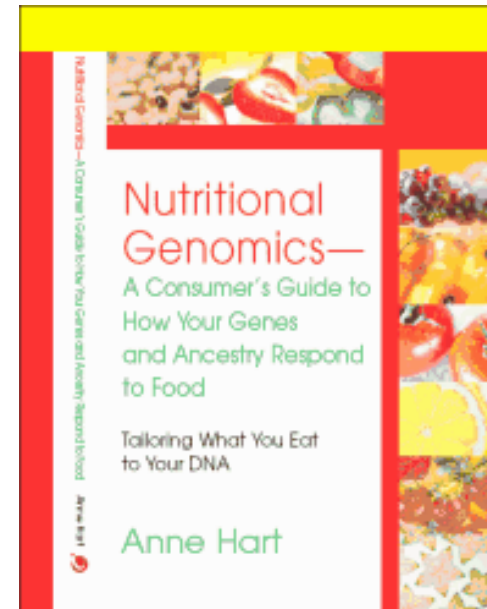
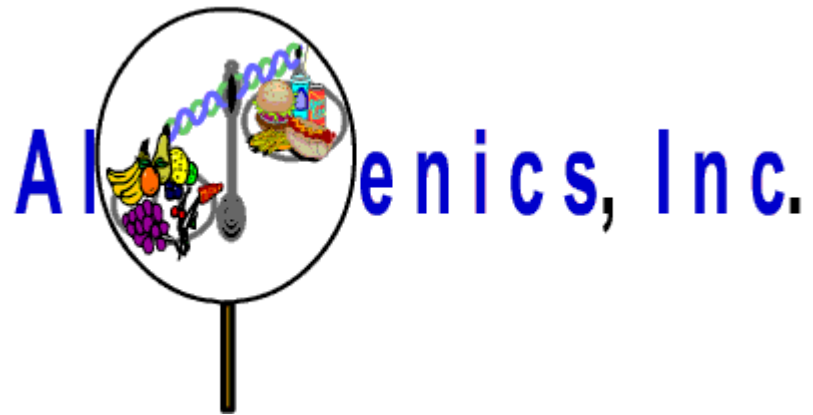
Nárůst specificky fungujících diet na trhu

Nárůst zájmu o terapii výživou

HISTORIE: POKRAČOVÁNÍ

- Asociace mezi výživou a chronickým onemocněním (Ignatovski –1908)
- První příklady prokazatelného vztahu výživy k rozvoji onemocnění (disease-causing):
 - Galaktosémie (1917)
 - Fenylketonurie (1934)
- Human Genome Project and SNPs (1998)

CO JE NUTRIGENOMIKA?



- ➔ Jezte správně pro váš genotyp, vaše genetické pozadí
- ➔ **“Dříve byly chytré léky...”**

NUTRIGENOMIKA VS. NUTRIGENETIKA

Nutrigenomika

- “Nutrigenomika se zabývá aplikací genomiky v nutričním výzkumu, umožňuje poznání souvislostí mezi specifickými nutrienty a genetickými faktory, např. zkoumá způsob, jakým potrava nebo složky potravy ovlivňují genovou expresi. Nutrigenomika by měla umožnit lepší porozumení způsobu, jakým výživa ovlivňuje metabolické cesty a jakým způsobem toto souvisí s chorobami, u nichž existuje souvislost s výživou.” Chadwick R. (2004) Proceedings of the Nutrition Society 63:161-166.

Nutrigenetika

- “Nutrigenetika se zabývá studiem individuálních rozdílů na genetické úrovni, které ovlivňují odpověď na přijímanou stravu. Tyto individuální rozdíly jsou spíše na úrovni SNP polymorfismů než na úrovni poškození celého genu. Nutrigenomika by měla umožnit individualizované nutriční poradenství. “Chadwick R. (2004) Proceedings of the Nutrition Society 63:161-166.

NUTRIGENOMIKA VS. NUTRIGENETIKA

Nutrigenomika

- “Nutrigenomics se pokouší studovat vlivy výživy na úrovni celého genomu....(a) má za cíl identifikovat geny, které ovlivňují riziko onemocnění se vztahem k výživě na celogenomové úrovni... má za cíl porozumět mechanismům, které jsou podkladem těchto genetických predispozic.“ Muller M & Kersten S. (2003) Nature Reviews Genetics 4:315-322.

Nutrigenetika

- “Nutrigenetika zkoumá účinek genetických variací na interakci mezi stravou a onemocněním nebo nutričními požadavky. Genetika má zásadní úlohu pro identifikaci individuálního rizika rozvoje určitého onemocnění.“ Muller M & Kersten S. (2003) Nature Reviews Genetics 4:315-322.

NUTRIGENOMIKA VS. NUTRIGENETIKA

Nutrigenomika

- ▶ “Nutrigenomika popisuje použití prostředků funkční genomiky pro zkoumání biologického systému po vydání nutričního signálu, což umožní porozumět mechanismu, jakým molekuly z potravy ovlivňuje metabolické dráhy a kontrolu homeostázy.“ Mutch D, et al. (2005) FASEB Journal 19:1602-1616.
- ▶ “Nutrigenomika se zaměřuje na efekt složek potravy na genom, proteom a metabolom.” Ordovas J & Mooser M. (2004) Current Opinion in Lipidology 15:101-108.

