

# Genetika kvantitativních znaků – kvalitativní a kvantitativní znaky, rozklad fenotypové variance, heritabilita?

**Modul no.: Genetika zvířat**

Luboš Vostrý

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů



# FENOTYP

- **Fenotyp** je soubor pozorovatelných charakteristik (vlastností a znaků) vykazovaných organismem a je funkcí genotypu a prostředí.
- Fenotyp představuje soubor **znaků** (kvalitativních) a **vlastností** (kvantitativních).

## Znaky kvalitativní

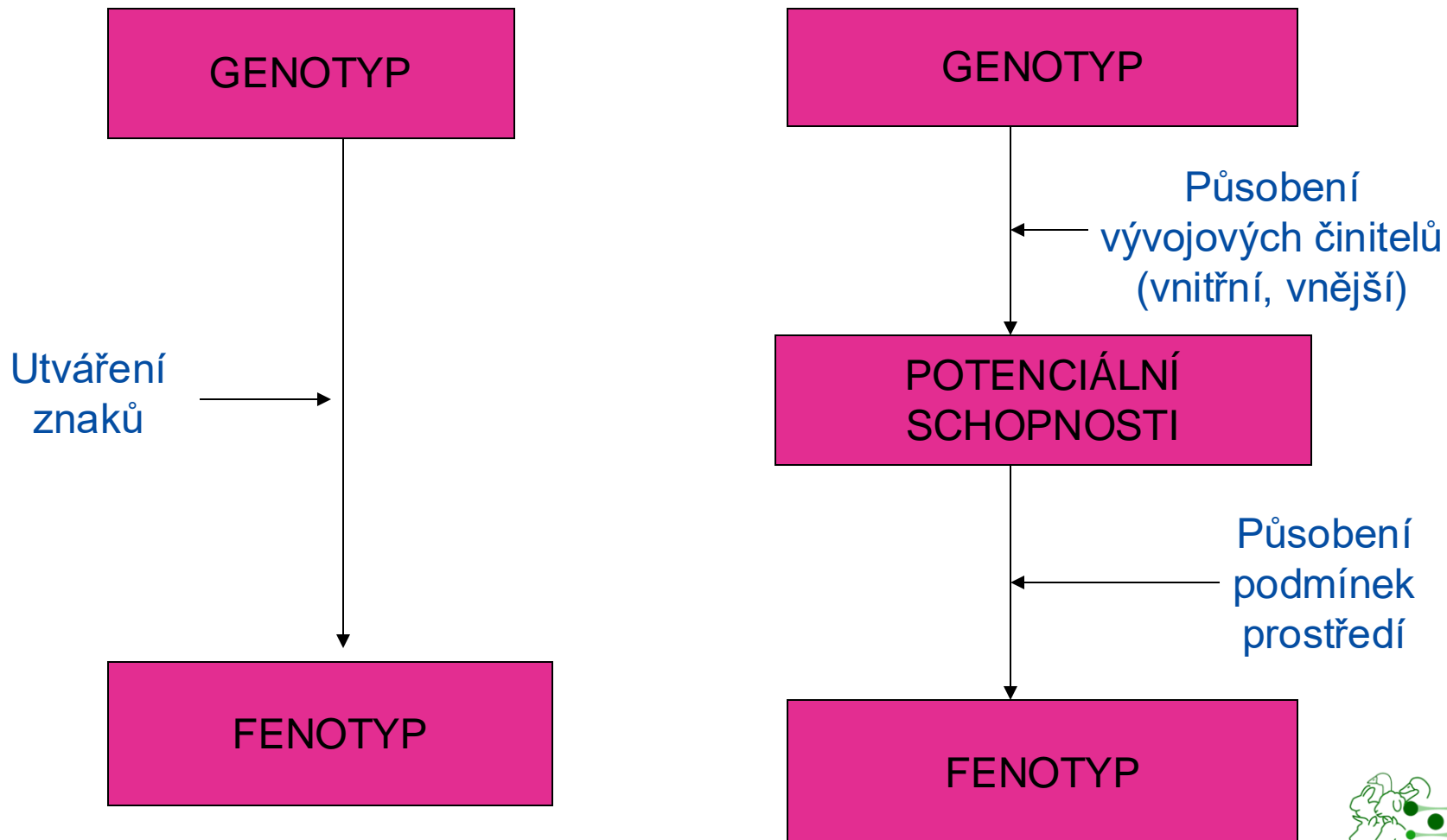
- Jedná se o znaky s jasným rozlišením mezi fenotypy, tj. s jasně rozlišitelnými kategoriemi (např. srst, přítomnost rohů, ...).
- Jsou ovlivněny malým počtem genů velkého účinku (majorgeny, oligogeny).
- Vliv vnějšího prostředí na daný znak je zanedbatelný.
- Vykazují alternativní proměnlivost.
- Příklady: zbarvení zvířat, genetické choroby atd.

