

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Nové selekční indexy pro šlechtění dojnic kombinovaného
typu**

Bakalářská práce

**Autor práce: Jakub Červenka
Obor studia: Živočišná produkce**

Vedoucí práce: doc. Ing. Luděk Stádník, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Nové selekční indexy pro šlechtění dojnic kombinovaného typu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 4. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Luďkovi Stádníkovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Nové selekční indexy pro šlechtění dojnic kombinovaného typu

Souhrn

Záměr šlechtění a složení selekčních indexů je odlišný v různých státech Evropy dle jejich tržních a chovných podmínek. Na našem území byl v minulosti využíván index SIC (selekční index pro český strakatý skot). Ten byl v dubnu roku 2016 nahrazen indexem GZW (Gesamtzuchtwert), který se dále využívá v Německu a Rakousku. Ve Švýcarsku je jeho složení pozměněno. Index GZW je složen z 38 % indexem mléčné produkce, z 18 % ho zastupuje masná produkce Gesamtzuchtwert a zbylých 44 % je tvořeno ukazateli fitness.

Selekční index ISU je v produkčních znacích zaměřen pouze na znaky mléčné produkce. Na znaky masné produkce se ve Francii u plemene montbeliard nešlechtí. Selekční index IDA je využíván pro šlechtění plemene pezzata rossa v Itálii. Šlechtění tímto indexem je ze 44 % zaměřeno na mléčnou produkci, z 24 % na masnou produkci, z 19,5 % exteriérem a zbylých 12,5 % tvoří fitness ukazatelé. Šlechtitelé také vytvořili indexy pro využití v ekologickém zemědělství či do obtížnějších podmínek chovu s převahou znaků konstituce zvířete. Společnost CRV také vytvořila dva selekční indexy, jejichž využívání povede ke zlepšování využití krmiv a snižování zdravotních problémů dojnic.

V posledních desetiletích se složení indexů značně změnilo. Dříve měly v indexech převahu produkční znaky. V dnešní době je složení rozděleno z poloviny na ukazatele produkce a z poloviny na znaky fitness. Lze předpokládat, že tlak veřejnosti na zlepšování welfare zvířat povede ještě k navýšení ekonomické váhy znaků fitness v indexech a zvýšení počtu sledovaných ukazatelů, které budou welfare zvířat zlepšovat.

Další inovací ve šlechtění skotu je genomický odhad plemenné hodnoty. Zvýšení počtu referenční populace genotypovaných zvířat povede k jejímu vyššímu využívání a také ke snižování doby a ceny odhadu plemenných zvířat.

Selekční indexy jsou dnes nenahraditelným pomocníkem ve šlechtění skotu. Každý chovatel by si měl selekční index upravit tak, aby se šlechtění jeho stáda pohybovalo správným směrem. Každý chov má totiž problémy s jinými ukazateli a tomu se musí šlechtění přizpůsobit.

Klíčová slova: Selektce, selekční index, skot, šlechtění

New selection indices for selection of dual-purpose dairy cows

Summary

The purpose of breeding and structure of selection indexes is different in every country of Europe according their market and breeding conditions. In the Czech area has been used index SIC (selection index for Czech pied cattle). In April 2016 was SIC replaced for index GZW (Gesamtzuchtwert), which is still used in Germany and Austria. In Switzerland is selection index different. Index GZW structure is 38 % - index of milk production, 18 % - meat production, 44 % - index of fitness.

Selection index ISU is oriented only for milk production in production characters. In France, montbeliard breed is not bred for the characters of meat production. Selection index IDA is used for bred of breed pezzata rossa in Italy. Breeding according IDA index is focused on 44 % of milk production, 24 % of meat production – thereof 19,5 % of exterior and 12,5 % of fitness index.

Breeders also made indexes for use in ecological agricultural or indexes for breeding in more difficult conditions regarding body structure.

CRV company made two selection indexes which will lead improvement of feed utilization and decrease numbers of health problems of dairy cows

In past decades, has composition really changed. Production characters used to have dominant position. Nowadays is composition split - first half is index of production, second half characters of fitness. We suppose in future pressure of public to quality improvement of welfare animals will lead to increase of economical balance of fitness characters in indexes and to increase number of observed indexes, which will improve a welfare animals.

Another innovation in cattle breeding is genomic estimate of breeding worth. Increase number of reference population of genotyped animals leads to their increased use. It would lead to time and price reduction of breeding animals rating.

In present are selection indexes unreplaceable helper in cattle breeding. Every breeder would modify selection index so his herds would move a right way. Every breeding has different problems with different characters and that is why breeding has to be modified.

Keywords: Selection, selection indices, cattle, breeding

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Kombinovaná plemena skotu.....	10
3.1.1 Struktura chovů kombinovaných plemen v Evropě.....	11
3.1.2 Český strakatý skot	12
3.1.3 Vznik a vývoj plemene	13
3.1.4 Plemeno montbeliard	13
3.1.5 Plemeno fleckvieh.....	14
3.1.6 Plemeno siemental (švýcarský strakatý skot)	14
3.2 Šlechtění	14
3.3 Chovný cíl	16
3.3.1 Chovný cíl českého strakatého skotu.....	16
3.4 Selekcce v chovech kombinovaného skotu.....	17
3.5 Genetický zisk.....	19
3.6 Kontrola užítkovosti.....	19
3.7 Plemenná hodnota a její odhad.....	20
3.8 Plemenná kniha českého strakatého skotu	21
3.9 Odhad plemenné hodnoty pomocí BLUP – ANIMAL MODEL.....	21
3.10 Test-day model	22
3.11 Odhad plemenné hodnoty na základě více vlastností – selekční index	22
3.12 Selekční indexy	23
3.13 Složení selekčních indexů a rozdíly mezi nimi.....	24
3.14 Selekční index SIC.....	25
3.15 Selekční index GZW	27
3.15.1 Metodika a výpočty GZW	30
3.15.2 Důsledky změny indexu GZW v dubnu roku 2016	30
3.15.3 Indexy zdravotního stavu v GZW.....	31
3.15.4 Index vitality VIW	31
3.16 Selekční index IDA.....	32
3.17 Selekční index ISU.....	33
3.18 Ecological total merit index.....	35
3.19 Genomická selekcce	37
3.19.1 Odhad genomických plemenných hodnot.....	38
3.20 Nové selekční indexy BLE a BLH.....	39
4 Závěr.....	42

5 Literatura.....	45
6 Seznam použitých zkratek a symbolů	49

1 Úvod

Selekce a šlechtění byly a jsou nepostradatelnou součástí chovu hospodářských zvířat. Na šlechtitele byl vyvíjen tlak, aby chovaná zvířata dosahovala stále vyšší výtěžnosti živočišných produktů s co nejnižšími náklady na jejich chov.

Zlepšení užítkovosti dosáhli chovatelé skotu díky šlechtění. V něm se zabývají především selekcí a čistokrevnou plemenitbou. Z metod selekce se v dnešní době nejvíce využívá selekčních indexů. Jedná se o soustavu znaků, které na skotu hodnotíme. Za každou část je uděleno bodové ohodnocení. Součtem všech ukazatelů se zjišťuje celkový výsledek. Touto metodou jsou vybírána především, na rozdíl od jiných metod, nadprůměrná zvířata.

Dříve se selekční indexy zaměřovaly na zisk chovatele především maximalizací mléčné a masné produkce. V poslední době jsou do praxe zaváděny nové indexy. Ty obsahují vyšší zastoupení znaků fitness, kterými chtějí šlechtitelé dosáhnout delšího a produktivnějšího života, čímž se snižují náklady chovatelů a zvyšuje se jejich čistý zisk. Znaky užítkovosti nebyly z indexu vynechány, ale nemají již takovou ekonomickou váhu. Společnost se nyní více zabývá podmínkami chovů hospodářských zvířat, a tak lze očekávat nárůst znaků spojených s welfare zvířat. Společnost CRV sestavila dva nové indexy, jejichž využívání povede k lepšímu využití krmiva a snížení zdravotních problémů dojníc. Tím lze dosáhnout snížení nákladů a zvýšení welfare zvířat.

Selekční indexy mají rozdílné složení dle státu, ve kterém jsou využívány. Ekonomické váhy znaků v indexu jsou tedy sestaveny podle produkčního využití plemen a podmínek tamních chovů.

Genomický odhad plemenné hodnoty snižuje její dobu odhadu a i cenu. Po zvýšení počtu genotypovaných zvířat v referenční populaci využívání této metody jistě poroste.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat detailní přehled literatury, která se zabývá tvorbou, složením a aplikací dílčích i souhrnných selekčních indexů zaměřených na kombinovaná plemena skotu využívaná ve světě. Následně bylo v práci vytvořeno doporučení, které indexy jsou pro aplikaci v praxi nejvhodnější.

3 Literární rešerše

3.1 Kombinovaná plemena skotu

Chov kombinovaných plemen skotu je v Evropě tradičně zakořeněn. Nyní však z ekonomických důvodů, kdy produkce mléka je hlavní částí zisku, dochází k nahrazování kombinovaných plemen výkonnějšími mléčnými plemeny, které poskytují vyšší užitkovost v mléčných ukazatelích. Největší konkurencí se pro ně stává rozšiřující se holštýnský skot (Bouška et al. 2006).

Díky výborné adaptabilitě, vysoké produkci mléka a jeho parametrů kvality, které požadujeme, ale i díky produkci hovězího masa a výborným funkčním vlastnostem má kombinovaný skot nezastupitelné místo v podmínkách střední Evropy (Skládanka et al. 2014).

Mezi plemena s kombinovanou užitkovostí patří skupina plemen horského strakatého skotu pocházejícího ze simentálského plemene. Jednotlivě jde o plemena německý strakatý skot, rakouský strakatý skot, montbeliardský skot, švýcarský strakatý skot a v neposlední řadě i český strakatý skot. Mezi méně početná plemena hnědého horského skotu pocházejícího ze skotu švýcarského patří hnědý skot švýcarský a hnědý skot německý. Pro úplnost se ještě ze skupin nížinného černostrakatého skotu řadí plemena červenostrakatý holandský skot a červenostrakatý skot německý (Urban et al. 1997).

Evropští chovatelé výše zmíněných plemen jsou sdruženi do Evropského sdružení chovatelů strakatého skotu se zkratkou EVF. Tato organizace byla založena roku 1962 v Mnichově, kde také sídlí. O deset let později byla založena Světová federace Simental-Fleckvieh se zkratkou WSSF. V současné době je snaha obě organizace spojit do jedné silné mezinárodně zastřešující organizace (Skládanka et al. 2014).

