

Genetika ve šlechtění zvířat

část 3. (rough draft version)

4. Genetické základy šlechtění hospodářských zvířat

Obecné principy postupu šlechtění

Šlechtění je ekonomicky výhodnější než prostá produkce živočišných produktů at v krátkodobém nebo v dlouhodobém časovém horizontu. Šlechtění zvířat je jednou z nejefektivnějších činností s největší návratností vložených prostředků v rámci zemědělství.

Samotný proces *šlechtění* je tou složkou plemenářské práce, která změnami v genotypové složce fenotypu dosahuje změny ve fenotypech hospodářských zvířat. Jsou to tedy veškeré zásahy do genotypové složky fenotypu, jejichž cílem je zvýšit plemennou hodnotu zvířat (vytvářet geneticky nadřazené jedince). *Plemenářskou prací* pak rozumíme soubor všech zootechnicko-organizačních a ekonomických opatření, které vedou k všestrannému zvyšování užitečnosti hospodářských zvířat.

Genetika hospodářských zvířat

(kvantitativní genetika, genetika populací kvalitativních znaků, molekulární genetika, ...)



Genetické základy šlechtění HZ

Specifika šlechtění

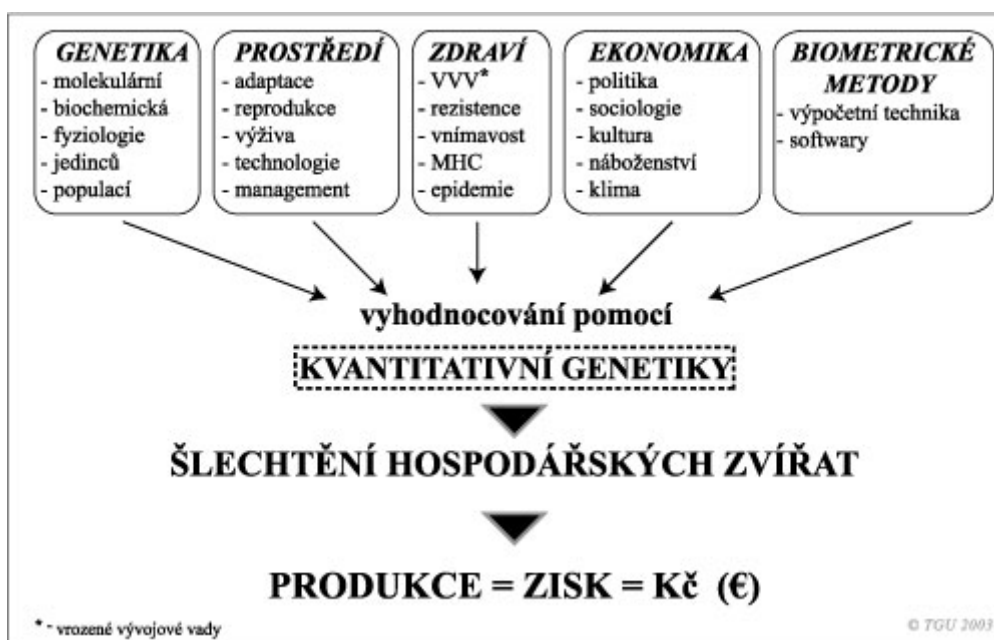
1. Delší časový odstup mezi uplatněním jednotlivých opatření a jejich účinkem. Délka tohoto odstupe souvisí s reprodukčními ukazateli a pohybuje se od několika měsíců do více než pěti let.
2. Důsledky plemenářských zásahů jsou dlouhodobé, i když změny v kvalitativní skladbě populace lze v některých případech dosáhnout již v první generaci potomstva.
3. Plemenářská opatření se realizují v konkrétních ekonomických a výrobních podmínkách jedné etapy, ale jsou zaměřeny na potřeby a podmínky etap následujících. Proto je nedílnou součástí plemenářské práce koncepční a prognostická činnost.

Z toho vyplývá, že šlechtitelská činnost a šlechtitelská opatření jsou provázaným procesem, který je dán několika vzájemně se doplňujícími složkami:

- stanovení chovného cíle a celopopulačních šlechtitelských programů a jejich realizace,
- zjišťování a evidování původu, znaků a vlastností vyjmenovaných hospodářských zvířat,
- provádění kontroly užitečnosti, výkonnostních testů, kontroly dědičnosti, posuzování vlastností, znaků a zdraví hospodářských zvířat,
- kvalifikovaný odhad plemenné hodnoty a kombinačních schopností jedinců a populací
- vedení plemenných knih nebo plemenářských evidencí,
- ověřování a osvědčování původu nebo stanovování genetického typu plemenných zvířat,
- hodnocení hospodářských zvířat a jejich cílevědomá selekce a přípařování v souladu se šlechtitelskými programy a cíli,
- ochrana dědičných vlastností a znaků určité populace (genofondu) a udržování genetických zdrojů,
- vystavování dokladů o původu a výkonnosti plemenných zvířat,

- zveřejňování dosažených plemenných hodnot zvířat, výsledků šlechtění a plemenářské činnosti.

