

Genetika reprodukčných znakov zvierat

Modul no. 1: Genetika živočíchov

doc. Ing. Martina Miluchová, PhD.; Ing. Michal Gábor, PhD.; Ing. Alica Navrátilová, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov



Co-funded by
the European Union

Reprodukcia

Reprodukcia je nevyhnutná pre všetky druhy, pretože je kľúčom k prežitiu a evolúcii.

Reprodukčné vlastnosti sú dôležité:

- pre prežitie druhu,
- pre trvalo udržateľnú produkciu potravín.

Zlepšenie reprodukčných vlastností súvisí s rôznymi oblasťami, pričom veľký vplyv má manažment, výživa a genetika.

Plodnosť

Plodnosť je schopnosť produkcie primerane početného a konštitučne zdatného potomstva.

Potenciálna plodnosť je schopnosť samice uvoľňovať vajíčka schopné oplodnenia bez ohľadu na to, čo sa s nimi deje ďalej, teda možno ju do značnej miery chápať ako dedične podmienenú plodnosť.

Skutočná plodnosť predstavuje počet živo uliahnutých mláďat a môže byť ovplyvnená prostredím.

Potenciálnu plodnosť možno teda považovať za výraz **genotypu** a **skutočnú plodnosť** za výraz **fenotypu** plodnosti.



Co-funded by
the European Union

Ukazovatele plodnosti

Ukazovatele plodnosti samíc:

- dĺžka gravidity,
- počet mláďat, počet vrhov v %,
- dĺžka medziobdobia,
- servis perióda,
- obtiažnosť pôrodu.

Ukazovatele plodnosti samcov:

- počet spermií,
- výskyt malformácií u spermií,
- libo sexualis – súvisí s hladinou pohlavných hormónov.

Faktory ovplyvňujúce reprodukčné vlastnosti

U hospodárskych zvierat ovplyvňujú reprodukčné vlastnosti **vnútorné** aj **vonkajšie faktory**. Tieto faktory možno kategorizovať ako:

- **vnútorné** - súvisia s genotypom zvieratá (rýchlosť ovulácie, veľkosť vrhu),
- **vonkajšie** - súvisia s prostredím zvieratá (hmotnosť matky, obdobie otelenia, infekcie, fotoperiódá).



Co-funded by
the European Union

Kvantitatívna genetika

Kvantitatívna genetika študuje dedičnosť **komplexných** fenotypových znakov.

Jej podstatou je štúdium fenotypových variácií medzi jedincami so zameraním predovšetkým na vlastnosti, ktoré nadobúdajú nepretržitý rozsah hodnôt.



Co-funded by
the European Union

Kvantitatívne znaky

Kvantitatívne znaky:

- sú podmienené veľkým počtom génov malého účinku – polygénmi,
- faktory prostredia majú veľký vplyv na premenlivosť daných znakov,
- majú plynulú, neprerušovanú, kontinuálnu premenlivosť (dajú sa nejakým spôsobom zmerať),
- v prípade dostatočného počtu jedincov majú tendenciu k normálnemu rozloženiu (distribúcii) fenotypových tried a je pre charakteristická tzv. **Gaussova krivka**,
- ich premenlivosť sa vyjadruje pomocou merných jednotiek a hodnotia sa štatistickými metódami.

Štatistické veličiny pre kvantitatívne znaky

So štatistických veličín sú dôležité:

1. **priemer** ($\bar{x}$), ktorý počítame ako $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$,
2. **variancia – rozptyl** (V, σ^2), ktorú možno vypočítať pomocou vzorca $V(\sigma)^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}$,
3. **stredná chyba** (s_x), ktorá sa počíta ako $s_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$,
4. **smerodajná odchýlka** (s), ktorá sa stanovuje ako $s = \sqrt{\sigma^2} (V)$,
5. **variačný koeficient**, ktorý počítame pomocou vzorca $V = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$.

Genetické parametre kvantitatívnych vlastností

1. Primárne genetické parametre:

- genetický rozptyl σ^2_G ,
- rozptyl prostredia σ^2_E ,
- kovariancia – spoločná premenlivosť dvoch daných vlastností.

2. Sekundárne genetické parametre:

- dedivosť (heritabilita),
- opakovateľnosť,
- genetické, enviromentálne a fenotypové korelácie.