3.1.1 Struktura chovů kombinovaných plemen v Evropě

Tab. 1: Rozložení kombinovaných plemen skotu v Evropě (Skládanka et al. 2014)

Stát	FV - SIM zvířat celkem	Podíl v rámci dojených krav	Počet krav PK	Průměrný počet krav ve stádě v PK
Německo	3 550 000	37	684 000	40,6
Francie MON	1 600 000		256 510	47
Francie SIM	36 409		9 531	47
Itálie	148 000	5	49 983	11
Chorvatsko	310 000	69,5	59 586	9,36
Rakousko	1 597 493	77,4	277 579	17,1
Polsko	59 000	1,55	9 091	10
Švýcarsko	135 000	18	92 614	23
Slovensko	140 000	35	30 000	200
Slovinsko	93 187	42,3	30 340	5,84
ČR	472 735	48	137 000	273
Maďarsko	45 000	18	6 349	80
Nizozemí	6 182	100	6 182	

Tabulka číslo 1 ukazuje rozložení populace kombinovaných plemen skotu v Evropě. Největší populace, překračující hranici milion kusů, jsou chovány v zemích Německa, Francie a Rakouska. V Německu a Rakousku je největším podílem chované plemeno flekhvieh, ve Francii dominuje plemeno montbeliard. V České republice (ČR) je nejčastěji chované plemeno českého strakatého skotu. Celkem tvoří kombinovaná plemena v ČR 48 procent zastoupení z dojených krav s celkovým počtem 472 735 kusů. Ve státech Nizozemí, Chorvatsko a Rakousko tvoří kombinovaná plemena skotu více jak polovinu. V Nizozemí dokonce většinu ze zde chovaných dojných plemen skotu. Poslední sloupec tabulky zobrazuje průměrné velikosti chovných stád v jednotlivých zemích. Největší průměrná stáda skotu jsou chována na území ČR 273 kusů a Slovenska 200 kusů. S průměrem 80 kusů je na třetí příčce Maďarsko. Ve Francii a Německu jsou tvořena stáda s průměrem okolo 45 kusů. V ostatních státech je skot chován ve stádech, která nepřesahují průměrný počet 20 kusů (Skládanka et al. 2014).

3.1.2 Český strakatý skot

Jedná se o skot kombinovaného produkčního zaměření se zvýrazněnými znaky mléčnosti, středního až většího rámce, dobrého osvalení a harmonického zevnějšku. Z dalších vlastností je to dobrý zdravotní stav především mléčné žlázy, pravidelná plodnost, snadné porody, vitalita telat, bezproblémový odchov i schopnost k pastvě a vysokým příjmům a využití objemných krmiv (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2012).

České strakaté plemeno je řazeno do plemen kombinovaného užitkového typu. Dále je začleněno do skupiny plemen horského strakatého skotu a z hlediska kraniologického do skupiny skotu čelnatého (Skládanka et al. 2014).

Chovný cíl je zaměřen na vysokou hospodárnou produkci kvalitního masa a mléka. Mléčnou užitkovost charakterizuje v dlouhodobém měřítku požadavek 6000 až 7500 kg mléka s obsahem bílkovin nad 3,5 %. Cíl masné užitkovosti je poté stanoven průměrným přírůstkem nad 1300 gramů u býků v intenzivním výkrmu a jatečnou výtěžností nad 58 %. Tohoto cíle již řada chovatelů dosahuje (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2012).

Urban et al. (1997) uvádí, že průměrná užitkovost českého strakatého plemene byla v roce 1995 vypočtena na průměrné množství 4325 kilogramů nadojeného mléka o obsahu 3,32 % bílkovin a 4,31 % tuku. Porovnáme-li tedy hodnoty z roku 1995 se současnými, vidíme, o kolik se průměrná užitkovost zlepšila.

Obrazek 1: Český strakatý skot (Els Korsten 2019)



3.1.3 Vznik a vývoj plemene

Ke vzniku tohoto plemene vedla dlouhá cesta od poloviny 19. století, kdy se na našem území, křížila tuzemská plemena s dováženým švýckým, montanským, algavským, bernským, simentálským, pincgavským a mariahoferským plemenem. Touto neorganizovanou plemenitbou vzniklo mnoho rozdílných rázů strakatého skotu. Vznik českého strakatého plemene se datuje do třicátých let minulého století, kdy profesor Taufer prosazoval sloučení rázů plemene. V roce 1924 bylo na základě zákona o plemenitbě zakázáno využívat do plemenitby jiné býky než símensko-české, bernsko-české, bernsko-hanácké, kravařské, hřibínecké, chebské a českých červinek. Po druhé světové válce došlo k typologické přestavbě z trojstranné užitkovosti „mléko–maso–tah“ na dvojstrannou „mléko–maso“. V období kolektivizace došlo ke zhoršení stavu chovů, a to jak užitkovosti, tak snížením početních stavů. V roce 1967 dostalo plemeno svůj současný název. V té době se ještě plemeno rozdělovalo na takzvaně „těžší typ“ pro nížinné oblasti a „lehčí typ“ pro horské a podhorské oblasti. Od 60. let se vedle čistokrevné plemenitby využívalo i zušlechtovacího křížení ayrshirským plemenem s cílem zvýšit mléčnou užitkovost. Dále zlepšit funkční a tvarové vlastnosti vemene, hospodárnost produkce mléka, utváření končetin a pastevní schopnost. Bohužel toto křížení mělo negativní dopad na masnou užitkovost a zmenšování tělesného rámce. Proto se od zušlechtování tímto plemenem upustilo. Od roku 1971, na základě dobrých zkušeností ze Švýcarska, začalo nové zušlechtování, a to červenou variantou holštýnského skotu. Došlo ke zvýšení produkčních schopností mléčné užitkovosti, zvětšení tělesného rámce a utváření vemene při zachování stejné růstové schopnosti, ale zhoršení jatečné hodnoty a utváření končetin. V roce 1990 byl založen svaz chovatelů, který je zodpovědný za realizaci šlechtitelského programu a vedení plemenné knihy. Od 90. let se do plemenitby využívají čistokrevní býci nebo býci z plemen fleckvieh a montbeliard (Skládanka et al. 2014).

3.1.4 Plemeno montbeliard

Toto plemeno je převážně chované v severovýchodní Francii. Z dojeného skotu dosahuje toto plemeno 14% podílu. K připarování strakatých plemen ve Švýcarsku, Německu a v České republice bylo plemeno montbeliard využíváno koncem 20. století. Montbeliard je plemeno s dvoustrannou užitkovostí, středně velké, červenostrakaté a se středním až dobrým osvalením. Je šlechtěno s větším důrazem na produkci bílkovin k rentabilní výrobě sýrů.

Předností je konstituční pevnost zvířat a dobrý zdravotní stav projevující se značnou dlouhověkostí (Sambraus 2014).

3.1.5 Plemeno fleckvieh

Toto plemeno je chováno na území Rakouska a Německa. V obou zemích vznikly křížením importovaného švýcarského simentálského skotu a tamních rázů, proto se od sebe obě populace mírně liší (Špaček et al. 1987). V Rakousku je to nejvíce chované plemeno skotu a jako kombinované plemeno je tam chováno již přes 100 let (Miesenberger a Fuerst 2006).

Fleckvieh je plemeno středně velkého rámce se silnými kostmi a dobrým osvalením. Zbarvení je červenostrakaté, případně plašťové, jen s malým množstvím bílých odznaků. Užitekčnost je dvojstranná s šedesátiprocentním zaměřením na mléko a s čtyřiceti procenty na maso. Průměrný nádoj v Německu a Rakousku pro rok 2004 byl 6030 kg, v ČR 5850 kg. Při obsahu 4,2 % tuku a 3,5 % bílkovin. Masná užitekčnost je na výborné úrovni. Vykrmovaní býci dosahovali v podmínkách ČR přírůstku 1370g a v Rakousku 1439 g denně. Při průměrné jatečné výtěžnosti 58 % (Sambraus 2014).

Kombinované plemeno fleckvieh je z nejdůležitějších plemen skotu ve vztahu k produkci mléka (Edel et al. 2011).

3.1.6 Plemeno siemental (švýcarský strakatý skot)

Toto plemeno vzniklo ve Švýcarsku, v oblasti údolí řeky Simme v kantonu Bern. Od toho se také odvodil název plemene. K názvu řeky se přidalo slovo „der Tall“, v českém překladu „údolí“. Složením obou vzniklo označení simental (Skládanka et al. 2014).

Švýcarský strakatý skot je typickým představitelem kombinovaného užitečného typu. Zvířata jsou zbarvena červenostrakatě s bílým hřbetem, končetinami, hlavou a chvostem ocasu. Simentálský skot je znám svou variabilitou v exteriérových i užitečných znacích. Proměnlivost těchto znaků umožňuje účinnou selekci v požadovaném užitečném typu od výrazně dojného typu (montbeliard) až po výrazně masné typy, ale vždy při dostatečné úrovni druhé užitečné vlastnosti (Urban et al. 1997).

3.2 Šlechtění

Šlechtěním cíleně zlepšujeme genofond populace skotu v požadovaném směru u vlastností, jejichž kvalitativní nárůst požadujeme. Cílených vlastností u budoucí generace skotu dosahujeme výběrem vhodně geneticky založených jedinců do generace jejich rodičů.

Vlastnosti, o které máme zájem, jsou podmíněny velkým množstvím genů (polygeny), ty jsou ve vzájemné interakci, avšak znaky jsou z části ovlivněny vnějším prostředím. Tyto vlastnosti nazýváme kvantitativními vlastnostmi. Nelze tedy přímo zjistit genetické založení těchto znaků, lze však měřit vnější projev, a to užítkovostí sledovaných zvířat, respektive její proměnlivost. Proměnlivost neboli rozptyl, můžeme rozložit jednotlivě na příčinné složky pomocí statistických metod. Oddělujeme od sebe část proměnlivosti ovlivněnou vnějším prostředím a část, kterou ovlivňuje genetické založení. Můžeme tedy říci, že fenotypový projev je vyjádření součtu genotypového projevu a projevu vlastností podmíněných vnějším prostředím (Skládanka et al. 2014).

Chovatel musí před samotným šlechtěním zvážit výběr určitého výrobního zaměření dle podmínek chovu. Zaměřit by se měl zejména na přírodní podmínky, pracovní síly, ekonomickou situaci a tržní možnosti. Produkční systém musí chovatel určit ve druhém kroku. Tedy určit, zda bude hospodařit intenzivně nebo extenzivně. Třetím a posledním krokem, který předchází procesu selekce, je volba správného genotypu, a to plemene nebo křížence, který bude vyhovovat zvolenému produkčnímu systému a výrobnímu zaměření (Příbyl 1997).

Stanovení chovného cíle je základní princip programu šlechtění. Chovný cíl nám určuje zaměření selekce (Urban et al. 2001).

Proces šlechtění probíhá v aktivní populaci. V té části populace, kde je uplatňována kontrola užítkovosti, testace, odhad plemenné hodnoty a výběr do plemenitby. Šlechtění užívají všichni chovatelé bez ohledu na to, zda se na šlechtění aktivně podílejí nebo nikoliv. Masná a mléčná produkce u zvířat v užítkových chovech nám promítá výsledky šlechtění (Příbyl 1997).

Jednotný šlechtitelský program je sestaven pro šlechtění populace českého strakatého skotu. Tento program je přizpůsoben redukovaným početním stavům plemene a jeho nositelem a koordinátorem jeho realizace je Svaz chovatelů českého strakatého skotu. Ten je rovněž správcem plemenné knihy českého strakatého skotu. Dále má starosti sestavení chovného cíle, programu a metod šlechtění, provádí registraci chovů, plemenných zvířat a jejich potomstva v plemenné knize a jako jediný je oprávněn vydávat doklady o původu a hodnotě zvířat. Dále určuje podmínky pro výběr plemenných zvířat určených ke kvalitativní reprodukci (Bouška et al. 2006).

Kučera (2011) udává, že šlechtění skotu je dlouhodobý proces, který musí reagovat na měnící se ekonomické podmínky prostředí, ale i na rozvoj metod pro zpřesnění odhadu genetického založení jedinců. Jedině šlechtitelské programy, které jsou schopné dostatečně

pružně reagovat na okolní změny, mají šanci být dlouhodobě konkurenceschopné. Zavádění nových výsledků vědy je však často limitováno technickou náročností anebo finanční dostupností, i když jsou teoreticky velmi dobře popsány.