Optimální využití jednotlivých složek z hlediska zootechnického i ekonomického je dáno formou plemenářských programů, které zároveň přihlíží i k širším souvislostem ekonomiky daného odvětví živočišné výroby. Šlechtitelské programy jsou optimalizovány tak, aby byl s co nejnižšími náklady dosažen co nejvyšší *genetický pokrok*. Měřítkem úspěšnosti šlechtění a tím i kontrolou šlechtění je *genetický zisk* dosahovaný v užitkových chovech. Základní prvky, které ovlivňují genetický zisk, jsou spolehlivost odhadu plemenné hodnoty, intenzita selekce a délka generačního intervalu. Soulad předpovídaného a dosaženého genetického zisku je východiskem pro kontrolu a průběžné úpravy postupů šlechtění.



Mustíme šlechtit? Nebo stačí jen dovážet cizí materiál?

Moc možností není, ale je nutné říci, že i dovezený materiál je nutné šlechtit, protože má sice vysokou PH, ale v jiných podmínkách. Je tedy nutné šlechtit přinejmenším jejich potomstvo na adaptaci v lokálních podmínkách.

Cíle šlechtění hospodářských zvířat

<p>Cíle chovu:</p> <ul style="list-style-type: none"> výživa obyvatel příjmy chovatelů uchování plemen (biodiverzita) potěšení, zábava 	}	trvalá udržitelnost
--	---	---------------------

Cíl šlechtění:

- zvýšení užitkovosti – limitováno fyziologickými a morfologickými hranicemi, využití genetických korelací (tj. ty, které jsou fixovány na úrovni genotypu (zmasilost x kvalita masa)
- snížení nákladů
 - zkrácení generačního intervalu (GI – průměrný věk rodičů při narození potomstva do plemenitby v průměru)
 - zvýšení efektu selekce

- ranná testace – co nejdříve, např. na úrovni DNA při narození, spojeno s GI
- dlouhověkost matek
- zvýšení konverze krmiva
- zlepšení kvality produktů
 - optimální složení produktů (např. poměr bílkovina/tuk v mléce, obsah IMT v mase)
 - žádná kontaminace – „bezpečné potraviny“
- welfare chovu zvířat (pohoda)
 - zacházení se zvířaty, úprava prostředí, ...
 - zoohygiena + etologie
- zlepšování zdravotního stavu
 - aby mohlo produkovat, musí být zdravé
 - šlechtit na specifickou rezistenci, tj. na konkrétní chorobu
 - šlechtit na obecnou rezistenci, tj. na KONSTITUCI
- uchování genových rezerv
 - uchování dostatečné variability populace, abychom měli z čeho vybírat pro selekci a křížení a dosahovat tak genetického zisku

Hodnocení úspěšnosti šlechtění

1. genetický zisk (ΔG) pro soubor vlastností celého organismu (o tom, která vlastnost je důležitá rozhodne relativní ekonomická hodnota)
2. zlepšení prostředí a techniky chovu
3. ekonomický zisk

Celková ekonomická změna (ΔC)

$$\Delta C = \Delta G + \Delta T$$

ΔG – souhrnný genetický zisk
 ΔT – zisk v důsledku zlepšeného prostředí a technikou chovu

Postavení šlechtění v rámci chovu hosp. zvířat



- rozdíl např. nížinná oblast a horská; pracovní síly, odbyt produktů; podmínky dány přírodními a výrobními podmínkami \Rightarrow rozhodnutí o *výrobním zaměření*
- navazuje na 1
 - volím intenzivní, extenzivní či ekologické hospodaření dle přírodních, ekonomických, organizačních a personálních podmínek \Rightarrow rozhodnutí o *produkčním systému*
- pro plemeno nebo křížence se rozhodnu podle 1 a 2 – hledat vhodný genotyp pro dané podmínky a produkční systém
- následuje po 1 – 3

Protože je každý genotyp vhodný jen pro určitý produkční systém v závislosti na výrobním zaměření a podmínkách, nedochází zde ke konkurenčnímu tlaku mezi genotypy (plemeny), ale k jejich vzájemnému doplnění. Každé plemeno je vyšlechtěno pro jiné výrobní zaměření.