Co-funded by
the European Union

Rozklad fenotypovej variancie

Fenotypová hodnota P jedinca je súčtom **genotypovej hodnoty G** tohto jedinca a jeho **environmentálnej hodnoty E** :

$$P = G + E$$

Variancia fenotypu, ktorá je definovaná ako $G + E$, je daná vzťahom:

$$V_P = V_G + V_E + 2\text{cov}_{GE} \text{ alebo } \sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2 + 2\text{cov}_{GE}$$

V_P - variancia fenotypových hodnôt,

V_G - variancia genotypových hodnôt,

V_E - variancia odchýlok prostredia,

cov_{GE} - kovariancia medzi genotypom a prostredím.



Co-funded by
the European Union

Heritabilita – dedivosť

Heritabilita je mierou podielu genotypu na fenotypovej realizácii znaku, určuje podiel dedične podmienenej zložky na konečnom fenotypovom prejave znaku.

Heritabilita naznačuje podobnosť medzi rodičmi a ich potomkami.



Co-funded by
the European Union

Koeficient dedivosti – h^2

1. Koeficient dedivosti v širšom zmysle slova:

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_P^2} \quad \text{alebo} \quad h^2 = \frac{V_G}{V_P}$$

- zahŕňa všetky zložky genotypovej variance,
- vyjadruje, do akej miery je fenotyp jedinca podmienený genotypom.

2. Koeficient dedivosti v užšom zmysle slova:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2} \quad \text{alebo} \quad h^2 = \frac{V_A}{V_P}$$

- zahŕňa zložku genotypovej variance zapríčinenú aditívnym účinkom alel,
- vyjadruje, do akej miery je fenotyp jedincov determinovaný dvoma nezávislými sadami génov, ktoré získali od rodičov - tzn. určuje mieru podobnosti medzi príbuznými.



Co-funded by
the European Union

Hodnoty koeficientu dedivosti

Hodnoty koeficientu dedivosti kolíšu od **0** do **1** alebo od **0** do **100 %**.

Na výslednú hodnotu koeficientu dedivosti (h^2) vplývajú:

- stupeň premenlivosti sledovanej vlastnosti,
- stupeň rôznorodosti genotypov v sledovanej populácii,
- stupeň rôznorodosti chovateľských podmienok.



Co-funded by
the European Union

Opakovateľnosť

Opakovateľnosť vyjadruje mieru podobnosti hodnôt niekoľkokrát sa opakujúcich znakov alebo vlastností v danej populácii. Opakovateľnosť produkčných vlastností organizmov je z hľadiska selekcie a šľachtenia rozdelená do štyroch skupín:

- *opakovateľnosť v čase,*
- *opakovateľnosť parciálna,*
- *opakovateľnosť v priestore (topografická),*
- *opakovateľnosť paratypová (prostred'ová).*



Co-funded by
the European Union

Koeficient opakovateľnosti - r_{op}

Koeficient opakovateľnosti udáva podiel premenlivosti zapríčinený genetickými rozdielmi z celkovej fenotypovej premenlivosti. Zahŕňa celú zložku genotypovej premenlivosti, ale aj varianciu podmienenú pôsobením trvalého prostredia a varianciu podmienenú interakciou medzi trvalým prostredím a genotypom:

$$r_{OP} = (\sigma_G^2 + \sigma_{Ep}^2 + \sigma_{GEp}^2) / \sigma_P^2$$



Co-funded by
the European Union

Dedivosť reprodukčných znakov

Dedivosť reprodukčných vlastností je **nízka** až **stredná**, takže na identifikáciu špecifických voliteľných atribútov je potrebný rozsiahly záznam údajov. **Samčie reprodukčné znaky** sú **stredne dedivé** a mohli by byť použité v selekčných programoch. Naopak, **samičie reprodukčné znaky** sú **nízko dedivé** a sú v súčasnosti limitujúcim faktorom genetického zlepšenia.



Co-funded by
the European Union

Odhad dedivosti reprodukčných znakov hovädzieho dobytku

Znaky hodnotené u býkov

Znak	h^2
Obvod mieška	0,36- 0,75
Koncentrácia spermií	0,10- 0,56
Pohyblivosť spermií	0,01- 0,51
Percento živých spermií	0,00- 0,22
Počet spermií	0,03- 0,54
Objem spermy	0,04- 0,65
Abnormality spermií/normálne	0,07- 0,35



Co-funded by
the European Union

Odhad dedivosti reprodukčných znakov hovädzieho dobytku

Znaky hodnotené u kráv a jalovíc

Znak	h^2
Vek pri nástupe prvej ruje	0,310
Vek pri prvom otelení	0,040- 0,310
Inseminačný interval	0,010- 0,036
Medziobdobie	0,020- 0,125
Servis perioda	0,110- 0,154