Nutrigenetika

- ▶ “Nutrigenetika představuje vědu zabývající se identifikací a charakterizací genových variant souvisejících s různou odpovědí na různé nutrienty a zaměřuje se na hledání souvislostí mezi těmito variacemi a stavem onemocnění.” Mutch D, et al. (2005) FASEB Journal 19:1602-1616.
- ▶ “Nutrigenetika zkoumá účinek genetických variací na interakci mezi stravou a cvičením. To zahrnuje.... genové varianty související nebo zodpovědné za diferencovanou odpověď na nutrienty ve stravě.“ Ordovas J & Mooser M. (2004) Current Opinion in Lipidology 15:101-108..

NUTRIGENOMIKA VS. NUTRIGENETIKA

- Genomika: studie lidského genomu
- Geny takéž determinují, jakým způsobem výživa ovlivňuje zdraví, event. souvisí s nemocí
- Komerční potenciál:

Individualizované nutriční poradenství

Individuálně sestavené produkty

NUTRIGENOMIKA: PRINCIPY

- Látky obsažené v potravě (mikro- i makronutrienty) působí přímo či nepřímo na lidský genom a mění tak jeho strukturu či genovou expresi.
- Za určitých okolností může být dieta u některých jedinců významným rizikovým faktorem vzniku řady chorob.
- Některé z cílových genů látek obsažených v potravě hrají pravděpodobně roli v nástupu, incidenci, průběhu a závažnosti některých chronických chorob.
- Míra vlivu diety na rovnováhu mezi stavem zdraví a nemoci může záviset na konkrétní genetické výbavě jednotlivce.

NUTRIGENOMIKA: NÁSTROJE

- ▶ expresní profilování genů – transkriptomu, např. pomocí expresních cRNA nebo cDNA čipů, analogické postupy vyvinuty pro sledování exprese na úrovni proteinů (proteomu – především dvojrozměrná elektroforéza a různé formy hmotnostní spektrometrie) a metabolitů (metabolomu) = dietní otisky, signatury
- ▶ populační izoláty, u kterých je omezena genetická variabilita, umožňují detailní analýzu samotné genetické komponenty komplexních metabolických onemocnění už bez zahrnutí její interakce s prostředím (tj. dietou v případě nutriční genomiky), např. Huterité (původně tyrolská komunita, žijící nyní v oblasti Jižní Dakoty, držící se velmi striktně původní receptů a způsobů přípravy potravy
- ▶ Geneticky definované savčí modely: potkan, myš

NUTRIGENOMIKA: NOVÁ DEFINICE

- ▶ Nutrigenomika zkoumá celogenomové vlivy a interakce ovlivněné výživou
- ▶ Z perspektivy nutrigenomiky jsou nutrienty dietní signály, jež jsou detekovány buněčnými systémy, které ovlivňují genovou a proteinovou expresi a postupně produkci specifických metabolitů
- ▶ Vzorce genové exprese, proteinové exprese a produkce metabolitů v odpovědi na přítomnost určitých nutrientů nebo určitých nutričních režimů se označuje jako „dietní podpis=otisk“
- ▶ Nutrigenomika se pokouší tyto dietní otisky ve specifických buňkách, tkáních a organizmech studovat a pochopit, jakým způsobem výživa ovlivňuje homeostázu
- ▶ Nutrigenomika má za cíl identifikovat ty geny, jež ovlivňují riziko dietně závislých onemocnění v celogenomovém měřítku a pochopit mechanismy, které jsou podkladem těchto genetických predispozic

NUTRIGENOMIKA

- Studuje, jak různé složky potravy mohou interagovat s určitými geny a zvyšovat tak riziko onemocnění jako je diabetes II. Typu, obezita, kardiovaskulární choroby a některé typy nádorových onemocnění