Až po zvolení vyhovujícího genotypu se volí další strategie šlechtění (animal improvement – zlepšování, pokrok, animal breeding)

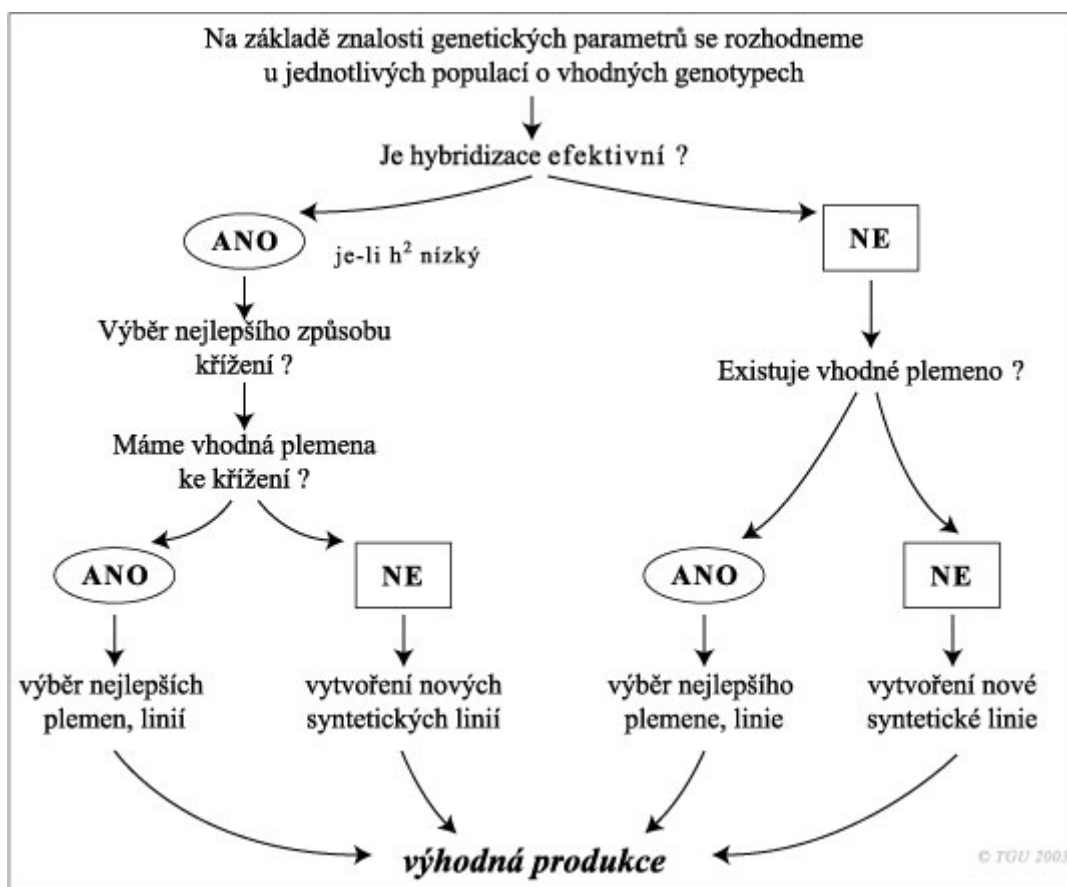
Výběr vhodného genotypu pro šlechtění

Genetické parametry¹

znalost jednotlivých populací

Genetické rozdíly mezi plemeny, liniemi u sledovaných vlastností

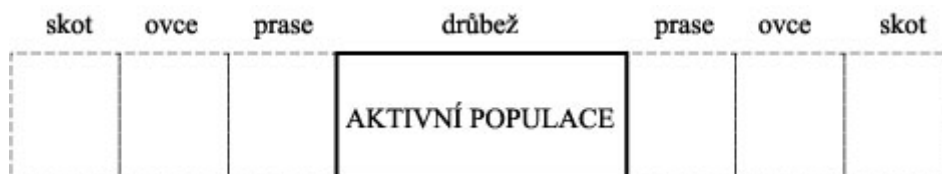
- provést rozhodnutí zda je efektivnější použít čistokrevnou plemenitbu nebo hybridizaci (výrazné heterozní či maternální efekty, chovy neprodávající chovná zvířata)
- najít nejlepší způsob křížení vybraných plemen či linií (viz. obecná zootechnika)
- popř. vytvořit si syntetickou linii



Přenos GI ze ŠCH do UCH

- přenos genů od aktivní šlechtěné populace (testace, KU, OPH, výběr do plemenitby) do pasivní (užitkového chovu) ⇒ zvyšován ΔG a ekonomika UCH
- uživatelé produktů šlechtitelského procesu jsou, ale všichni chovatelé využívající takováto zvířata

¹ šlechtíme na základě koeficientu dědivosti, opakovatelnosti, genetických korelací, efekty hybridizace



Nejmenší šlechtitelskou základnu² má *drůbež* (pouze 20 šlechtitelských firem produkuje drůbež pro UCH celého světa – šlechtitelské jádro – nukleus).