3.3 Chovný cíl

Chovný cíl je vždy sestaven kurčenému časovému datu a je stanoven jako charakteristika užitkových vlastností a morfologických znaků krav zapsaných v plemenné knize (Urban et al. 2001).

Ekonomiku chovu ovlivňuje šlechtění tak, že vytváří užitkové jedince pro chovatele ekonomicky příznivější, než byli jedinci chovaní v předešlém období. Genetická úroveň jednotlivých vlastností (zdraví, plodnost, užitkové vlastnosti) určuje ekonomiku chovaného zvířete v daných podmínkách prostředí (Příbyl 1997).

3.3.1 Chovný cíl českého strakatého skotu

Strakatý skot se plně osvědčil pro svoje všestranné produkční využití, menší náročnost, hospodárnost chovu a přizpůsobivost, ve všech výrobních oblastech a technologických systémech, pro všechny produkční směry. Podstatně větší důraz je v procesu šlechtění kladen na účinné zlepšování kvalitativních parametrů mléka a masa a na soubor vlastností a znaků, které napomáhají snižování nákladů a zvyšování hospodárnosti chovu (funkčních vlastností). V České republice je zapojeno do kontroly užitkovosti okolo 150 000 krav, v plemenné knize je zapsáno 135 tisíc až 145 tisíc krav. Český strakatý skot je šlechtěn na masnou, ale především na mléčnou užitkovost, přičemž se u mléka snažíme o zvýšení mléčných složek (tuk a bílkovina) a zároveň snížení somatických buněk. V chovném cíli se zvyrazňuje zastoupení ukazatelů fitness, zejména dlouhověkost, snadné porody a vitalita telat. Konstituce skotu by měla být pevná a zdravotní stav výborný, především mléčné žlázy. Chovatelé by měli dosahovat jemné kostry, středního až většího rámce, dobrého osvalení a střední ranosti. Chovatelský cíl, vydaný Svazem chovatelů českého strakatého skotu, udává základní parametry chovného cíle. Mléčná užitkovost je definována nádojem 5600 kg až 6200 kg mléka u prvotelek, 6000 kg až 7200 kg mléka u dospělých krav za normovanou laktaci. Mléko by mělo obsahovat nejméně 3,5 % bílkovin a 4,0 % až 4,1 % tuku. Poměr obsahu bílkovin a tuku v mléce je definován poměrem 1 : 1,15 až 1,2. Dojnice by měly být v chovu po dobu 4 až 5 laktací. V masné užitkovosti by býci denně ve výkrmu měli dosahovat přírůstku 1300 g a vyšší při jatečné výtěžnosti 57 - 59 %. Zmasilost by měla být hodnocena nejhůře třídou R a optimálně třídou U. Ranost je vymezena věkem prvního

zapouštění v 16. až 18. měsíci a prvním otelením ve věku 26 až 28 měsíců. V ukazatelích plodnosti by se měl chovatel pohybovat se servis periodou do 100 dní, inseminačním indexem pod hodnotu 1,8. Březost by po první inseminaci jalovic měla dosahovat zabřeznutí 60 % až 70 % a u krav 50 % až 60 %. Mezidobí by nemělo být delší než 390 dní. Chovný cíl českého strakatého skotu je znázorněn v tabulce číslo 2 (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2012).

Tab. 2: Chovný cíl českého strakatého skotu (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2012)

	Ukazatel	Hodnota
Mléčná užitkovost	Dojivost za normovanou laktaci prvotelky	5600 - 6200 kg
	Dojivost za normovanou laktaci dospělé krávy	6000 - 7500 kg
	Obsah bílkovin v mléce nejméně	3,50%
	Obsah tuku v mléce	4,0 - 4,1%
	Délka produkčního využití dojnic	4 - 5 laktací
	Poměr obsahu bílkovin a tuku v mléce	1 : 1,5 - 1,2
Masná užitkovost	Denní přírůstek ve výkrmu býků	1300 g a vyšší
	Jatečná výtěžnost žirných býků	57 - 59%
	Třída klasifikace zmasilosti	nejhůře R optimálně U
Ranost	Věk při prvním zapouštění	16 - 18 měsíců
	Věk při prvním otelení	26 - 28 měsíců
Plodnost	Servis perioda	do 100 dní
	Inseminační index	do 1,8
	Březost po první inseminaci jalovice	60 - 70%
	Březost po první inseminaci krávy	50 - 60%
	Mezidobí	380 - 390 dní

3.4 Selektce v chovech kombinovaného skotu

Klíčovou roli ve šlechtění zaujímá selektce. Ta navazuje ihned po kontrole užitkovosti a odhadu plemenné hodnoty. Dávno před objevením zákonitostí dědičnosti a znalosti genetických populací byla selektce využívána v chovech, a to na základě poznatků o vyšší podobnosti potomků po známých rodičích než jedinců, kteří pocházejí od nepříbuzných jedinců. Objevením zákonitostí dědičnosti získala selektce novou kvalitu (Jakubec et al. 2010).

Selekce je krok šlechtitele, při kterém se využívá zcela obecné proměnlivosti jedinců uvnitř populací. Podklad pro selekci je kontrola užítkovosti, sběr dat o užítkovosti, odhad plemenné hodnoty z informací o užítkovosti vlastních a příbuzných jedinců. Dále jsou využita data o vlastní selekci jedinců sloužících k sestavení párů rodičovské generace pro účely zlepšení užítkovosti a stabilizaci žádoucích užítkových znaků (Jakubec et al. 2003).

Selekce je zásah člověka, při kterém je měněno genetické složení populace. Existují dva způsoby, kterými můžeme toto složení změnit, prvním je výběr rodičů další generace, což představuje selekci jako takovou a druhým je určení, kteří jedinci spolu budou připáreni. Nejjednodušší formou selekce je výběr jedince na základě jeho vlastních fenotypových ukazatelů. Základním efektem selekce je změna genových frekvencí. Změna genových frekvencí u produkčních vlastností nám však zůstává zcela skryta. Efekty selekce, které můžeme sledovat. Jsou tedy omezeny zejména na populační průměry (Skládanka et al. 2014).

Při volbě hlavních i druhotných selekčních znaků musíme vycházet ze stanoveného chovného cíle. Důležité je zvážit, jakou ekonomickou váhu bude vybraný znak pro stádo mít. Výběr však záleží na chovateli, jaký znak bude chtít zlepšit. To znamená, jakým směrem bude v selekci postupovat. Musí však respektovat platné zásady. Zaprvé selektované znaky musí vykazovat dostatečně velkou dědivost, aby bylo možné očekávat dostatečný selekční efekt. Dědivost se vyjadřuje koeficientem dědivosti. Například heretabilita znaku růst a vývin se pohybuje v rozmezí 0,4 – 0,5 h^2 , avšak u znaků, jako dlouhověkost, snadnost telení, nabývá dědění pouze hodnot 0,05 - 0,15 h^2 . Druhou zásadou je znalost genetických korelací mezi jednotlivými vlastnostmi či znaky, které byly zvoleny k selekci. Záleží na těsnosti vztahu mezi selektovanými vlastnostmi, jak bude selekce jedné ovlivňovat tu druhou. Může dojít buď k pozitivní, nebo negativní reakci. Poslední zásadou je dodržet malé množství selektovaných znaků. S přibývajícím počtem selektovaných znaků se odezva selekce snižuje. Pokud zvolíme selekci pouze na jeden znak, odezva selekce bude 100 %. Když na dva znaky, tak už jenom 70 %. Při selekci na 6 znaků bude odezva selekce na selektovaný znak pouze 40 %. Doporučuje se tedy vybrat jeden až dva hlavní a stejný počet vedlejších znaků (Urban 1997).

Genetický zisk u námi zvolených vlastností s vyložením co nejnižších nákladů představuje náš cíl šlechtění. Velmi odlišné peněžní náklady můžou v různých organizacích šlechtění vést ke stejným výsledkům a naopak při vyložení stejných peněžních nákladů mohou šlechtitelé dosáhnout různých výsledků. Je tedy velmi důležité věnovat pozornost sestavení selekčního programu. Příbuznost jedinců je další informací, která je pro šlechtitele velmi důležitá, protože příbuzenský vztah jedinců většinou vede k imbreidní depresi na

budoucí generaci. Nejvíce negativní vliv má inbreidní deprese na znaky plodnosti a zdraví. Optimalizační výpočty nám usnadňují výběr vhodného selekčního programu. Ty jsou prováděny pomocí simulací na počítačích, kde na základě rozličných modelů, rozsahu testace, intenzity selekce, způsobu přípařování, je předpověděn genetický zisk. Penězi je vyjádřen souhrn vlastností a dále je porovnáván s náklady na šlechtění (Bouška et al. 2006).

3.5 Genetický zisk

Změna populačního průměru způsobená selekcí se nazývá odezva na selekci nebo také genetický zisk. Jedná se o rozdíl mezi průměrnou fenotypovou hodnotou potomstva selektovaných rodičů a celou rodičovskou generací před selekcí (Skládanka et al. 2014).

Úspěšnost šlechtění je rovna ekonomické výhodnosti chovu proti předešlému období a vyjadřuje se genetickým ziskem, ale pouze část užítkovosti, protože ta je také ovlivňována prostředím a technikou chovu (Příbyl 1997).

V souvislosti se selekčním programem je pro nás genetický zisk důležitý ve dvou aspektech. Zaprvé předpověď genetického zisku, to jak musíme uzpůsobit selekční program, abychom v požadovaných vlastnostech dosahovali co nejvyššího zisku. Zadruhé zjištění genetického zisku skutečně dosahovaného a posouzení správnosti selekčního programu. Genetický zisk je závislý na intenzitě selekce mezi rodiči, přesnosti selekce a rychlosti předávání genů z generace rodičů na generaci potomků (Bouška et al. 2006).

3.6 Kontrola užítkovosti

U vlastností v kontrole užítkovosti požadujeme snadné a přesné zjišťování a těsnost vztahu k vlastnostem v selekčním cíli. Některé vlastnosti v kontrole užítkovosti jsou shodné s vlastnostmi v selekčním cíli a uplatňuje se přímá selekce. Ostatní slouží k nepřímé selekci. Pro vlastnosti v kontrole užítkovosti jsou stanoveny plemenné hodnoty. Je důležité, aby odhad plemenné hodnoty byl dostatečně spolehlivý. U skotu jsou v našich podmínkách sledovány mléčná a masná užítkovost, průběhy porodů, růst a vývin, reprodukce a zevnějšek (Bouška et al. 2006).

Kontrola mléčné užítkovosti je nejstarší metoda kontroly u skotu. Provádí se již od roku 1895, kdy dánští chovatelé začali provádět pravidelnou systematickou kontrolu mléčné užítkovosti. V Čechách byla zavedena kontrola užítkovosti v roce 1905 a na Moravě o rok později. První větší rozšíření kontroly u nás však začalo až v novém státě v roce 1923 za finanční podpory Ministerstva zemědělství (Urban 1997).

3.7 Plemenná hodnota a její odhad

Pod pojmem plemenná hodnota se rozumí odhad genetického založení jedince pro odchylku užitkové vlastnosti od průměru vrstevníků. Je to tedy vždy odchylka mezi rodinami, liniemi, plemeny a jedinci. Mluví se o odhadu plemenné hodnoty, protože i když se používá nejlepší technika, není nikdy jistá úplná přesnost odhadu (Příbyl 1997).