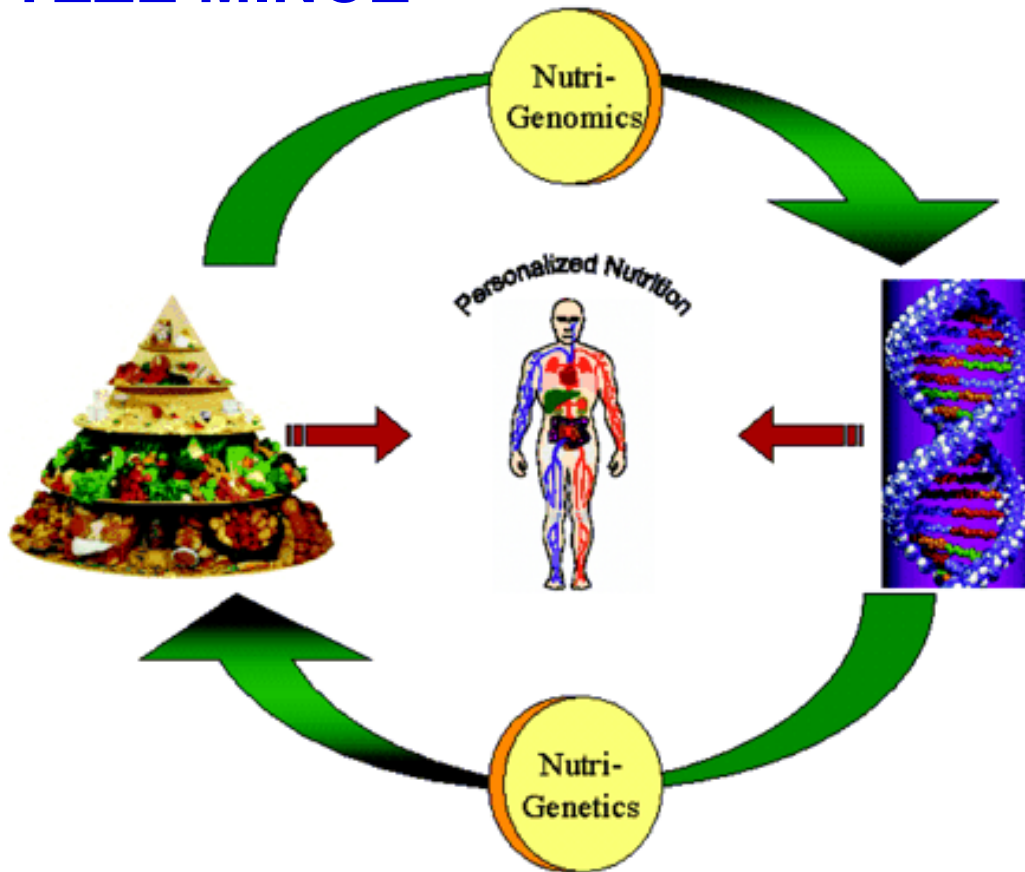
Cíl : použít personalizované diety k prevenci nebo oddálení nástupu onemocnění a optimalizaci a udržení lidského zdraví

<http://nutrigenomics.ucdavis.edu/pressarticles.htm>

VÝŽIVA A REGULACE GENOVÉ EXPRESE

- Přichází éra nutrigenomiky: byl popsán a charakterizován genom člověka a několika rostlin a geneticky modifikované potraviny jsou nyní hojně dostupné
- Nové genomické technologie umožnily výzkum nutriční modulace nejrůznějších patofyziologických drah prostřednictvím nutrientů, mikronutrientů a dalších látek

NUTRIGENETIKA A NUTRIGENOMIKA – DVĚ STRANY TĚŽE MINCE



Mutch D, et al. (2005) *FASEB Journal* 19:1602-1616.

NUTRIGENOMIKA – NOVÁ VLNA V NUTRIČNÍM VÝZKUMU



- Potravinářské a farmaceutické společnosti již na celosvětové úrovni rozpoznaly komerční potenciál nutrigenomiky a začaly vyvíjet výrazné výzkumné úsilí.

POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL SMĚŘUJE K VYTVOŘENÍ TŘETÍ GENERACE TZV. FUNKČNÍCH POTRAVIN

1. generace

Doplňky:

- vitamínové doplňky
- obohacení vápníkem
- vláknina

Components with established efficacy

Research based on epidemiology

2. generace

Celé potraviny:

- brokolice
- jogurt
- zelený čaj
- celozrnné produkty

Research based on safety and efficacy assessment:

'discovery' of positive effects of food compounds

Active component(s) identified or the efficacy confirmed

3. generace

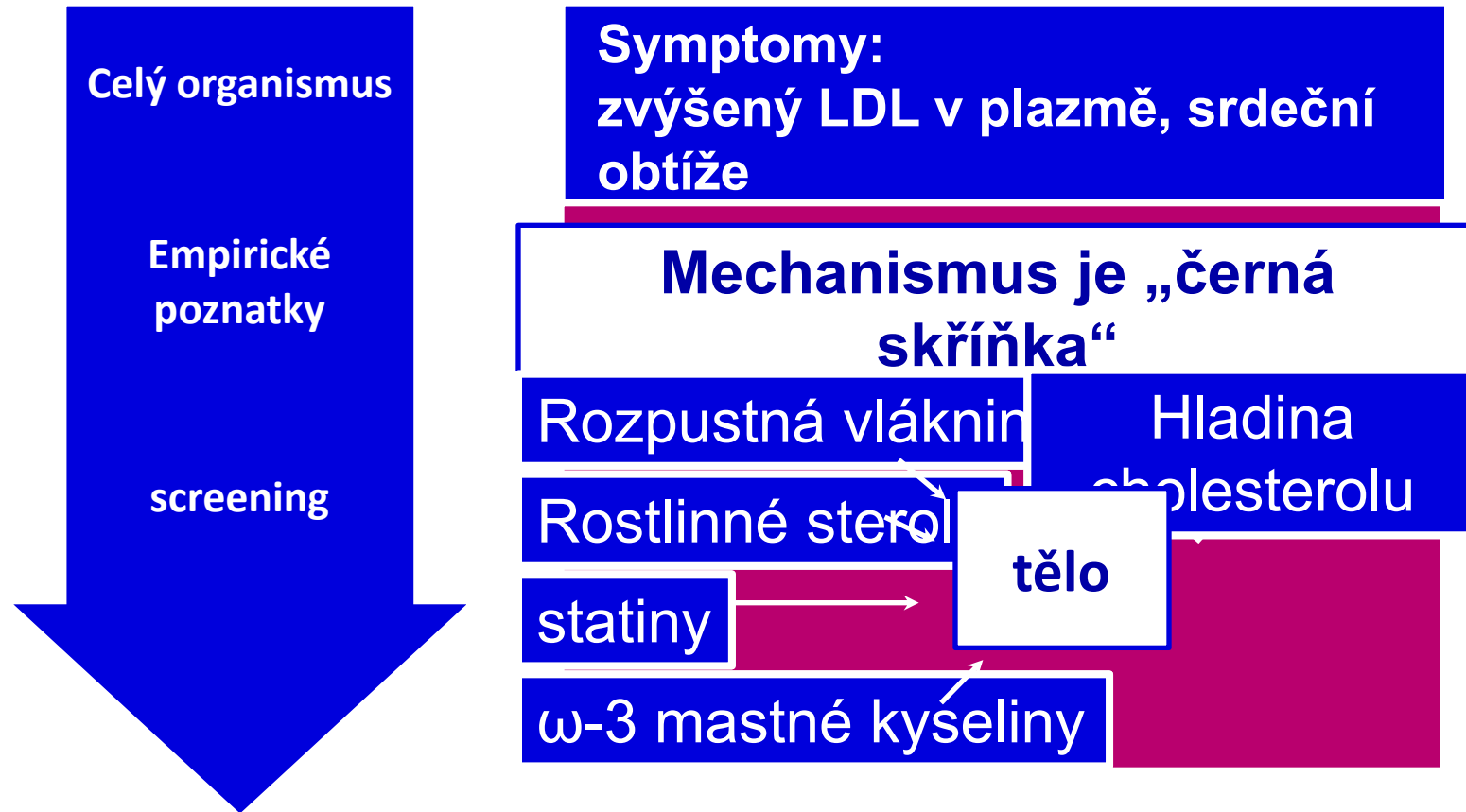
„enhanced“ potraviny:

- nové složení?
- nové produkty?
- ??

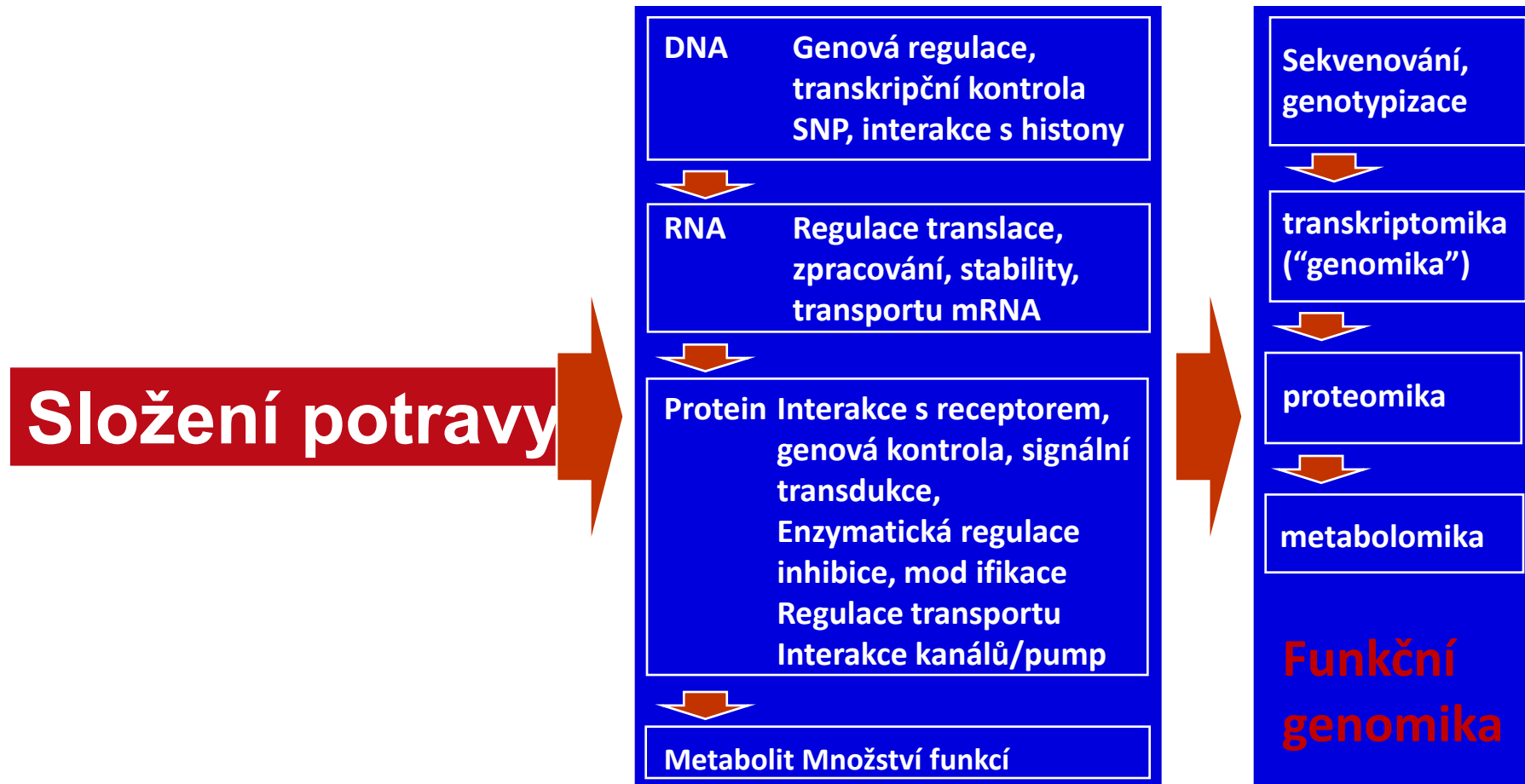
- **Nově vytvořené funkční součásti / potraviny založené na mechanisticky prokázané účinnosti**
- **Výzkum zaměřený na „farmaceutický“ screening: účinek, cílený vývoj, řízená optimalizace, biologická dostupnost**