Prasata – širší šlechtitelská základna, 27 ŠCH (u nás je aktivních asi 11).

Ovce – mezi prasaty a skotem.

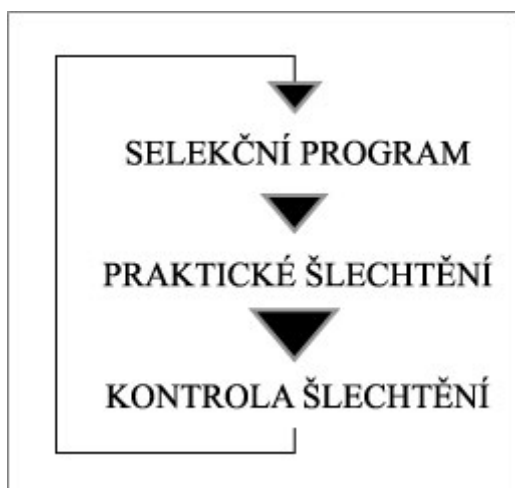
Skot – každý chovatel je šlechtitel, protože probíhá-li u něj KU, je zapojen do šlechtění; téměř každá plemenice je matkou nové populace – široká populace.

Výsledek šlechtění se projeví v uživatkovosti především v uživatkových chovech. Z toho vyplývá rozdělení zisku ze šlechtění: šlechtitel – (obchodník s genetickým materiálem) – chovatel.

Fáze šlechtění hospodářských zvířat

Šlechtění hospodářských zvířat lze rozdělit do několika fází.

1. Vypracování *návrhu selekčního programu* (breeding program design) – jakožto souhrn organizačních opatření, kdy je za pomoci řízené plemenitby dosahovaná vyšší ekonomická úroveň chovu další generace. Provádí se předpověď genetického zisku ΔG (efektu selekce) u vybraných vlastností a efekt ekonomický.
2. Při *praktickém šlechtění* se setkávají chovatelé a organizace oprávněné a pověřené dle zákona o plemenitbě hosp. zvířat)
3. Zjištění skutečného genetického zisku se děje při *kontrole šlechtění* – míra úspěšnosti selekčního programu. Možnost korekce pro další vývoj selekčního programu.

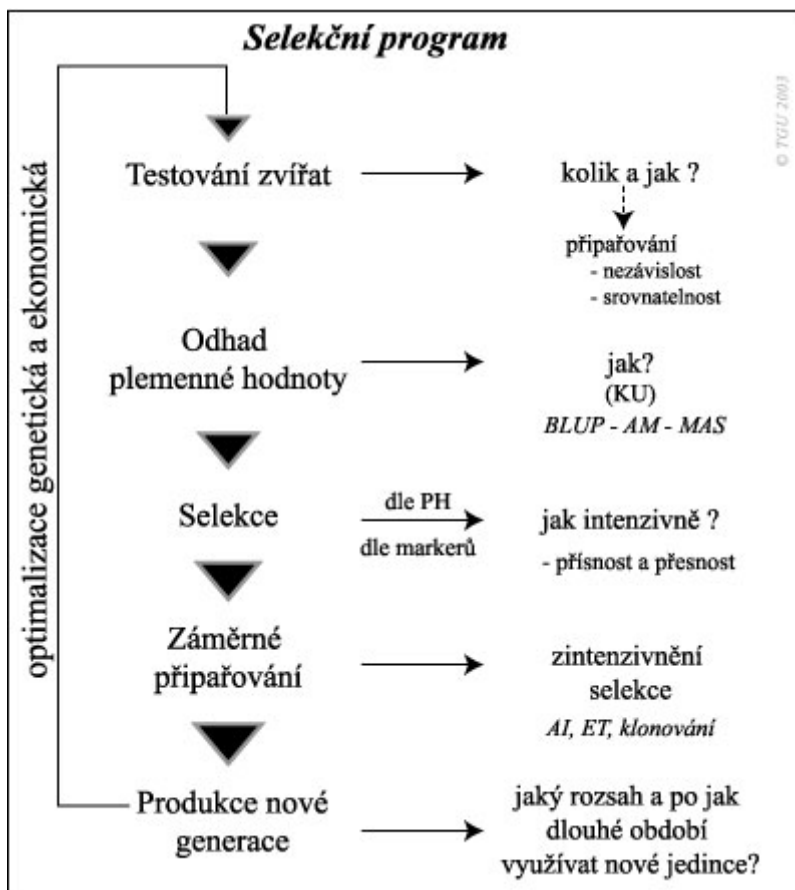


- předpověď ΔG efektivnosti na základě vlastností z KU a KD (vědecká sféra)
- oprávněné a pověřené organizace (šlechtění a plemenitba, zákon ...)
- dosahovaný ΔG
- porovnání efektů (finanční)
- zdokonalení selekčního programu

Kroky šlechtění plemene, linie nebo syntetické populace v průběhu generací – selekční program

Uzavřený cyklus kroků selekčního programu je neustále opakován po generacích a neustále optimalizován pro dosažení maximálního genetického a ekonomického zisku.