Plemenná hodnota je tedy číslo, které se vztahuje pouze k těm vrstevníkům a k té populaci, ve které byla odhadnuta. Při odhadu se vychází z testace a kontroly užitkovosti. Cílem je, odhadnou co nejpřesněji genetické založení jedinců. Odhad plemenné hodnoty spočívá především v odstranění vlivu prostředí od výsledného fenotypu. Při sestavování postupů genetického hodnocení zvířat je třeba určit jednotlivé činitele, které významně ovlivňují užitkovost, znát vazby mezi vlastnostmi a vzájemnou příbuznost mezi zvířaty. Směrodatné odchylky relativních vah plemenných hodnot zobrazuje tabulka číslo 3 (Bouška et al. 2006).

Tab. 3: Směrodatné odchylky relativních vah plemenných hodnot v SIC (Bouška et al. 2006)

Vlastnost	Relativní váha
Mléko	52,79
Tuk	8,78
Bílkoviny	19,30
Vlastní plodnost	9,79
Plodnost dcer	2,84
Šířka zádě	-4,15
Sklon zádě	1,80
Postoj končetin	0,75
Paznehty	4,28
Přední upnutí vemene	3,41
Délka struků	0,36
Postavení struků	1,16
Osvlení	-0,51
Délka zádě	0,33
Hloubka středotrupí	-3,75
Spěnka	-0,82
Nasazení vemene	-5,58
Základna vemene	1,75
Tloušťka struků	-2,10
Jatečná výtěžnost	-4,62
Korigovaný netto přírůstek	30,35

3.8 Plemenná kniha českého strakatého skotu

Svaz, jako uznané chovatelské sdružení pro české strakaté plemeno, vede za technické podpory ČMSCH, a.s., jeho plemennou knihu (PK). Účelem PK je cílevědomé a soustavné zdokonalování genetické úrovně celé populace českého strakatého skotu v žádoucím směru, v zájmu zvyšování výkonnosti, hospodárnosti a konkurenční schopnosti jednotlivých chovů i plemene jako celku (Lorenc 2002).

Část populace je chována jako genetický zdroj zvířat a má zpracovanou metodiku uchování genetického zdroje. Pro naplnění tohoto účelu svaz chovatelů mimo jiné stanoví a aktualizuje chovný cíl a standard plemene, program a metody šlechtění a rozsah a metody zjišťování a testování vlastností a znaků a odhadu plemenné hodnoty v rámci celého plemene. Dále registruje chovy, plemenná zvířata a jejich potomstvo v plemenné knize a odpovídá za její vedení (Svaz chovatelů českého strakatého skotu 2012).

3.9 Odhad plemenné hodnoty pomocí BLUP – ANIMAL MODEL

Selekční indexy mají tu nevýhodu, že při jejich použití nejsme schopni při nevyrovnaných datech o užitkovosti (při nestejném počtu jedinců uvnitř podskupin například ve stádech, testačních stanicích, v ročním období) provést nevyhýlený odhad plemenné hodnoty. Proto selekční indexy poskytují pouze nejlepší lineární předpověď BLP. Pokud stanovujeme užitkovost z průměru podskupin, existuje vlivem nízkého počtu jedinců uvnitř těchto podskupin nebezpečí, že se provede eliminace (vykorigování) genetických diferencí mezi genotypy. Nahradíme-li odhad plemenné hodnoty do selekčních indexů metodou BLUP (tedy best linear unbiased prediction v českém překladu nejlepší lineární nevyhýlená předpověď), je možné se vyvarovat uvedených nevýhod při konstrukci selekčních indexů. Principem této metody je současný odhad jak plemenných hodnot (náhodných efektů), tak i efektů fixních v jednom kroku pomocí lineárních modelů se smíšenými efekty (Jakubec et al 2010).

Předpokladem pro získání nejlepší nestranné předpovědi je normální rozdělení četnosti, tedy sledované vlastnosti musí být podmíněny velkým množstvím aditivních genů s nekonečně mnoho efekty na nekonečně mnoho nevazbových lokusech (infinitesimální model). Jedna z hlavních předností MT-BLUP je zvýšení přesnosti genetického ohodnocení. Zisk, v podobě zvýšení přesnosti odhadu plemenných hodnot, je závislý na absolutním rozdílu mezi genetickými a residuálními koleracemi u jednotlivých vlastností. Větší rozdíl mezi korelacemi znamená vyšší přesnost při použití MT-BLUP (Skládanka et al. 2014).

3.10 Test-day model

Dnes se většinou používá pro odhad plemenné hodnoty mléka, tuku a bílkovin test-day model. Vychází z užitkovosti za jednotlivé kontrolní dny. Výhodou tohoto modelu proti laktačnímu modelu je to, že může postihnout faktory specifické pro každý laktační den. Jako jsou například jednotlivé dny v roce (změny počasí), stádium březosti, zdravotní stav, kolikátý den laktace bylo měření prováděno a mnoho dalších. Všechny tyto faktory se mohou v jednotlivých kontrolních dnech lišit a laktačním modelem jsou těžko postihnutelné. Z tohoto důvodu je test-day model před laktačním modelem upřednostňován (Skládanka et al. 2014).

3.11 Odhad plemenné hodnoty na základě více vlastností – selekční index

Princip odhadu plemenné hodnoty pomocí selekčního indexu spočívá v tom, že využíváme zdroje informací o více užitkových vlastnostech a více příbuzných jedincích pro konstrukci selekčního indexu, pomocí kterého odhadujeme celkovou plemennou hodnotu s maximální přesností. Celková plemenná hodnota odpovídá v podstatě v šlechtitelském cíli popsané lineární funkci, která se skládá z ekonomických hodnot a dílčích plemenných hodnot jednotlivých užitkových vlastností (Jakubec et al. 1999).

Relativní ekonomické hodnoty jsou zvoleny tak, že při důsledné selekci na vytyčený šlechtitelský cíl je dosahováno maximálního finančního šlechtitelského pokroku v populaci. Proto jsou selekční indexy vyjadřovány v peněžních jednotkách. Selekčním kritériem je tedy v tomto případě selekční index, pomocí kterého je sestavováno pořadí plemenných zvířat v populaci. Selekční indexy jsou lineárními funkcemi fenotypových hodnot užitkových vlastností. Přesnost odhadu plemenné hodnoty pro selekční index závisí bezprostředně na směrodatné odchylce selekčního indexu a na směrodatné odchylce souhrnné plemenné hodnoty (Jakubec et al. 2003).

3.12 Selekční indexy

Plemenná hodnota je stanovena pro velký počet vlastností v kontrole užitkovosti. Při výběru zvířat do plemenitby je však třeba rozhodnout na základě jednoznačného hlediska. Je proto vhodné jednotlivé plemenné hodnoty sloučit do souhrnného ukazatele. Tím je selekční index. Do selekčního indexu kombinujeme plemenné hodnoty takovým způsobem, aby co nejpřesněji předpovídaly souhrnou genetickou hodnotu jedince. Tato souhrnná hodnota bývá vyjádřena ekonomickým přínosem pro chovatele v penězích (Bouška et al. 2006).

V případě, že šlechtitel potřebuje zohlednit větší počet zušlechťovaných znaků, se jeví právě selekce podle indexu jako nejefektivnější metoda selekce na více znaků. Při využití selekčních indexů selektujeme na vybrané vlastnosti současně, tomu se říká simultánní selekce. Čistý genetický přínos, který můžeme získat selekcí zvířat, je sumou genetických zisků jednotlivých vlastností mající určitý ekonomický význam. Proto je logické používat jako váhu jednotlivých vlastností v genotypu relativní ekonomické hodnoty. Souhrnná genetická hodnota jedince je tedy součtem genotypů vážených příslušnými ekonomickými hodnotami daných vlastností. Genotypy zvířat pro dané vlastnosti můžou být definovány jako součet průměrných (pouze aditivních) efektů jejich genů, které mají vliv na tyto vlastnosti. Pomocí selekčního indexu se snažíme co nejlépe odhadnout neznámou genetickou hodnotu zvířete (Skládanka et al. 2014).

Selekční indexy jsou lineárními funkcemi fenotypových hodnot užitkových vlastností. Složení selekčního indexu může být mnohostranné. Vedle informací o užitkovosti jedince mohou být do selekčního indexu zahrnuty informace o užitkovosti nejen příbuzných jedinců, nýbrž i informace o užitkovosti celých skupin příbuzných jedinců (Jakubec et al. 2003).

Simultánní selekce se opírá o selekci pomocí selekčního indexu s ohledem na více směrů, protože umožňuje shrnutí více užitkových vlastností do indexu. V indexu jsou jednotlivé vlastnosti váženy ekonomickými vahami a svými genetickými parametry. V protikladu k selekci podle nezávislých výběrových úrovní umožňuje selekce podle indexu automaticky kompenzovat přednosti a zápory jednotlivých vlastností. Při konstrukci selekčních indexů je třeba vzít v úvahu, že selekční pokrok pro jednotlivou vlastnost je o to menší, o co větší počet vlastností je zařazováno do indexu (Jakubec et al. 2010).

Šlechtění skotu ve většině chovatelsky vyspělých států se dnes intenzivně zaměřuje na tvorbu selekčních indexů, které posouvají šlechtění z úrovně selekce na jeden znak ke šlechtění na více znaků současně. Tento trend je typický nejen pro specializovaná mléčná plemena, ale také pro plemena s kombinovanou užitkovostí (Bezdiček a Bjelka 2007).

Plemenné hodnoty sledované v kontrole užitečnosti jsou sestavovány do selekčních indexů skotu. Šlechtitel, který sestavuje selekční index stanovuje váhové koeficienty pro koeficienty plemenných hodnot jednotlivých vlastností v něm obsažených. Koeficienty je nutné stanovit tak, aby zajišťovaly co nejspolehlivější předpověď souhrnného genotypu. Selekční index, pomocí kterého šlechtíme, lze vyjádřit uvedeným vzorcem:

$$SI = b_1 \cdot PH_1 + b_2 \cdot PH_2 + \dots + b_n \cdot PH_n$$

kde SI je selekční index, značka b zastupuje váhové koeficienty a PH jsou plemenné hodnoty vlastností sledovaných v kontrole užitečnosti (Šafus et al. 2007).

3.13 Složení selekčních indexů a rozdíly mezi nimi

Porovnáme-li jednotlivé indexy pro šlechtění kombinovaných plemen skotu v evropských zemích zjistíme, že jejich strukturní složení jsou značně odlišná. Srovnáváním indexu se ve své publikaci zabýval Skládanka et al. (2014). Struktury indexů jsou zobrazeny v tabulce číslo 4. V souhrnu si můžeme povšimnout, že indexy SIC a GZW jsou si svým složením značně podobné. Oba tyto indexy jsou jediné, které ve svém složení neobsahují znaky exteriéru. Ve Francii jsou plemena montbeliard a simental značně šlechtěna na ukazatele mléčné užitečnosti. Na ukazatele masné produkce se v této zemi a u těchto plemen nešlechtí vůbec. Ve Švýcarsku jsou ve šlechtění upřednostňovány funkční znaky nad znaky produkčními. Ve Slovinsku je šlechtění na funkční znaky ještě intenzivnější, a to 19 % znaků fitness a 52 % znaků exteriéru. Dohromady tedy přes 70 % šlechtění ve Slovinsku se zaměřuje na funkční znaky.