may not have been

TRADIČNÍ ZKOUMÁNÍ BIOLOGICKÝCH CEST V RÁMCI JE MNOHOSTUPŇOVÝ PROCES

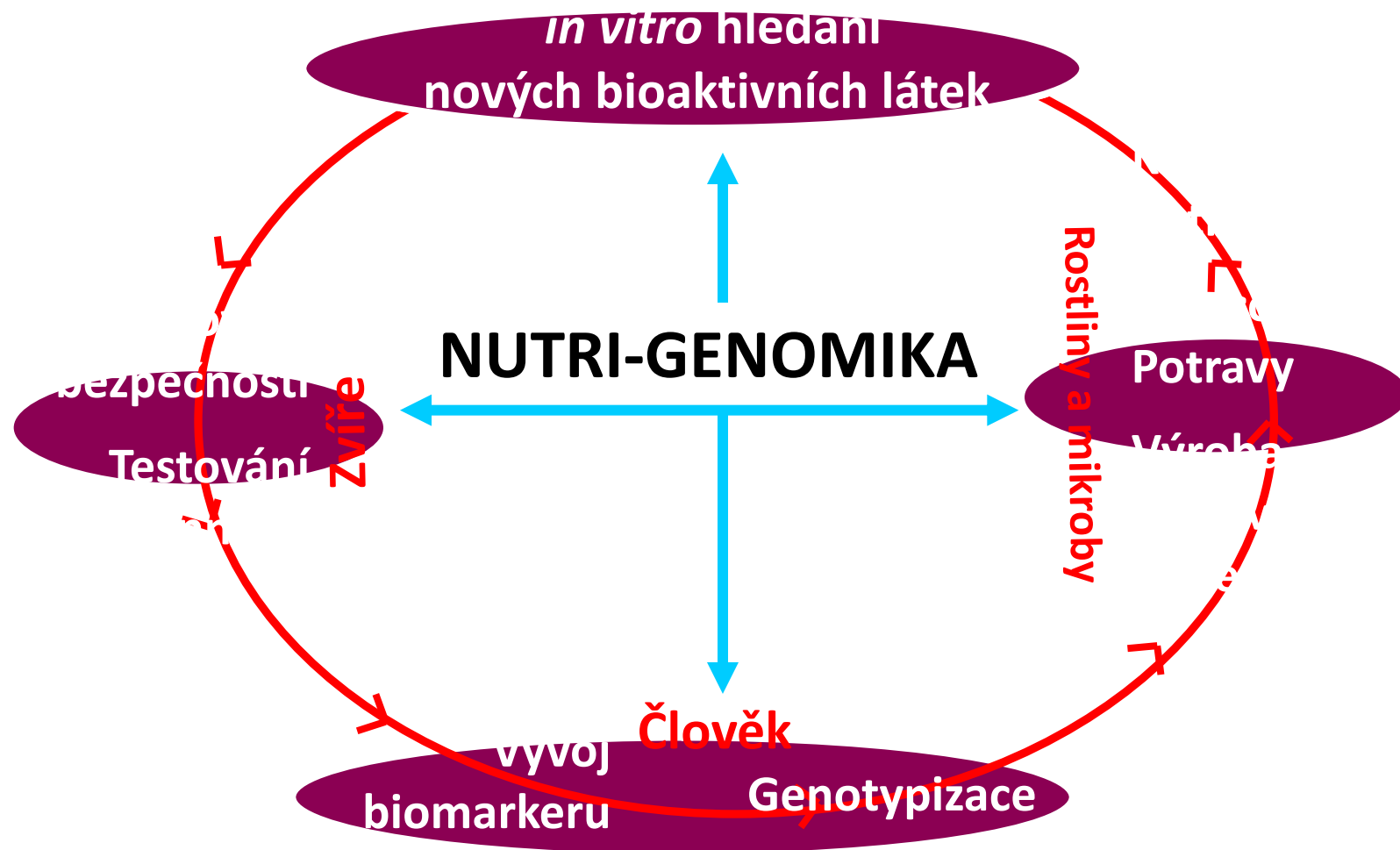


ÚČINEK SLOŽEK POTRAVY NA ZDRAVOTNÍ STAV BÝVÁ NEJČASTĚJI SPOJEN SE SPECIFICKÝMI INTERAKCEMI NA MOLEKULÁRNÍ ÚROVNI

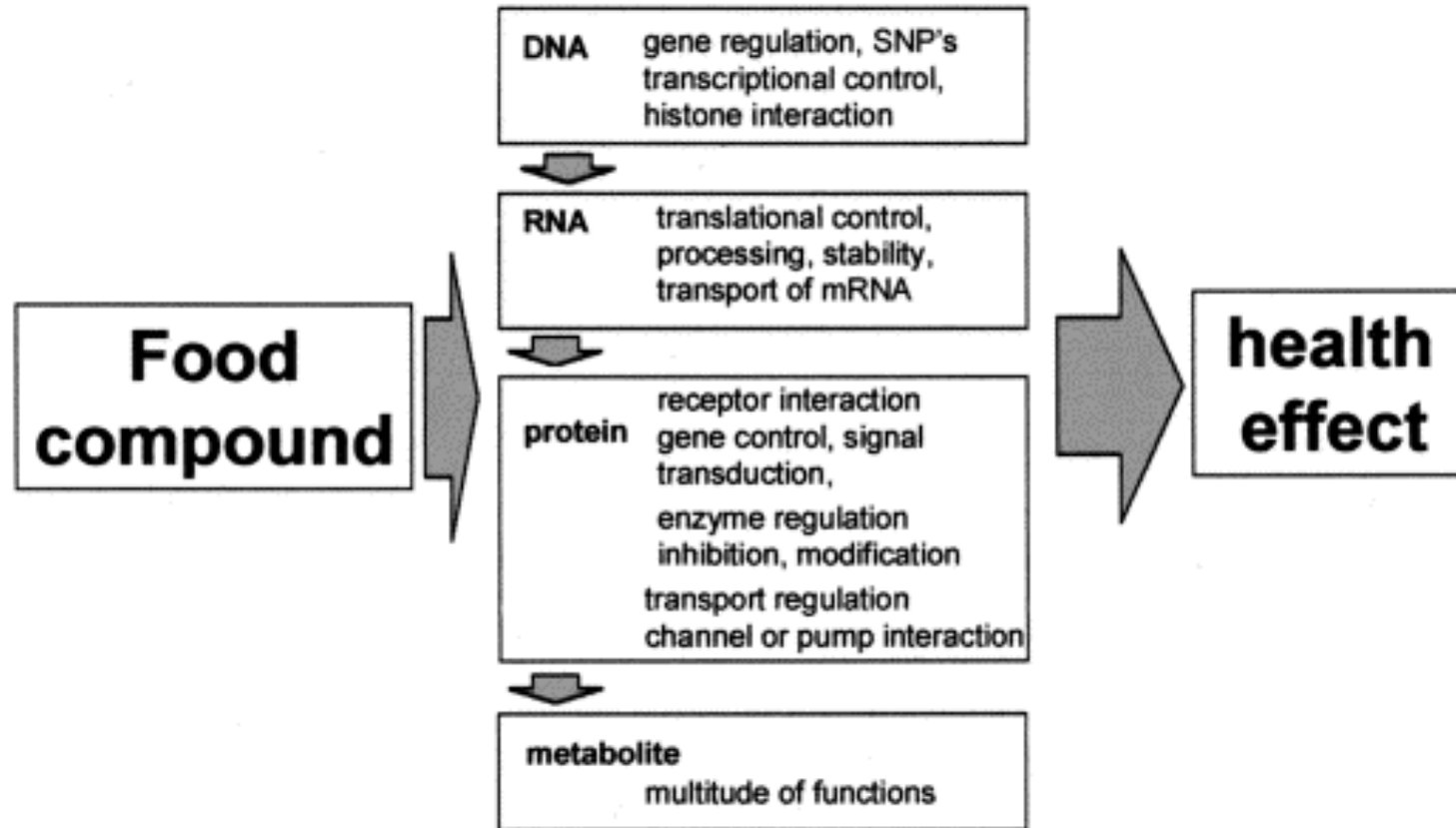


VYBRANÉ PŘÍKLADY NUTRIGENOMICKÝCH PROJEKTŮ

- Složky funkční potravy jakožto prevence kolorektálního karcinomu
- Genomický přístup pro zdravé střevo. Efekt probiotik na stav střeva u savců.
- Hledání biomarkerů indikujících obezitu (součást obezitologického programu)
- Hodnocení benefit-risk u flavonoidů v potravě a jejich použití jako funkční součást potravy. Vývoj funkčního biomarkeru na základě genomického přístupu.
- Analýza metabolomu hub pro identifikaci enzymu indukujícího a neindukujícího růstové podmínky
- Metabolomika bakterií pro produkci metabolitu a mlékařského produktu