² v závislosti na reprodukční schopnosti živočišného druhu



AI – umělá inseminace (artificial insemination)

BLUP – nejlepší lineární nestranný odhad

AM – individuální hodnocení jedince (rozpracovaný BLUP)

MAS – markery podporovaná selektce (upřesnění AM)

GAS – geny podporovaná selektce

Testace: záměrné připárování, evidence potomků a KU vlastností. Různé genotypy by se měly potkat ve srovnatelných podmínkách. Důležitý je rozsah testace – počet potomků a vrstevníků po každém plemeníkovi.

OPH: na základě KU stanovit odhad PH.

Selektce: na základě OPH jsou do plemenitby zařazováni jedinci vyhovující požadavkům chovatele. Je nutná přísnost (intenzita selektce) a přesnost (vliv rozsah testace a metody OPH).

Záměrné připárování: Účelné rozmnožování špičkových jedinců, aby rozšířili své geny a produkovali nejlepší potomky v šlechtěných vlastnostech. Využívání reprodukčních technik. V důsledku překonání těchto jedinců časem výkonnějšími mladšími se musí také rozhodnout o době jejich působení v top populaci.

Nová generace musí být znova testována, čímž se smyčka selekčního programu uzavírá.

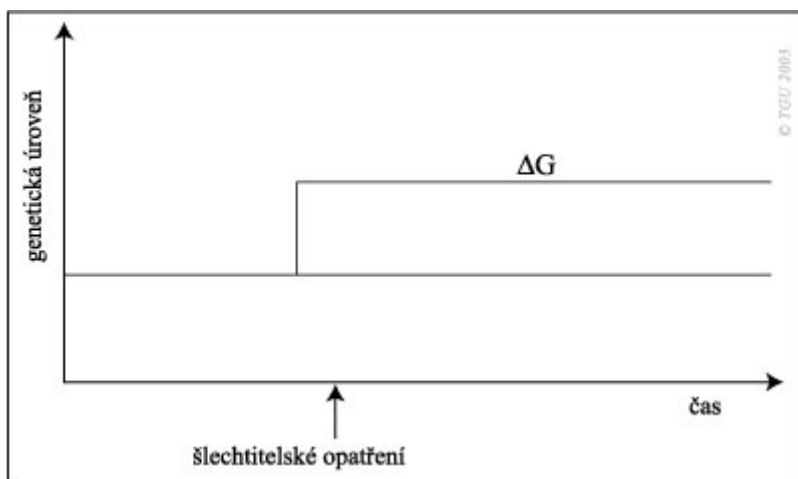
Hlavním hlediskem výběru vhodného selekčního programu je dosažený maximální genetický zisk při minimálních nákladech na šlechtění a chov.

Genetický zisk

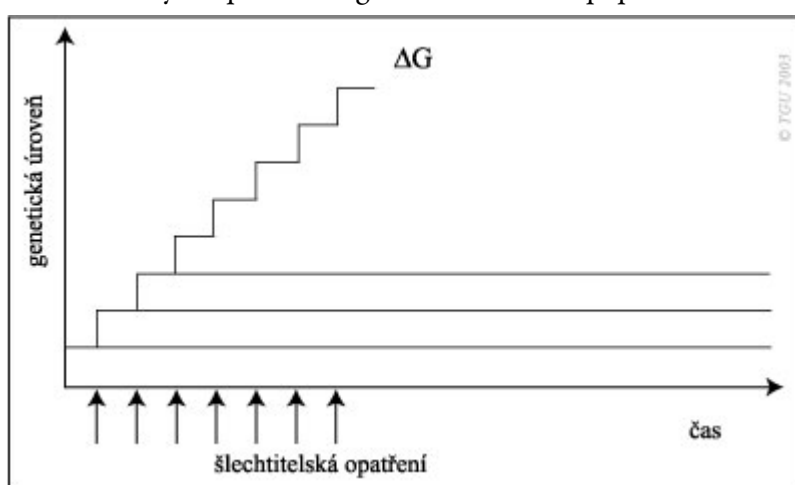
Hlavní cíl šlechtění je genetický zisk ΔG (selekční zisk, odpověď na selekci, ...). Je nutné organizovat selekční program (jeho jednotlivé kroky) tak, aby bylo dosaženo co největšího ΔG . Není-li tomu tak, nejde o šlechtění, ale jen o plemenitbu.