Tab. 4: Složení selekčních indexů pro kombinovaná plemena skotu (Skládanka et al. 2014)

Vlastnost	ČR	DEU/AUT	Itálie	Francie monbeliard	Francie simental	Švýcarsko	Slovinsko
Mléčná užitečnost	40%	37,9%	44%	50%	51%	40%	9%
Masná užitečnost	17%	16,5%	24%	0%	0%	10%	20%
Fitness	43%	45,6%	12,5%	37,5%	31%	30%	19%
Exteriér	0%	0%	19,5%	12,5%	18%	20%	52%

V polovině devadesátých let minulého století se většina šlechtitelů zaměřovala na maximální produkci. V selekčních indexech z té doby převažovaly znaky produkce nad znaky

fitness. V průběhu let se tato situace značně změnila. Nejdříve zařazovaly fitness znaky do selekčních indexů severské státy, především Švédsko a Dánsko (Bezdíček a Bjelka 2007).

3.14 Selekční index SIC

V roce 2004 byl představen selekční index pro Český strakatý skot se zkratkou SIC. Na jeho sestavení se podílel Výzkumný ústav živočišné výroby v Uhřetěvsi. Zde byla také definována první podoba komplexního selekčního indexu (Kučera 2007).

Selekční index byl sestaven na základě dlouhodobého požadavku chovatelů. Původní selekční index zahrnoval dohromady celkem 13 znaků. V indexu byla mléčná užitkovost zastoupena ze 40 % celého indexu. Masná užitkovost zaujímal 24 % a znaky fitness tvořily zbylých 36 % indexu SIC. Počáteční sestavení indexu je zobrazeno v tabulce číslo 5 a grafu číslo 1 (Ondráková 2017).

Tab. 5: Původní a konečné složení SIC (Ondráková 2017)

	2004	2016
Ukazatele mléčné užitkovosti	40%	40%
Ukazatele masné užitkovosti	24%	17%
Funkční znaky	36%	43%

Graf 1: Původní složení SIC v roce 2004 (Ondráková 2017)



V průběhu využívání indexu pro selekci býků došlo k aktualizaci ekonomických vah a genetických parametrů, které jsou nezbytné pro vytvoření indexu. Cílem úprav bylo přiblížit chov skotu podmínkám nové společné zemědělské politiky, kdy se při výpočtu nových ekonomických vah vycházelo z analýzy VUŽV. Ta předpovídala, že v roce 2015 dojde ke zrušení mléčných kvót. Profesor Příbyl využil pro simulaci selekčního indexu příslušný počítačový program. Do výpočtu zahrnul 25 ukazatelů. Složení indexu je patrné z tabulky číslo 6. Plemenné hodnoty jsou rozděleny do tří skupin. Ukazatele mléčné užitkovosti tvoří 40 %, masné užitkovosti 17 % a znaky fitness a dlouhověkosti zastupují 43 % indexu SIC. Oproti předchozím indexům nepatrně oslabily ekonomické váhy masných ukazatelů ve prospěch funkčních znaků. Poměr tuku a bílkovin mléka zůstal nezměněn 1 : 4. Do ukazatelů masné užitkovosti byl v té době zařazen index masné užitkovosti Fleischwert se zkratkou FE. Ten zahrnuje plemenné hodnoty netto přírůstku s vahou indexu FE 44,4 %. Dále je z 27,8 % tvořen ukazatelem jatečné třídy a posledních 27,8 % zastupuje PH jatečné výtěžnosti. Znaky fitness jsou rozděleny na dvě skupiny, a to reprodukci a dlouhověkost. Reprodukce zastupuje 20 % indexu fitness a jednu jeho polovinu tvoří ukazatel plodnosti vlastní a druhou plodnosti dcer. Druhou skupinou s větším zastoupením 80 % ukazatelů fitness tvoří dlouhověkost. Je sestavena z pěti ukazatelů. Počtem somatických buněk 20 %, užitkový typ 5 %, osvalení 20 %, končetiny 10 % a ukazatele vemene 45 %. Toto složení selekčního indexu bylo obdobné, jako se ke šlechtění využívalo v okolních vyspělých státech. V roce 2008 měl být chovatelům představen i selekční index SIC pro krávy. Složení selekčního indexu SIC zobrazuje tabulka číslo 6 (Kučera 2007).

Důvodem, proč nemohl být SIC použit u krav, byl způsoben chybějící plemennou hodnotou plodnosti. Ta byla odhadována pomocí otcovského animal modelu, proto nebyla pro krávy k dispozici. Pokud by byl SIC u krav zaveden, musel by se dílčí index plodnosti vynechat. Obdobný problém by nastal u SIH pro holštýnský skot (Kopec 2009).

Tab. 6: Složení SIC v roce 2007 (Kučera 2007)

Index produkce mléka	PH kg tuku	20%		40%
	Ph kg bílkovin	80%		
Index produkce masa (FE)	PH netto přírůstku	44,4%		17%
	PH jatečné třídy	27,8%		
	PH jatečná výtěžnost	27,8%		
Fitness - reprodukce	PH plodnost vlastní	50%	20%	43%
	PH plodnost dcer	50%		
Fitness - dlouhověkost	PH somatické buňky	20%	80%	
	PH užitkový typ	5%		
	PH osvalení	20%		
	PH končetiny	10%		
	PH vemeno	45%		

V dubnu roku 2016 byl proveden první oficiální výpočet selekčního indexu GZW pro české býky a od té doby se selekční index SIC k výpočtům nevyužívá (Ondráková 2017).

3.15 Selekční index GZW

Tento index byl zaveden v roce 1997 a 1998 v Německu a Rakousku. Standardizován byl v roce 2002. Záměr šlechtitelů se tedy přesunul od šlechtění na vyšší užitkovost k selekci, která by pomohla snížit náklady na chov skotu. Při odhadu plemenné hodnoty býků se dnes používá 50 ukazatelů. Z těchto ukazatelů se skládá chovný cíl, který je matematicky vyjádřen indexem GZW (Fürst et al. 2016).

Celosvětově se v rámci selekčních indexů snižuje podíl produkčních znaků. I přes to, že selekční index GZW v roce 2007 v Německu vykazoval vyšší zastoupení znaků mléčné produkce, byly již zohledněny některé ukazatele fitness. Sledovaly se znaky plodnosti, perzistence laktace, počet somatických buněk a upřednostňovala se dlouhověkost, zdraví a reprodukce. Tyto znaky z důvodu nižší dědivosti vyžadují vyšší šlechtitelské usilí a časovou náročnost. Jejich vliv na ekonomiku chovu je však velmi významný (Bezdíček a Bjelka 2007).

V dubnu roku 2016 došlo v indexu k větším změnám. Index se po dobu deseti lety zásadně neměnil. Proto byla složena skupina s názvem „chovný cíl“ ze zástupců chovatelských organizací Rakouska, Německa a České republiky. Ty se v roce 2015 shodly na novém složení GZW indexu, které bylo využito k dubnovým výpočtům v roce 2016. V novém GZW indexu se promítá zrušení mléčných kvót Evropské unie a z toho vyplývající změna ekonomie chovu. GZW index je zaměřen pro šlechtění kombinovaných plemen skotu. Jednotlivé ukazatele jsou rozděleny do tří menších indexů mléka, masa a fitness. Mléčný index je v celkovém indexu zastoupen 38 %. Zahrnuje ukazatel množství mléka v kilogramech, na které se v současné době nešlechtí. K výpočtu tak není na tento ukazatel brán zřetel. Index je tedy tvořen pouze z množství mléčného tuku v kg a množství bílkovin v kg. Tuk má hodnotu 18,6 % a bílkovina zaujímá 19,4 % z celkového indexu GZW. V mléčném indexu došlo od dubna 2016 ke změně. Tuk byl do té doby zastoupen pouze 4,4 % a zbytek indexu tvořila bílkovina 33,4 %. K této změně došlo v důsledku zrušení mléčných kvót. Masný index je jako předchozí index také sestaven ze tří ukazatelů a v celkovém indexu zaujímá 18 %. První z ukazatelů je netto přírůstek s váhou 4 %. Oba znaky jatečná třída a jatečná výtěžnost jsou zastoupeny 7 %. Tento index byl také pozměněn. Jeho celkové zastoupení v GZW bylo z doby před změnou 16 %. Došlo tedy k navýšení o 2 % a vnitřní složení bylo původně netto přírůstek 7,3 %, jatečná třída a jatečná výtěžnost shodně 4,6 %. Posledním třetím indexem tvořící GZW je fitness se zastoupením 44 % z celkového GZW. Dohromady zahrnuje 8 ukazatelů. Největší důraz je kladen se 14 % na plodnost (FRW). O druhou příčku v zastoupení se dělí dlouhověkost a index zdraví vemene (EGW). Oba dva nabývají v indexu GZW hodnotu 10 %. Na třetím místě se nachází index vitality (VIW) 5 %. Tento ukazatel byl od dubna 2016 zařazen nově. Zbytek indexu tvoří ukazatele perzistence laktace 3 % a po jednom procentu má maternální průběh porodu a doživost. Na ukazatel průběh porodů paternální se dnes nešlechtí z důvodu, že na tento znak jsou již chovatelé a inseminační stanice dost přísné. Proto bylo možné tento ukazatel z GZW vyřadit. Zastoupení ukazatelů se velmi proměnilo. Před změnou index fitness zabíral 46 % z GZW a ještě obsahoval dva ukazatele: podíl mrtvě narozených maternální a podíl mrtvě narozených paternální. Oba dva měly váhu 4 %. Ukazatele měly následující zastoupení: dlouhověkost 13,4 %, perzistence laktace 2 %, plodnost (FRW) 6,8 %, průběh paternální 1,8 %, průběh porodů maternální 1,8 %, index zdraví vemene (EGW) 9,7 % a dojitelnost 2 %. Složení selekčního indexu GZW zobrazuje tabulka číslo 7 (Fürst et al. 2016).

Tab. 7: Porovnání GZW před a po změně v dubnu roku 2016 (Fürst et al. 2016)

Ukazatele	Váhy				Genetický zisk			
	Do prosince 2015		Od dubna 2016		Do prosince 2015		Od dubna 2016	
	rel. %	rel. %	rel. %	rel. %	kg zw	kg zw	rel. %	rel. %
Mléko	Mléko - kg	0	0	363	325	75	70	3
	Tuk - kg	4,4	18,6	15	13			
	Bílkovina - kg	33,4	19,4	12	10			
Maso	Netto přírůstek	7,3	4	5	3	10	10	2
	Jatečná třída	4,6	7	1	2			
	Jatečná výtěžnost	4,6	7	2	1			
Fitness	Dlouhověkost	13,4	10	2	4	15	20	4
	Perzistence	2	3	2	2			
	Plodnost (FRW)	6,8	14	0	0			
	Průběh porodů pater.	1,8	0	2	0			
	Průběh porodů mater.	1,8	1	3	4			
	Podíl mrtvě naroz. pater.	4	-	1	-			
	Podíl mrtvě naroz. mater.	4	-	2	-			
	Index vitality (VIW)	-	5	-	4			
	Index zdraví vemene (EGW)	9,7	10	0	2			
	Dojitelnost	2	1	3	3			

Ve změněném indexu GZW jsou genetické korelace mezi ukazateli mléka, masa a fitness ve větší negativitě než tomu bylo doposud. U fleckvieh se v novém GZW posouvá poměr relativního monetárního selekčního zisku ze 75 : 10 : 15, mléko : maso : fitness na cca 70 : 10 : 20 ve prospěch fitness. K tomu dochází i přes to, že jeho znaky jsou v indexu zastoupeny pouze malou částí. Je to způsobeno vyšší genetickou korelací mezi ukazateli fitness, které se navzájem propojují. Zato ukazatele plodnosti mají negativní korelaci k ukazatelům mléka, proto nedochází ke genetickému zisku. Tedy pokud nejsou použita další opatření, jako je například selekce (Fürst et al. 2016).