## Vlastnosti kvantitativní

- Jsou ty znaky se spojitým vývinem vlastnosti.
- Jsou ovlivněny velkým počtem genů malého účinku (minorgeny, polygeny).
- Vliv vnějšího prostředí se podílí různým podílem u různých vlastností.
- Vykazují spojitou (plynulou) proměnlivost.
- Příklady: užitkové vlastnosti a jejich produkční ukazatele atd.



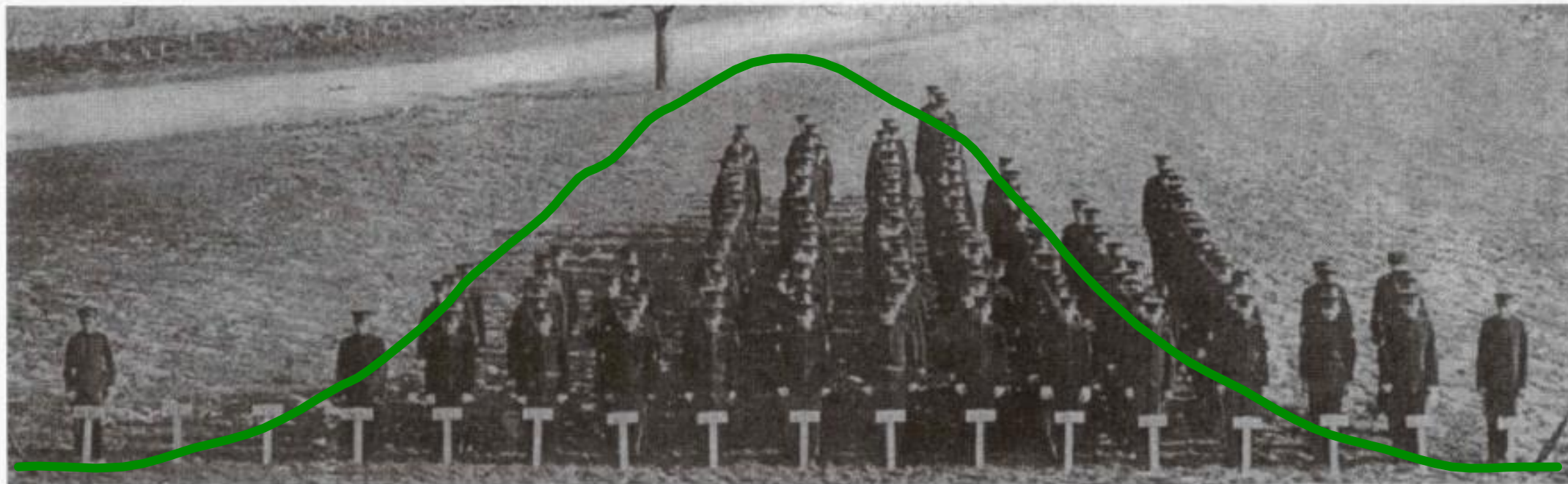
# Vztah genotypu a fenotypu



ISAGREED

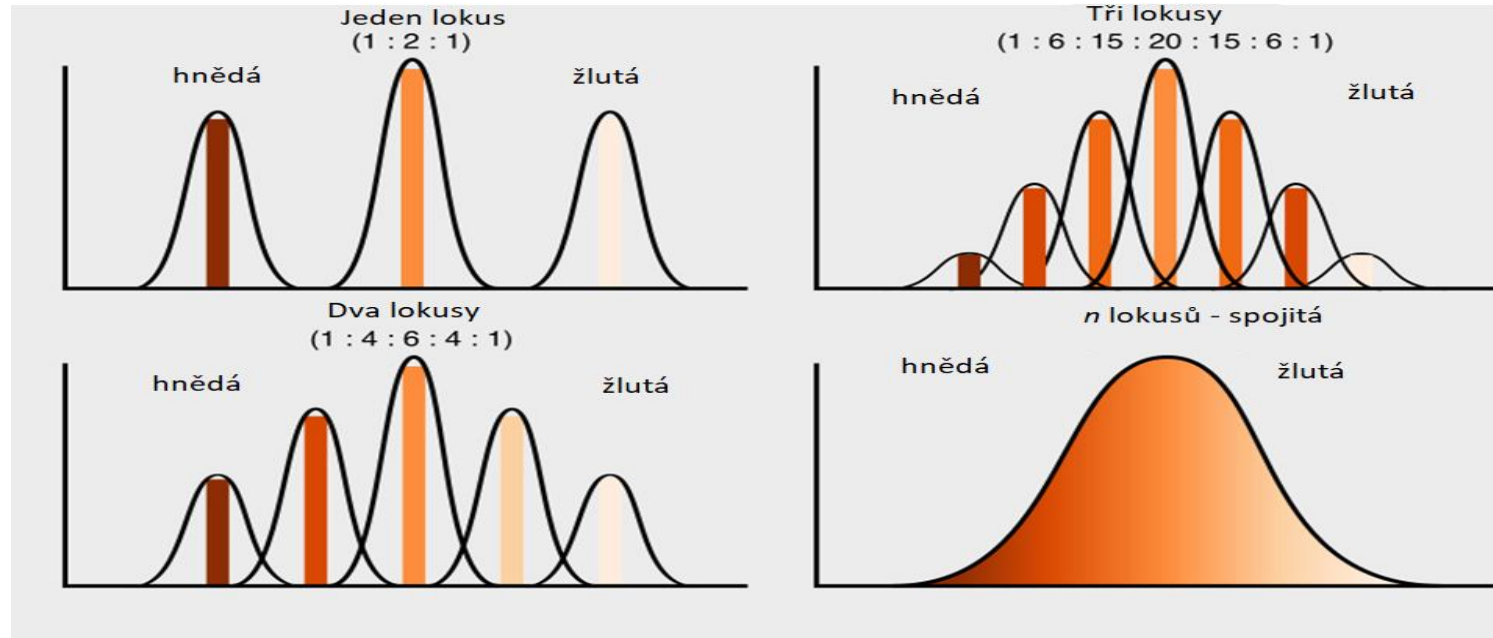
# Normální rozdělení výšky člověka

ISAGREED



4:10 4:11 5:0 5:1 5:2 5:3 5:4 5:5 5:6 5:7 5:8 5:9 5:10 5:11 6:0 6:1 6:2

# Podstata genetické variability



Mendelistická genetika



Biometrická genetika

populační – statistické – parametry (průměr, rozptyl, atd...)

ISAGREED



## Aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$$

## Rozptyl

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

## Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{s^2}$$

| $x$ | $x_i - \bar{x}$ | $(x_i - \bar{x})^2$ |
|-----|-----------------|---------------------|
| 60  | 1.80            | 3.24                |
| 74  | 15.80           | 249.64              |
| 58  | -0.20           | 0.04                |
| 61  | 2.80            | 7.84                |
| 56  | -2.20           | 4.84                |
| 55  | -3.20           | 10.24               |
| 54  | -4.20           | 17.64               |
| 57  | -1.20           | 1.44                |
| 65  | 6.80            | 46.24               |
| 42  | -16.20          | 262.44              |

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 603.60$$

$$\bar{x} = (582/10) = 58.20$$

$$s_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} = \frac{603.60}{9} = 67.07$$

$$s_x = \sqrt{s_x^2} = \sqrt{67.07} = 8.19$$



# Biometrická definice fenotypu

$$P = G + E + G \times E$$

P = fenotypová hodnota

G = vliv genotypu

E = vliv prostředí

G × E = interakce genotyp x prostředí

ISAGREED



$$\sigma^2_P = \sigma^2_{P+} + \sigma^2_{P+} + 2cov_{GxE}$$

$\sigma^2_P$  = Celková fenotypové proměnlivosti

$\sigma^2_G$  = genetická proměnlivost

$\sigma^2_A$  = variabilita ovlivněna aditivitou

$\sigma^2_D$  = variabilita ovlivněna dominancí

$\sigma^2_I$  = variabilita ovlivněna interakcí (epistází)