Protože se jedná o cílenou změnu genetické struktury populace, je efekt šlechtění (dosažená genetická úroveň) předáván do dalších generací, na který však působí negativně přírodní selektce (dosažení úrovně s co nejvyšší entropií).

Vliv jednorázového šlechtitelského opatření na genetickou úroveň populace



Vliv pravidelně opakovaných šlechtitelských opatření na genetickou úroveň populace



Při trvalém a systematickém používání selekčního programu se dosahuje postupného a trvajících zvyšování genetické úrovně. Proložená přímka po „schůdkách“ vyjadřuje genetický zisk za jednotku času (např. 1 rok). Tento parametr také slouží jako kontrola efektivity selekčního programu.

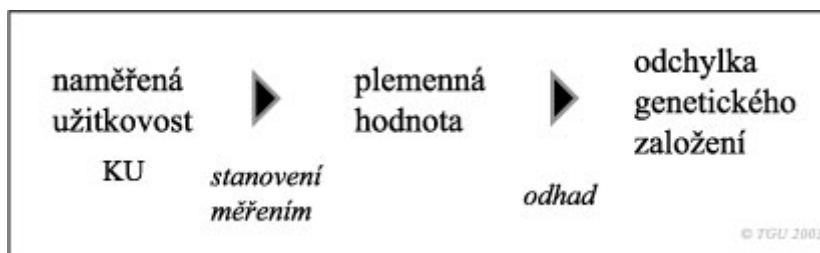
Plemenná hodnota a genetické založení

Základem efektivního šlechtění je objektivní *stanovení plemenných hodnot* plemenných zvířat a na ně navazující přípařování vybraných jedinců.

Užitkové vlastnosti jsou převážně kvantitativního charakteru a na jejich manifestaci se podílí genetické založení a chovatelské podmínky. I když jsou první výsledky mapování genů takovýchto lokusů (QTL), celé genetické založení nelze zatím pro takovéto komplexní vlastnosti (jako jsou užitkové) zjistit. Lze zjistit rozdíly mezi užitkovostmi způsobené různými genotypy. Tyto rozdíly jsou **odhadnutelné**. (Genetické založení je *neodhadnutelné*!)

Plemenná hodnota je základní parametr šlechtění. Jedná se o odhad genetického založení jedince (jeho jedinečný genotyp) vyjádřené odchylkou v užitkové vlastnosti od průměru vrstevníků. Jedná se o odhad (pouze určitý stupeň jistoty). Protože je to odchylka, je vyjádřena relativním číslem, které se vztahuje jen k populaci, na které byla odhadnuta. Nelze jí bez korekcí přenášet do jiných podmínek a populací (např. mezi státy).

Vychází se z testace a kontroly užítkovosti ve stejných podmínkách, kde si zvířata dělají navzájem vrstevníky. Cílem je pomocí plemenné hodnoty odhadnout rozdíly v genetickém založení jedinců co nejpřesněji.



Faktory ovlivňující užítkovost

$$P = G + E$$

Touto rovnicí začíná každá učebnice kvantitativní genetiky. Naměřená vlastnost kvantitativní povahy je výsledkem působení genetických a prostředím podmíněných faktorů.