3.15.1 Metodika a výpočty GZW

Dosavadní výpočty indexu GZW vedly k velkým změnám mezi jednotlivými výpočty při nízkých až středních spolehlivostech, a tak byla nutná modifikace. Nově vylepšenou metodikou se snížil rozptyl odchylek u souhrnných indexů. Snížení variability souhrnných indexů u býků, prověřovaných na potomstvu, je minimální. U genomických mladých býků a krav je ovšem výrazné, protože snížení variability na prověřené býky téměř nepůsobí. Pousouvají se tedy v žebříčku GZW viditelně dopředu. Očividné změny nového GZW vznikají v důsledku nové metody výpočtu a tím spojenou minimální odchylkou u zvířat s nižší až střední spolehlivostí (Fürst et al. 2016).

Srovnáváním GZW indexu a ekologického indexu ÖZW, který je z 65 % složen z funkčních znaků, se zabývali Bezdíček a Bjelka (2007). Zjistili, že pokud provedeme jednotlivě výpočty obou indexů, jejich výsledky budou takřka totožné. Použijeme-li tedy indexy pro sestavení nejlepších býků, jejich žebříček v obou indexech bude skoro stejný. Tuto skutečnost si vysvětlili tím, že na znaky fitness je v indexu GZW brán velký zřetel.

3.15.2 Důsledky změny indexu GZW v dubnu roku 2016

V novém GZW indexu nebyla potřeba žádných vážných změn, co se týká změn vah uvnitř indexu. Výsledky pozměnila hlavně nová metoda výpočtu a nově zařazené ukazatele zahrnuté v indexu vitality. To vedlo k větším změnám plemenné hodnoty, čímž se proměnil žebříček zvířat. Změny vedly k lepšímu srovnání plemenné hodnoty u krav a genomických kandidátních býků, respektive mladých býků, jejichž plemenná hodnota byla prověřena genomicky (Fürst et al. 2016).

3.15.3 Indexy zdravotního stavu v GZW

Od roku 2010 jsou zveřejňovány plemenné hodnoty zdravotního stavu pro plemeno fleckvieh. V roce 2013 byly poprvé zohledněny i data z Baden-Württemberska pro odhad plemenné hodnoty. V blízké budoucnosti se očekává zařazení podkladů z Bavorska. V rámci komplexního selekčního indexu GZW se plemenné hodnoty zdravotního stavu využívají od srpna roku 2013. Jedná se o index plodnosti (Fruchtbarkeitswert – FRW) a index zdraví vemene (Eutergesundheitswert – EGW). Jejich ekonomické hodnoty v indexu zůstaly stejné (Skládanka et al. 2014).

Index plodnosti je složen z 53 % PH plodnosti maternální, 33 % PH plodnosti paternální a 14 % cysty. Index zdraví vemene se skládá ze 70 % PH somatické buňky a 30 % PH mastitidy. Bez ekonomické váhy jsou jako pomocné ukazatele využívány vybrané znaky hodnocení exteriéru vemene, a to upnutí předních čtvrtí, hloubka vemene a rozmístění struků, které mají významný genetický vztah ke zdraví vemene (Skládanka et al. 2014).

3.15.4 Index vitality VIW

Index vitality byl zařazen jako další ukazatel do selekčního indexu GZW v dubnu roku 2016. Index vitality neboli přežitelnost telat v sobě zahrnuje úhyny telat od 3. dne věku stáří, které bylo do té doby naprosto opomíjené. Zaznamenávala se pouze mrtvě narozená telata nebo uhynulá do 48 hodin od narození. Následně se pak až v rámci znaků dlouhověkosti, sledovalo vyřazování otelených plemenic. Databázi pro index VIW tvoří záznamy z ústřední evidence od roku 2000. Zjišťuje se však jen, jestli tele uhynulo nebo ne. Příčina úhynu není obvykle známá, a proto se zatím neuvažuje o jejím evidování. Vyhodnocení těchto dat ukázalo, že u fleckvieh jaloviček od třetího dne věku po narození až do otelení, tedy za dva roky jejího života, byl hlášen úhyn přibližně 4 % případů. Z těchto dat bylo rozhodnuto o výpočtu několika samostatných PH. Index vitality se tedy skládá z 52 % PH mrtvě narozených, 24 % úhyn v první fázi odchovu a 12 % úhyn ve druhé a třetí fázi odchovu. Od dubna roku 2016 se bude publikovat pouze index VIW nikoliv samostatné plemenné hodnoty. I přes to, že dědivost VIW je nízká, tak i díky velkému objemu dostupných dat, je spolehlivost poměrně vysoká. Z toho důvodu mohly být ihned dostupné také genomické PH pro tento znak (Ondráková 2017).

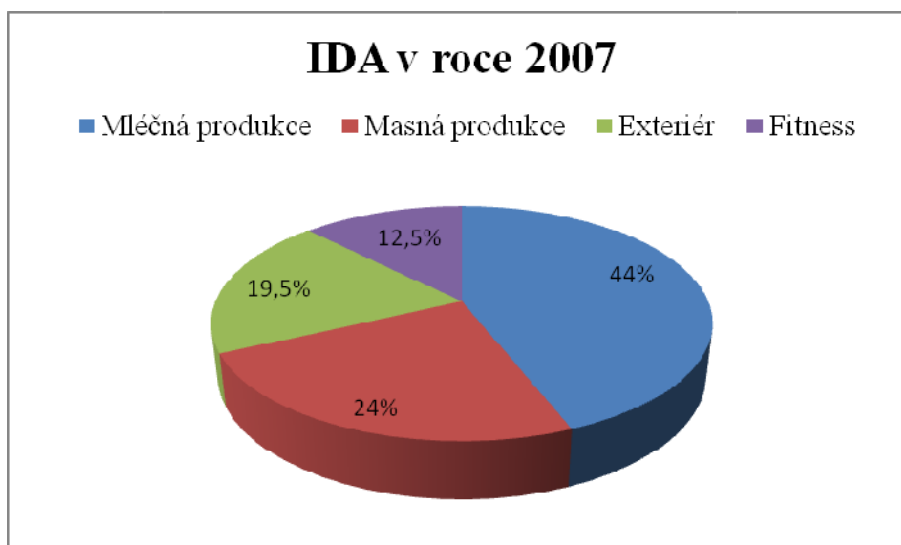
3.16 Selekční index IDA

V Itálii se pro šlechtění kombinovaného plemene pezzata rossa využívá selekční index IDA. V roce 2007 měl index toto složení: znaky mléčné užitkovosti tvořily 44 %, 24 % byly v indexu zastoupeny znaky masné produkce, exteriér zahrnoval v indexu 19,5 % a zbylých 12,5 % zastupovaly fitness ukazatele. Složení indexu IDA je zobrazeno v grafu číslo 2 a v tabulce číslo 8. Mléčné produkce zahrnuje z 84 % bílkoviny v kg, 5 % znak procenta tuku a 11 % znak procenta bílkovin. Exteriér je tvořen ukazateli vemene a končetin v poměru 75 : 25. Fitness ukazatele je z 60 % zastoupen znakem dojitelnosti a ze 40 % počtem somatických buněk. Masná produkce je zastoupena ze 75 % indexem masa a z 25 % osvalením (Kopec 2009).

Tab. 8: Složení selekčního indexu IDA v roce 2007 (Kopec 2009)

IDA	Mléčná produkce	44%	Bílkoviny v kg	84%
			Tuk v %	5%
			Bílkoviny v %	11%
	Masná produkce	24%	Index masa	75%
			Osvalení	25%
	Exteriér	19,5%	Vemeno	75%
			Končetiny	25%
	Fitness	12,5%	Dojitelnost	60%
			SB	40%

Graf 2: Složení selekčního indexu IDA v roce 2007 (Kopec 2009)



3.17 Selekční index ISU

V pořadí druhá nejvýznamnější populace strakatého skotu je plemeno montbeliard. Toto plemeno je chováno ve Francii a pro jeho šlechtění je využíván selekční index ISU. Jeho původní složení je zobrazeno v tabulce číslo 9 a grafu číslo 3. Nynější složení je sestaveno v tabulce číslo 10 a grafu číslo 4. Ten se od ostatních selekčních indexů liší výrazně ukazateli produkce. Chovný cíl se zaměřuje pouze na výrobu mléka nikoliv masa. Znaky masné užitkovosti tedy v indexu nejsou zastoupeny vůbec. Dílčí index mléčné užitkovosti (INEL) měl původně s 66 % v indexu ISU převahu. V současné době tvoří polovinu indexu. Je složen z množství procent a kilogramů bílkovin. Zbýlá část indexu ISU byla před změnou tvořena znaky exteriéru v zastoupení 40 % vemeno, 30 % rámec, 15 % končetiny, 10 % výška v kříži a 5 % osvalení. Zbýlých 6 % indexu ISU bylo zaměřeno na dojitelnost. Nyní je index tvořen z 50 % mléčné užitkovosti, 12,5 % somatické buňky, 12,5 % plodnost dcer, 12,5 % dlouhověkost a pouze 12,5 % exteriér (Kopec 2009).

Tab. 9: Složení původního ISU (Kopec 2009)

Složení původního ISU			
Mléčná užitkovost	66%		
Exteriér	28%	Vemeno	40%
		Rámec	30%
		Končetiny	15%
		Výška v kříži	10%
		Osvalení	5%
Dojitelnost	6%		

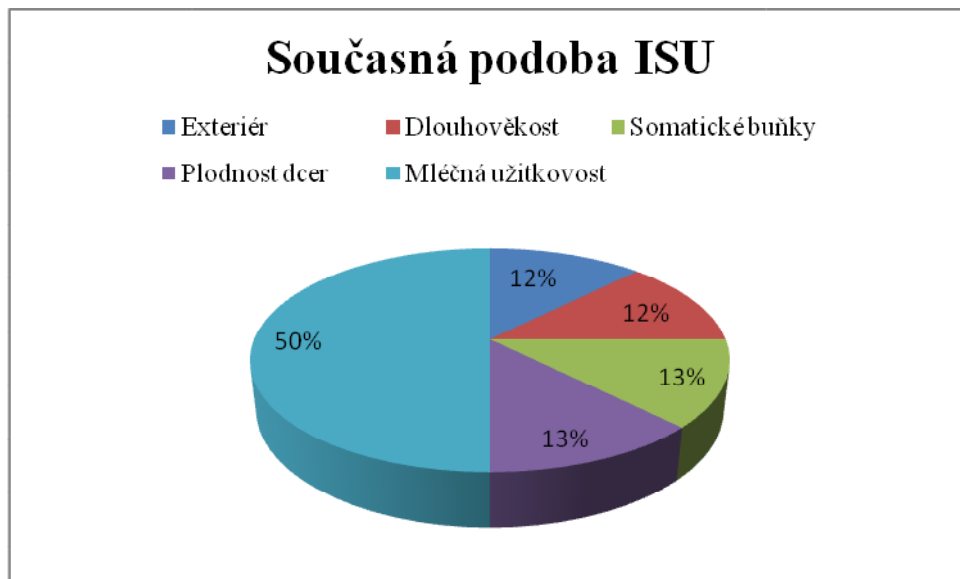
Tab. 10: Složení dnešního ISU (Kopec 2009)

Složení dnešního ISU	
Mléčná užitkovost	50%
Exteriér	12,5%
Somatické buňky	12,5%
Plodnost dcer	12,5%
Dlouhověkost	12,5%

Graf 3: Složení původního ISU (Kopec 2009)



Graf 4: Současná podoba ISU (Kopec 2009)



3.18 Ecological total merit index

Tento selekční index se zaměřením na ekologii vznikl v Rakousku. Baumung et al. (2001) se zabýval jeho vznikem z důvodů jak ekonomických, tak etických, ale také na nátlak konečných spotřebitelů, kteří chtěli docílit zlepšení podmínek chovu skotu. Při selekci v tomto indexu se berou ve větší míře ohledy na funkční znaky. Ekonomická váha několika funkčních znaků je vysoká. Zlepšením jednoho z těchto znaků se nezvyšuje produkce, ale snižují se náklady chovu.