Odhad dedivosti reprodukčních znaků ošípaných

Znaky hodnotené u kanců

Znak	h ²
Objem ejakulátu (ml)	0.17-0.58
Pohyblivost' (%) 2	0.20-0.38
Celkový počet spermií v ejakulátu (x10 ⁹)	0.10-0.42

Odhad dedivosti reprodukčných znakov ošípaných

Znaky hodnotené u prasníc

Znak	h2
Vek prvej servis periódy (dni)	0.37
Vek v puberte (dni)	0.38 – 0.76
Hmotnosť v puberte (kg)	0.46
Interval medzi odstavom a rujou (dni)	0.24
Interval od odstavu do servis periódy, po prvom vrhu (dni)	0.06
Interval medzi odstavom a rujou po druhom vrhu (dni)	0.3

Odhad dedivosti reprodukčných znakov ošípaných

Znaky hodnotené u prasníc – veľkosť vrhu

Znak	h ²
Miera ovulácie	0.24 – 0.42
Prežívanie embryí (%)	0.14
Počet plodov v 50. deň	0.18
Počet živonarodených prasiatok na vrh	0.10 - 0.23
Počet živonarodených prasiatok v prvom vrhu	0.10
Počet živonarodených prasiatok v druhom vrhu	0.1
Počet ešte narodených prasiatok na vrh	0.17 - 0.29
Podiel mŕtvonarodených prasiatok vo vrhu (%)	0.08
Celková pôrodná hmotnosť vrhu (kg)	0.32

Odhad dedivosti reprodukčných znakov oviec

Znak	h^2
Miera počatia	0.06
Počet narodených jahniat	0.10
Počet živonarodených jahniat	0.05
Počet živých jahniat pri odstave	0.01
Priemerná hmotnosť vrhu na narodené jahňa (kg)	0.13
Priemerná hmotnosť vrhu na jedno odstavené jahňa (kg)	0.15
Počet narodených jahniat na exponovanú bahnicu	0.09
Počet odstavených jahniat na exponovanú bahnicu	0.07
Celková hmotnosť vrhu pri narodení (kg)	0.40
Celková hmotnosť vrhu pri odstave (kg)	0.17
Celková hmotnosť vrhu pri narodení na vystavenú bahnicu (kg)	0.13
Celková hmotnosť vrhu pri odstavení na exponovanú bahnicu (kg)	0.11
Jahňatá, ktoré prežili do odstavu (%)	0.12

Odhad dedivosti reprodukčných znakov koní

Znaky hodnotené u žrebcov

Znak	h^2
Vek pri prvom žriebäti	0,07-0,26
Vek pri poslednom žriebäti	0,05-0,28
Priemerný reprodukčný život	0,04-0,13

Odhad dedivosti reprodukčných znakov koní

Znaky hodnotené u kobýl

Znak	h^2
Vek pri prvom žriebäti	0,09-0,32
Vek pri poslednom žriebäti	0,08-0,25
Priemerný interval medzi žriebätami	0,05-0,42
Interval medzi prvým a druhým žriebäťom	0,02-0,3
Priemerný reprodukčný život	0,07-0,2



Siedlce University
of Natural Sciences
and Humanities

Partners:



Czech University
of Life Sciences Prague



Thank you for your attention!

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.



Martina Miluchová



martina.miluchova@uniag.sk



Co-funded by
the European Union

Zoznam použitej literatúry

1. Berry DP, Wall E, Pryce JE. Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal*. 2014 May;8 Suppl 1:105-21. doi: 10.1017/S1751731114000743. Epub 2014 Apr 4. PMID: 24703258.
2. Gómez MD, Sánchez MJ, Bartolomé E, Cervantes I, Poyato-Bonilla J, Demyda-Peyrás S, Valera M. Phenotypic and genetic analysis of reproductive traits in horse populations with different breeding purposes. *Animal*. 2020 Jul;14(7):1351-1361. doi: 10.1017/S1751731120000087. Epub 2020 Feb 6. PMID: 32026801.
3. Rosati A, Mousa E, Van Vleck LD, Young LD. Genetic parameters of reproductive traits in sheep. *Small Ruminant Research*. 2002; 43(1):65-74. doi: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(01\)00256-5](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(01)00256-5).
4. Zak LJ, Gaustad AH, Bolarin A, Broekhuijse MLWJ, Walling GA, Knol EF. Genetic control of complex traits, with a focus on reproduction in pigs. *Mol Reprod Dev*. 2017 Sep;84(9):1004-1011. doi: 10.1002/mrd.22875. Epub 2017 Sep 11. PMID: 28792084.



Co-funded by
the European Union