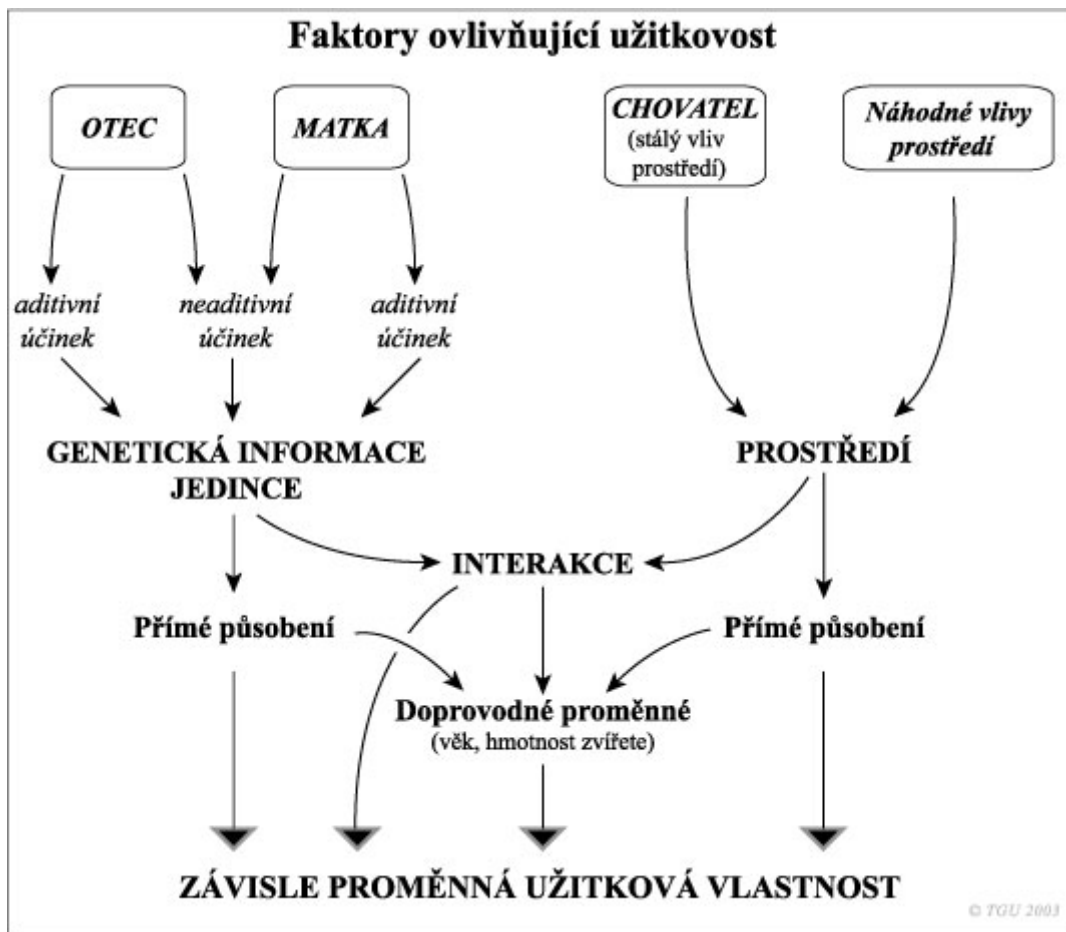
Genetické vlivy zahrnují vlastní genetickou hodnotu jedince, způsob křížení, způsob selekce, vliv plemene, ...

Systematické vlivy prostředí představují chovatelské prostředí nebo souhrnně vliv *chovatele* (rok, sezóna, úroveň výživa, chov, stádo, umístění ve stáji, individuální péče, ...).

Náhodné nekontrolovatelné vlivy prostředí, jejichž působení nelze kontrolovat, ovlivňovat ani předvídat.

Všechny tyto faktory působí společně, přímo či nepřímo, a mohou spolu interagovat vzájemným působením a vytvářet vlastní užitkovost jako závisle proměnnou (je závislá na faktorech, které ji ovlivňují). Interakce genetické informace a prostředí může působit na závisle proměnnou užítkovou vlastnost přímo nebo přes doprovodné proměnné (věk zvířete, hmotnost, ...). Jako doprovodné proměnné mohou být dílčí vlastnosti, které korelují s užítkovou vlastností.

Geny podmiňující užítkovou vlastnost přenesených od otce a matky mají převážně aditivní působení. Část genetické informace podmiňující vlastnost má neaditivní charakter způsobený interakcí alel rodičovských gamet za vzniku **heterozního efektu**. Efekt rodiče lze rozdělit na vliv plemene či linie a odchylku jedince v této populaci. Interakce *genotyp x prostředí* představuje specifický projev určitého genotypu v konkrétním prostředí. Projevuje se přímo v užítkovosti, ale také v hodnotách doprovodných proměnných. Tato interakce určuje specifitu plemene pro určité prostředí.



Odhad plemenné hodnoty (OPH) – je proces *očistění* genetických vlivů působících na užitkovost od činitelů NEGENETICKÉ povahy a vše ostatní odstranit z vlivu³. Na základě závisle proměnné užitkovosti chci odhadnout genetické založení jedince. To se provádí organizací testace zvířat a jejich matematickým vyhodnocením.

Nestačí jen sečíst a dělit počtem případů pro získání průměrů, ale vložit do rovnic vše co na proměnlivost působí. Pak teprve získáme průměry očistěné, pomocí různých programů – je na nás, jaký program si vybereme (neexistuje nejlepší – nejlepší je ten, s kterým umíme pracovat) .

Pomocí PH můžeme stanovit přímý účinek genotypu jedince na vlastní užitkovost a to genů s aditivním účinkem (neaditivní genetické působení se eliminuje).

Pro hodnocení genetické úrovně jedince a jeho případné zařazení do plemnitby nelze používat přímo naměřenou užitkovost – ta vyjadřuje úroveň chovatelského prostředí. Selektce se již několik desetiletí provádí na základě OPH – odhad odchylky genetického založení.