V chovném cíli by měly být ukazatele řazeny podle jejich ekonomické důležitosti (Miesenberger et al. 1998).

Selekční indexy jednotlivých plemen nejsou mnohdy schopny poskytnout celé spektrum dané populace. Požadavky chovatelů jsou však rozdílné v různých regionech nebo odlišných produkčních systémech. Ekologičtí chovatelé a konvenční chovatelé situovaní do podhorských a horských oblastí mají obvykle jiný přístup ke šlechtění skotu. V jejich chovném cíli bychom nenalezli chov dojnic s excelentním zevnějškem, který by se mohl uplatňovat na výstavách, ale krávy s vysoce funkčním exteriérem, schopné pohybu na pastvě na velmi dobrých končetinách a paznehtech. V chovu vydrží dlouho a netrpí zdravotními problémy. Jejich produkce nemusí být rekordní, ale ekonomická. Jako velmi cenné jsou hodnoceny krávy s celoživotní užitkovostí přesahující 100 000 kg mléka, což je synonymum pro výbornou plodnost a zdraví. Takové dojnice jsou z hlediska ekonomické produkce velmi výhodné. První země, kde se začal problém nedostatku selekčních indexů se zaměřením pro chovy v systémech ekologické produkce řešit, bylo Německo. Zde byl sestaven Ökologischer Gesamtzuchtwert (ÖZW) index v českém překladu ekologický selekční index. Ten je složen ze dvou částí, z užitkové, která zastupuje 35 % indexu a části konstituce. Ta zaujímá zbylých 65 %. Složení ekologického selekčního indexu je zobrazeno v tabulce číslo 11 (Bezdiček a Bjelka 2007).

Tab. 11: Složení ekologického selekčního indexu (Bezdiček a Bjelka 2007)

Ekologický selekční index (ÖZW)					
Dílčí index užítkovosti		Dílčí index konstituce			
35%		65%			
Ekologický index mléčné užítkovosti (ÖMW)	Index masné užítkovosti	Persistence a mezilaktační nárůst	Délka produkčního života	Průběh porodů a vitalita	Rámec a vemeno
20%	15%	10%	15%	25%	15%

Ekologický systém zahrnuje různorodé interakce mezi organismy a prostředím, ale také fyziologické vztahy uvnitř samotného organismu. Proto se tento index zabývá znaky, které jsou ukazatelem pro vnitřní rovnováhu organismu. Především se jedná o znaky zdraví a plodnosti. Sledované znaky jsou rozděleny do tří podindexů. První se zabývá hodnotami tuku a bílkovin v mléce. Druhý sleduje hovězí maso, a to jatečně upravené tělo a hodnocení SEUROP. Poslední vyhodnocuje fitness ukazatele jako je dlouhověkost, vytrvalost, mateřskou a otcovskou plodnost, obtížnost telení a počet somatických buněk (Baumung 2001).

V České republice byl pro potřeby chovů ekologických zemědělců sestaven ve Výzkumném ústavu pro chov skotu v Rapotíně obdobný ekologický index. V ČR bohužel nebyly k dispozici všechny plemenné hodnoty, které jsou zpravidla pro sestavení alternativních indexů potřeba. Autoři tedy vycházeli z dostupných plemených hodnot především pro plodnost a exteriér, u kterých jsou potvrzeny vysoké pozitivní korelace k funkční dlouhověkosti zvířat. V tabulce číslo 12 je zobrazena pracovní verze tohoto indexu (Bezdiček a Bjelka 2007).

Tab. 12: Návrh složení ekologického selekčního indexu (Bezdiček a Bjelka 2007)

Návrh ekologického selekčního indexu v ČR	Produkční index	39%	Tuk v kg	7,7%
			Bílkovina v kg	7,7%
			Netto přírůstek	15,4%
			Jatečná třída	10,3%
			Osvalení	58,9%
	Index funkčních znaků	61%	Středotrupí	37,7%
			Končetiny	32,7%
			Vlastní plodnost	14,8%
			Plodnost dcer	14,8%

3.19 Genomická selekce

Genomická selekce je založena na odhadu plemenných hodnot, které byly získány s využitím genotypování, jenž zahrnuje celý genom. Genomická selekce představuje zásadní pokrok ve šlechtění skotu. U zvířat je genotypováno tisíce jednonukleových polymorfismů (SNP). Ty jsou lokalizovány po celém genomu. Efekty jednotlivých SNP jsou odhadovány v modelu jako náhodné efekty. Výsledná plemenná hodnota jedince je získána součtem jednotlivých efektů. Genomická selekce se stává důležitým nástrojem ke genetickému zlepšování populace nejen u skotu. Tradiční schéma šlechtitelského programu se s využitím genomické selekce značně mění. Genetická informace každého jedince je kódována na úrovni DNA. Pro potřeby genomické selekce se využívá znalost určitých částí DNA, které mají vztah k užitkovým vlastnostem. Tato místa v rámci DNA jsou označována jako jednonukleotidovné SNP markery (Skládanka et al. 2014).

Cílem všech systémů hodnocení genetického založení jedince je maximální eliminace všech vlivů působících na genotyp jedince a nalezení skutečného genetického základu. To je také princip genomické selekce. S pomocí speciálních čipů jsou detekovány jednotlivé markery, které jsou spojovány s některou užitkovou vlastností. V dnešní době patří ke standardním čipům ty, které pracují s 54 000 jednotlivých SNP. Úkolem statistiky v procesu genomické selekce je určit, jestli existují rozdíly v účinku jednotlivých SNP v podobě rozdílné užitkovosti jedinců. Princip genomické selekce pak vychází ze znalosti vztahu mezi genomem jedince, v podobě výsledků genotypu získaného na některém z vybraných čipů a skutečnou užitkovostí organismu. Pro odvození efektů jednotlivých nukleotidů (SNP) je proto nejdůležitější dostatečně rozsáhlá tzv. referenční populace zvířat, u kterých máme dispozici jak jejich genotypů v podobě výsledků čipování, tak i jejich plemenné hodnoty získané na základě užitkovosti potomstva. Čím větší je referenční populace, tím přesněji lze efekty jednotlivých SNP odhadnout. Jako efektivní minimum se doporučuje alespoň 3000 jedinců. V oblasti strakatého skotu představuje největší referenční populaci rakousko-německé uskupení, které disponuje 7000 genotypy. Vzhledem k tomu, že Česká republika disponuje pouze 250 genotypy, rozhodl rada Svazu chovatelů českého strakatého skotu, připojit se k rakousko-německé referenční populaci, do které se také připojí Itálie a simentálská populace z Francie. Informace získané na základě implementace genomické selekce jsou cenné především u mladých býků nasazovaných do testu, případně současných býků čekatelů. Tyto informace mohou posloužit při rozhodování o předselekci a následném

zařazení jedince do plemenitby, což ve svém důsledku vede k výraznému zkrácování generačního intervalu (Kučera 2011).

Výrazným zkrácením generačního intervalu se zabýval také Schaeffer (2006). V tabulce číslo 13 je možné vidět rozdíl generačního intervalu mezi tradičním a genomickým odhadem plemenné hodnoty. O genomické selekci říká, že její výhody jsou velké a není možné je ignorovat. Očekává také zlevnění a zjednodušení genomického odhadu, protože cena genomického odhadu brání rozšiřování referenční populace.

Tab. 13: Porovnání spolehlivosti odhadu tradiční a genomické PH (Schaeffer 2006)

	Selekce	Intenzita selekce	Přesnost odhadu PH	Interval	Intenzita selekce X Přesnost odhadu PH
Tradiční selekce					
Otec býků	5%	2,06	0,99	10 let	2,04
Otec krav	20%	1,40	0,75	6 let	1,05
Matky býků	2%	2,42	0,60	5 let	1,45
Matky krav	85%	0,27	0,50	3 roky	0,14
Celkem				24 let	4,68
Genomická selekce					
Otec býků	2%	2,06	0,75	1 rok	1,54
Otec krav	5%	1,40	0,75	1 rok	1,05
Matky býků	2%	2,42	0,75	1 rok	1,82
Matky krav	85%	0,27	0,50	3 roky	0,14
Celkem				6 let	4,55

3.19.1 Odhad genomických plemenných hodnot

Základním cílem genomické selekce je co nejpřesnější předpověď (odhad) plemenných hodnot pro jedince, u kterých neznáme jejich vlastní užitkovost ani užitkovost jejich potomstva.

Od dubna roku 2016 se nezařazují do genomických výpočtů býci starší věku dvou let, kteří nebyli vybráni do plemenitby. K tomuto rozhodnutí došlo z důvodu malé kapacity výpočetní techniky. Takoví býci nikdy nezískají výsledky z prověření na potomstvu, proto je jejich význam pro výpočet minimální. Je zřejmé, že se jedná o jedince s podprůměrnou

hodnotou GZW nebo těch, kteří nebyli zařazeni do plemenitby z důvodů zdravotních, špatného vývinu nebo dostupnosti zajímavějších polobratrů nebo i plných bratrů (Ondráková 2017).

Společné genomické hodnocení v Německu a Rakousku bylo zavedeno v roce 2002. V prosinci roku 2010 byl zaveden odhad genomické plemenné hodnoty v Německu a Rakousku pro populaci plemene fleckvieh. Od srpna roku 2011 se systém hodnocení ICAR osvědčil a genomické plemenné hodnoty jsou nyní oficiální. Do odhadu bylo zařazeno celkem 45 znaků. Hodnocení znaků bylo rozděleno do tří středisek států tzv. alpské spolupráce. Ve středisku Badensko-Württembersku se hodnotily ukazatele masné produkce. V Rakouské pobočce zase funkční znaky. Poslední hodnocení na znaky mléčné užitkovosti se provádí v Bavorsku (Edel et al 2011).