- Transkriptomika kvality sladového ječmene (cDNA array)
- Metabolomika součástí ginkgo biloba a cannabis



NUTRIGENOMIKA



van Ommen B. (2004)
Nutrition 20:4-8.

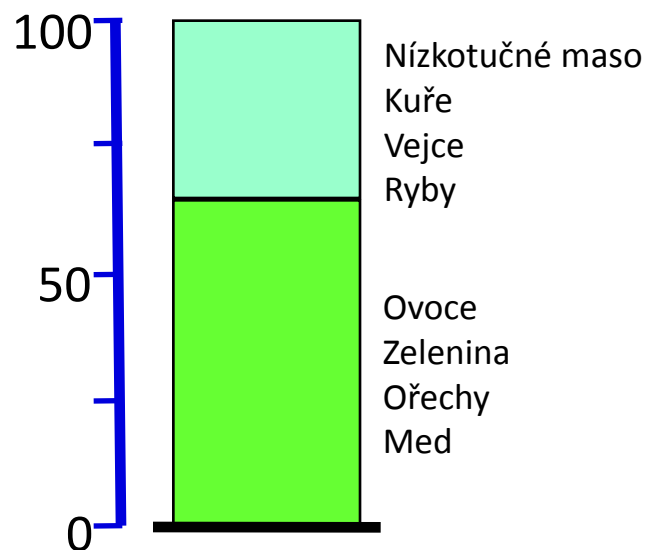
STEJNÉ GENY, RŮZNÁ STRAVA



Paleolit

1.200.000 generací pod hrozbou hladomoru

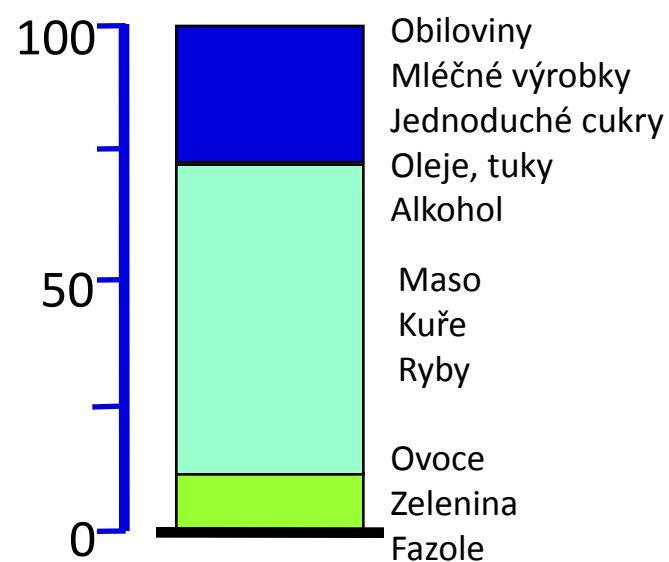
% Energie



Současnost

2-3 Generace nadbytku

% Energie



GENOMIKA – VĚDA O GENOMU



NUTRIGENOMIKA



KOMPLEXNÍ PROBLÉMY



JEDNODUCHÉ OTÁZKY



Nutrigenomics

- o Now: early stage of development
 - But already happening!

FOOD

navigator.com | europe

[Print](#)

Breaking News on Food & Beverage Development - Europe

Previous page : [DSM dishes \\$6.5m to personalise nutrition](#)

DSM dishes \$6.5m to personalise nutrition

03/04/2006- **DSM has re-affirmed its commitment to the innovative field of personalized nutrition, pledging \$6.5m (€5.4) in follow-on funding to US nutrigenomics company Sciona.**

The latest funding from DSM Venturing, the venturing unit of Royal DSM, means the Dutch company is now a major shareholder in Sciona. Its initial investment was in September 2004.

Personalized nutrition has been identified as one of DSM's 'emerging business areas', as the one-size-fits-all approach to nutrition is no longer seen as fulfilling all the needs of an increasingly health conscious and ageing population that is determined to remain healthy for longer.

It falls under the broader banner of nutrigenomics – a scientific term coined only in 1999 which also involves the development of new nutrients and understanding of how they work in the human body.

For DSM, this new area is regarded as a good fit with its existing strengths in nutrition, food, and biotechnology.



„PERZONALIZOVANÉ“ STRAOVÁNÍ?