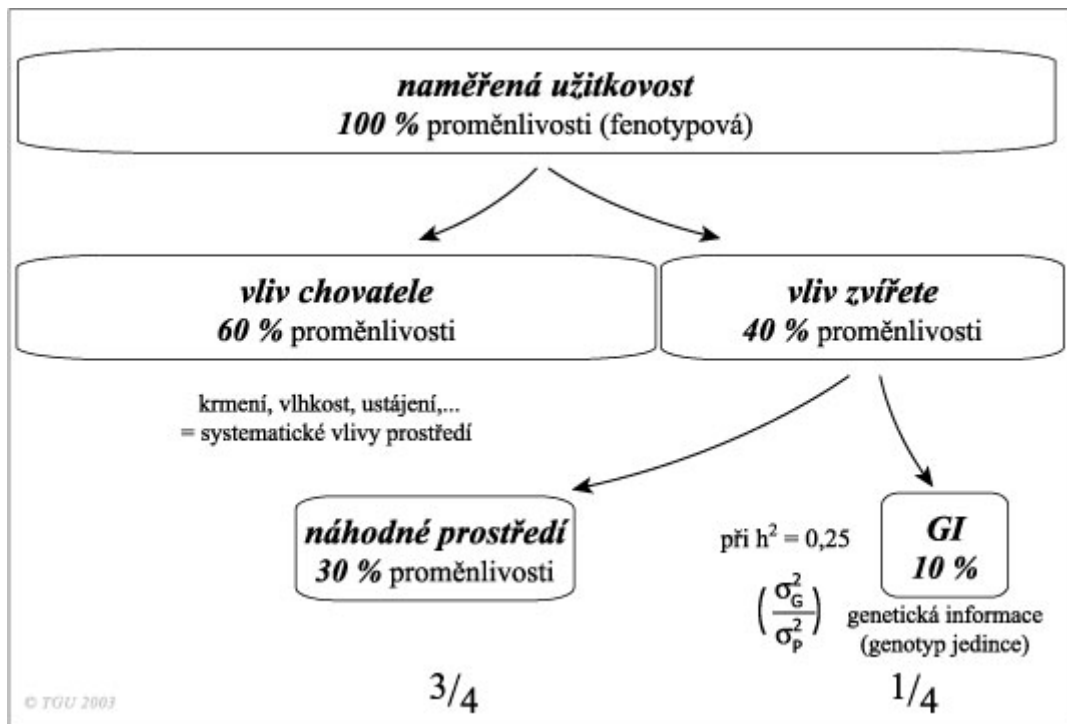
Systematické vlivy prostředí ovlivňují naměřenou užitkovost více než plemenná hodnota. I malá chyba při odhadu působení systematických vlivů prostředí nebo chybná korekce tohoto vlivu může ovlivnit přesnost odhadu PH.

Kolik % proměnlivosti můžeme šlechtit?

- dle jednotlivých činitelů ovlivňujících fenotypový projev užitkové vlastnosti

³ Chceme odhadnout „genetické založení“, ale zbytek nesmíme vymazat – zapomenout (brát to v úvahu).

- proměnlivost vlastnosti (mléčná užitkovost) mezi zvířaty je ze 60 % ovlivněna chovatelem
- zbývajících 40 % je fenotypová proměnlivost mezi zvířaty
 - při $h^2 = 0,25$ jsou $\frac{3}{4}$ proměnlivosti z této části způsobeny náhodným nekontrolovatelným prostředím
 - ze schématu níže vyplývá, že lze využít 10 % ($\frac{1}{4}$) proměnlivosti pro šlechtění



Genetická proměnlivost je využívána šlechtitelem i chovatelem. Proměnlivost způsobená prostředím může ovlivnit jen chovatel úpravou prostředí. Přes malý podíl genetické proměnlivosti z celkové fenotypové, je intenzivně využíván a hodnocen jako genetický zisk. Těch 10 % je sice malá část z celkové proměnlivosti, ale stojí za to.

Závěr

Závěrem lze říci, že šlechtění a z něj plynoucí prodej genetického materiálu je ekonomicky nejefektivnější činností chovatele. Musí však být konkurenceschopné na světové úrovni a zaručovat vysoký genetický zisk. Vede k soustavnému zvyšování genetické schopnosti zvířat a ke zlepšování ekonomické efektivity chovu. Podstatou návrhu šlechtitelských postupů je předpověď genetického zisku a předpověď užitkovosti kříženců při co nejnižších vstupních nákladech.

Materiály určené pro studenty specializace „Genetika a šlechtění hospodářských zvířat“ pro předmět **Genetika ve šlechtění zvířat** (letní semestr 2006).

Dr. Ing. Tomáš Urban
 ÚMFGZ - pracoviště genetiky MZLU v Brně
<http://www.mendelu.cz/~agro/af/genetika/urban@mendelu.cz>

únor '06

© Urban 2006