$\sigma^2_E$  = variance ovlivněna prostředím

$\sigma^2_{Ep}$  = variabilita ovlivněna trvalými (systematickými) prostředovými efekty

$\sigma^2_{Et}$  = variabilita ovlivněna dočasnými (nesystematickými) prostředovými efekty

$cov_{GE}$  = vztah mezi genotypem a prostředím



## Aditivita

Každý gen má nějaký účinek, obecně se předpokládá, že dominantní alela vykazuje vyšší hodnotu užitečnosti (např. 5 kg) než alela recesivní (např. 2 kg). Genetická hodnota daného genotypu ovlivněna pouze efektem aditivity (A) je:

$$\begin{array}{cccccccc} \mathbf{A} & \mathbf{a} & \mathbf{B} & \mathbf{B} & \mathbf{c} & \mathbf{c} & \mathbf{D} & \mathbf{d} & \mathbf{E} & \mathbf{E} & \mathbf{f} & \mathbf{f} \\ 5+2+5+5+2+2+5+2+5+5+2+2 = \mathbf{38 \text{ kg.}} \end{array}$$

## Dominance

Pokud existuje například superdominance, to znamená, že pokud jsou alely na jednom lokusu heterozygotní, dochází k zvýšení užitečnosti o 10 kg. Genetická hodnota daného genotypu ovlivněna pouze efektem dominance (D) je:

$$\begin{array}{cccccccc} \mathbf{A} & \mathbf{a} & \mathbf{B} & \mathbf{B} & \mathbf{c} & \mathbf{c} & \mathbf{D} & \mathbf{d} & \mathbf{E} & \mathbf{E} & \mathbf{f} & \mathbf{f} \\ 10 & 0 & 0 & 10 & 0 & 0 = \mathbf{20 \text{ kg.}} \end{array}$$

## Interakce

Interakce (epistáze) (I) mezi dvěma alelami na různých lokusech (např. A a B – zvyšuje o 10 kg). Genetická hodnota daného genotypu ovlivněna pouze efektem interakce je **20 kg**.

**Celková genotypová hodnota (G) je pak  
78 kg (G = A + D + I = 38 + 20 + 20).**



Co-funded by  
the European Union

# PROSTŘEŽOVÁ VARIABILITA

## Systematické efekty

- Působí na skupinu zvířat ve stejném směru a velikosti.
- Dají se eliminovat výpočetním způsobem či standardizací:
  - vnitřní: věk, četnost vrhu, pořadí vrhu, pořadí laktace, pohlaví, atd.
  - vnější: hospodářství, oblast, stáj, rok, roční období, atd.

## Nesystematické efekty

- Působí na jednoho jedince v neznámém směru a o neznámé velikosti.
- Nedají se korigovat.
- Zanášení „šum“ do genetických odhadů a předpovědí.
- Reziduální chyba.





## Partners:



Siedlce University  
of Natural Sciences  
and Humanities



Czech University  
of Life Sciences Prague



# Děkuji vám za pozornost!

*This presentation has been supported by the Erasmus+ KA2 Cooperation Partnerships grant no. 2021-1-SK01-KA220-HED-000032068 "Innovation of the structure and content of study programs in the field of animal genetic and food resources management with the use of digitalisation - Inovácia obsahu a štruktúry študijných programov v oblasti manažmentu živočíšnych genetických a potravinových zdrojov s využitím digitalizácie". The European Commission support for the production of this presentation does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.*



Luboš Vostrý



vostry@af.czu.cz



# Zdroje obrázků

- <https://www.csun.edu/~hcmth031/ihhb.pdf>
- Vostrý, L. (2018): Úvod do šlechtění. Česká zemědělská univerzita v Praze, 108 s., ISBN: 978-80-213-2848-8.



Co-funded by  
the European Union