Nutritional Genetic Profile Request Form

Client Information

To order testing, either contact Genelex directly or complete this form and return it either by fax at (425) 825-1870 or mail to Genelex Corporation, 12277 134th Ct NE, Ste. 130 Redmond, WA 98052.

Name: _____ Phone: _____ E-mail: _____

Address: _____

City: _____ State: _____ Zip: _____

Nutritional Genetic Profile Requested

Item	Number ordered	Cost (per item)	Total
Nutritional Genetic Panel		\$445.00	
Nutritional Genetic Collection Kit (Additional \$410 due with samples)		\$35.00	
International Shipping		\$50.00	
Amount Due			

Payment: Prepayment is required. Send Cash, Check, or Money Order to the address shown above.

Cash Check or Money Order Credit Card (all major cards)

Type of credit card: _____

Print cardholder's name: _____

Card number: _____ Expiration date: _____

For immediate consultation Call 800-TEST-DNA (800-837-8362)

Hours 7:00 AM to 6:00 PM PST, 10:00 AM to 9:00 PM EST, fax 425-825-1870,

e-mail: info@genelex.com

www.genelex.com

©2002 Genelex Corporation

Consumers warned that time is not yet ripe for nutrition profiling

Erika Check

One day, information about your genome may well help you decide what breakfast cereal to eat. But that day's a long way off, the second International Nutrigenomics Conference in Amsterdam was told last week. In the meantime, researchers at the meeting heard the emerging field badly needs a regulatory framework that will stop its first customers from being scared off.

Nutrigenomics researchers aim to learn how nutrients interact with genes to lead to health or disease. But people eat wildly different levels of nutrients over their lifetimes, and teasing apart the precise interactions is notoriously difficult.

The researchers who gathered in Amsterdam on 6-7 November were in optimistic mood, however. Their science is progressing quickly, and food industry executives have expressed interest in the idea of using genetic information to customize their products.

In January, the US National Institutes of Health used a 5-year, \$6.5-million grant to create a National Center of Excellence for Nutritional Genomics at the University of California, Davis, and the Children's Hospital Oakland Research Institute (CHORI) in Oakland. In July, the European Commission set up the European Nutrigenomics Organisation to coordinate work. Now the Netherlands looks set to embark on a \$20-million nutrigenomics project, jointly funded by the government and the food industry.

But some researchers warn that the field is in danger of developing too quickly. They want experts to back off from the sometimes-extravagant claims for the field's potential, and instead to sit down and patiently work out a scientific, vision and ethical framework for the discipline.

"Our aim is to bring the field a little bit back down to Earth, because people tend to start with a lot of science fiction," says Michael Muller, a geneticist at Wageningen University in the Netherlands who helped to organize the meeting.

The main fruits of this field are still years away, researchers say. So far, most of the studies on profiling gene expression — measuring genome-wide responses to nutrients —



Looks good, tastes good, and one day individuals may know exactly how much good it does them.

have been done in mice. And much more work is needed on the basic mechanisms by which nutrients turn genes on or off. But that hasn't stopped a handful of companies from selling nutritional profiles directly to consumers over the Internet.

The companies test a tissue sample — such as a cheek swab — from a "patient". The patient can choose which genetic profile he or she wants to learn about, for example skin ageing or susceptibility to osteoporosis. The company then gives the patient a "personalized profile" based on its tests for single nucleotide polymorphisms (SNPs), genetic variants that have been linked to disease. For instance, one company, GeneLink of Margate, New Jersey, tells people what vitamins they should take, based on SNPs involved in cellular responses to certain toxins. GeneLink declined to comment on its products.

But many scientists argue that it's far too early for most of these tests to be useful. "The idea of marketing any individual genetic test at this point assumes there is information to justify the use of that test, and we really don't have evidence that any single genetic marker

carries enough information to guide dietary treatments," says Ronald Krauss, director of atherosclerosis research at CHORI.

The direct-to-consumer tests also raise ethical issues that affect the whole field. For instance, some companies sell the results of their genetic profiles to other firms, which use the information for research on genes and disease. Although consumers must give their consent, they may not necessarily understand what they're agreeing to, says ethicist David Castle of the University of Guelph. Castle is collaborating with the University of Toronto's Inuit Center for Bioethics in soliciting comments on a joint working paper on ethics and nutrigenomics.

At the nutrigenomics meeting, Castle argued that even though the field is very young, scientists must begin talking to the public about such issues.

"This technology could end up affecting something that every person does every day, which is eat," Castle says. "It's not a situation where you want to roll out the science and the products and then go back and ask people how they feel about it."

NUTRIGENOMIKA

Cílové geny
Mechanismy
Cesty

Molekulární
výživa
a genomika

- identifikace výživových složek
- Identifikace senzorů pro tyto složky
- Identifikace cílových genů
- Rekonstrukce signálních cest

Malé výzkumné subjekty,
malé rozpočty

Strav
a



Biomarkery

Biologie systémové
výživy

- měření stresových signálů, reakcí
- Identification of early biomarkers
- Velká výzkumná konzorcia

komplexnost

STRATEGIE NUTRIGENOMIKY