3.20 Nové selekční indexy BLE a BLH

Všichni chovatelé mají určený stejný cíl, kterého by chtěli v chovech dosáhnout. Co nejeefektivněji produkovat mléko s co nejnižším počtem zdravotních problémů dojníc. Společnost CRV proto vyvíjí nové indexy pro šlechtění skotu. První index se jmenuje lepší celoživotní zdraví a druhý lepší celoživotní efektivnost. Oba indexy zahrnují znaky býka, které ovlivní zdraví a efektivitu jeho dcer. Indexy mají poskytnout chovatelům okamžitý obrázek o kvalitách býka a jeho působení na stádo. Chovatelé požadují vysokou celoživotní užitkovost v kombinaci s dobrou užitkovostí za laktaci. Stáda dosahující nadprůměrného počtu ukončených laktací mají vyšší cash flow na jednu dojnici. Důležitá je také míra brakace, ta by měla být co nejnižší. Pro obměnu je důležité vybírat co nejkvalitnější jalovice s potencionálem dlouhovýkonného a vysokoprodukčního zvířete. Pokud krávy nemají dostatečný potenciál, aby byly zdravé a produkovaly efektivně, je pro chovatele mnohem obtížnější dosáhnout vysokých výnosů pouze dobrým řízením stáda (Sasáková 2017); (Drie 2016).

V rámci své diplomové práce Eva Koole z university Van Hall Larenstein College v Leeuwardenu, zjišťovala efektivitu přeměny krmiva na mléčnou produkci v populaci 61 000 kusů dojníc. Nejprve rozdělila všechny dojnice podle genomické plemenné hodnoty na 4 skupiny. Nejhorších 25 % dosahovalo hodnoty indexu - 4,3 a nejlepších 25 % dojníc dosahovalo hodnoty + 4,8 indexu. Poté vypočetla průměry znaků vztahujících se k indexu BLE (produkce, mezidobí, dlouhověkost). Nejlepší krávy měly lepší výsledky ve všech znacích oproti skupině nejhorších krav. Průměrný nádoj za všechny laktace byl u nejhorších

dojnic 29 000 kg mléka, u nejlepších 42 000 kg mléka. To je rozdíl 13 000 kg mléka. Počet dní v laktaci byl také výrazně vyšší u nejlepších krav, 1333 dní, nejhorší krávy o 272 dní méně, tedy 1061 dní. U ukazatele mezidobí dosahovala příznivějších hodnot skupina nejhorších krav, a to s hodnotou 405 dní. Nejlepší krávy měly mezidobí o 15 dní delší. Chovatelé mají totiž tendenci připouštět vysokoprodukční krávy o něco později, protože obvykle mají špatnou plodnost. Šlechtění na základě indexu lepší celoživotní efektivity přináší vyšší ziskovost. Rozdíl je pouze 9 % mezi nejvyšší a nejnižší skupinou, ale vede k velkým rozdílům v užitkovosti a dlouhověkosti. Výpočty z této studie zobrazuje tabulka číslo 14 (Marková 2017).

Tab. 14: Výsledky výzkumu Evy Koole (Marková 2017)

BLE	-4,3	4,8	9,2
Počet krav	15 357	15 358	-
Plemenné hodnoty	nejnižších 25 %	nejvyšších 25 %	rozdíl
Mléko v kg	-518	451	969
Tuk v kg	-18	20	38
Bílkoviny v kg	-14	15	29
Persistence laktace	-104	111	215
Mezidobí (dnů)	99	104	5
Dlouhověkost (dnů)	405	420	15
BLH - lepší celoživotní zdraví	-101	172	273
Výsledky vyřazených krav	-0,5	1,2	1,8
Výsledky vyřazených krav	nejnižší 25 %	nejvyšších 25 %	rozdíl
Věk při vyřazení (let)	5,5	6,3	0,8
Celoživotní produkce mléka v kg	29 023	42 120	13 097
Průměrný celoživotní denní nádoj v kg	27,4	31,6	4,2
Průměrná celoživotní produkce tuku v kg	4,33%	4,31%	-0,02%
Průměrná celoživotní produkce bílkovin v kg	3,54%	3,50%	-0,04%
Celoživotní produkce tuku v kg	1251	1810	559
Celoživotní produkce bílkovin v kg	1024	1470	446

Společnost CRV si zadala výzkum, ve kterém zjistila, že neexistuje spolehlivý ukazatel pro porovnání příjmu krmiva a jeho efektivity využití v produkci mléka. Rozhodli se tedy pro založení první zkušební stanice v Nizozemsku. Zde jsou schopni pomocí speciálních krmných žlabů zaznamenávat přísun krmiva. Na této stanici je prověřováno 250 kusů dojnic. Příjem krmiv je u dojnic zjišťován po dobu dvou měsíců. Z těchto měření je už možné dopočítat příjem krmiva za normovanou laktaci 305 dní. Původně si šlechtitelé mysleli, že mezi znaky příjmu krmiva a přežvykáním existuje genetická korelace, a to z důvodu jejich domněnky, že čím víc krmiva kráva spotřebuje, tím více musí přežvykovat. To se však ve

výzkumu zatím neprokázalo. Proto je nutné rozšířit sledovanou populaci. Nyní bylo pro výpočty použito záznamů od 4300 krav z různých chovů. Cílem je rozšířit počet měření na 20 000 dojnic. Z takových dat by již bylo možno získat informace o genetickém potenciálu zvířat a ovlivnění následující generace výběrem býka. Pokud by CRV zařadila znaky efektivity do šlechtitelského cíle, očekává se 20% nárůst využití příjmu krmiva u dcer selektovaných býků. Avšak obavy chovatelů se upírají na zmenšení tělesného rámce plemene holštýn při jednostranném šlechtění na efektivnost. Tyto obavy jsou oprávněné, ale protože společnost CRV má široký šlechtitelský cíl a znaky efektivity budou zahrnuty v přiměřeném poměru k ostatním znakům, nebude se tělesný rámec skotu zmenšovat. Polní pokus poslouží také chovatelům pro lepší představu efektivity krmení. V roce 2017 byl vytvořen index úspor nákladů na krmivo, jehož výsledná hodnota je zobrazována v eurech (Stegink 2018).

4 Závěr

Z předchozího textu je patrné, že šlechtění skotu je vysoce sofistikovaná činnost, která je v praxi prováděna především prostřednictvím selekčních indexů. Ty jsou vždy sestaveny tak, aby odpovídaly produkčnímu zaměření šlechtěného plemene, prodejním cenám živočišných produktů a chovným podmínkám určitého prostředí, které se mohou v různých zemích lišit. Selekční indexy se tedy neliší pouze produkčním zaměřením plemene, ale hlavně státem, ve kterém jsou využívány, protože každý stát má odlišné tržní a chovné podmínky. Rentabilita produkce určuje, jakým směrem se bude šlechtění ubírat. Například selekční index GZW je ve Švýcarsku rozdílný, protože i jejich systém hospodaření je od ostatních států využívajících GZW značně odlišný. Od dubna roku 2016 se používá index GZW i pro výpočty v České Republice, a tak se selekční index SIC již nevyužívá. Složení obou indexů je značně podobné, proto bylo toto nahrazení možné, aniž by se směr šlechtění na našem území značně změnil. Téměř totožné složení indexů GZW a SIC znázorňuje tabulka číslo 15. V ní je patrné, že indexy se od sebe liší maximálně 2% procentní odchylkou.

Tab. 15: Porovnání selekčního indexu SIC a GZW

	SIC	GZW	Rozdíl
Mléčná produkce	40%	38%	2%
Masná produkce	17%	18%	1%
Fitness	43%	44%	1%

V evropských zemích se dále využívají selekční indexy ISU pro šlechtění plemene montbeliard a index IDA využívaný ke šlechtění v Itálii. Chovatel či šlechtitel tedy nemá na výběr z více indexů, jako je tomu například u holštýnského skotu, a většinou využije ten, který pochází ze stejné země, ve které šlechtění provádí.

Selekční indexy jsou pro šlechtění sestaveny dle ekonomické situace a chovného prostředí určité země vždy tak, aby populace dosahovala ve vybraných vlastnostech lepších hodnot než ta předchozí. Tyto indexy jsou však sestaveny pro celou populaci a určitým stádům nemusí zcela vyhovovat. Každý chovatel má totiž ve svém stádě určité silné a slabé stránky. Možností chovatele, je si index mírně upravit do podmínek svého stáda a zlepšovat tak vlastnosti, které mu v chovech činí problémy. Například při výběrů býka pro připouštění

se chovatel nemusí řídit pouze pořadím býků v určitém žebříčku selekčního indexu, ale hledí i na jeho plemenné hodnoty. Jedinec, který je na nižší příčce žebříčku, může v určitém znaku dosahovat vyšších plemenných hodnot a chovateli v řešení jeho problému ve stádě pomůže více.

Složení indexů se v posledních desetiletích značně proměňovalo. Produkční znaky, které dříve tvořily většinu indexů, ustupují znakům fitness. Větší zastoupení znaků fitness se projevuje v chovech odolnějšími zvířaty, které ve stádě zůstávají po delší dobu a trpí méně zdravotními problémy. Takové dojnice pomáhají snižovat náklady na chov a zvyšují čistý zisk chovatele. Obecně lze říci, že dojnice, o kterých chovatel „neví“, jsou pro něj nejpřínosnější, protože netrpí žádnými zdravotními problémy a chovatel tak nemusí řešit jejich léčbu ani na ně vynakládat finance. Kombinovaný skot má, na rozdíl od plemen šlechtěných na vysokou mléčnou produkci (mléčná plemena), výhodu, která spočívá v jejich vyšší zdravotní odolnosti a menší náročnosti na chovné prostředí. Dojnice kombinovaných plemen zůstávají v chovech po delší dobu a jsou méně nemocné.

Do budoucna lze předpokládat, že tlak veřejnosti na zlepšování podmínek produkčně chovaných zvířat povede k výrazným změnám indexů. Předpokládá se, že podíl znaků fitness se bude nadále zvyšovat a zřejmě dojde i k navýšení počtu sledovaných znaků. Do chovů tak budou vybíraná pouze ta zvířata, která nebudou tak citlivá na stres, ale také zvířata s menší náchylností ke zdravotním obtížím. Tyto problémy, které se dnes v chovech obvykle vyskytují, snižují zisk chovatele, ale jsou i negativně vnímány veřejností a jejich odstranění je společným cílem chovatelů a i laické veřejnosti. Zlepšení podmínek welfare v chovech šlechtěním je tedy pro chovatele výhodné. Snižují se jeho náklady na léčbu a krmivo. Snižováním stresu zvířat se zvyšuje jejich užitkovost. Welfare zvířat je také zvyšován, pokud selepší chovné prostředí. To sice zlepšuje celkovou pohodu zvířat a narůstá jejich užitkovost, avšak chovateli přináší určité finanční náklady. Bude-li tlak veřejnosti stále usilovat o zlepšování welfare zvířat, promítnou se tyto náklady do zvýšení cen konečných produktů.

Společnost CRV vytvořila dva nové indexy, které budou v chovech dojic zlepšovat využívání krmiv a snižovat množství zdravotních problémů. To povede k minimalizaci nákladů chovu a zlepšení welfare zvířat.

Velkou inovací ve šlechtění skotu je zavádění genomického odhadu plemenné hodnoty. Tato metoda nám zkracuje dobu prověřování plemených zvířat a celý proces tak zlevňuje. Výhody genomického odhadu jsou nezanedbatelné. Bohužel zatím není sestavena

dostatečná referenční populace, která by pomohla použití těchto odhadů zlepšit. Lze očekávat, že s nárůstem referenční populace se bude využívání této metody zvyšovat.

Selekční indexy jsou velkým pomocníkem jak chovatelů, tak i šlechtitelů. V dnešní době si šlechtění skotu bez selekčních indexů již nedokážeme představit. Proto lze očekávat jejich využití i do budoucna.

5 Literatura

- BAUMUNG, R, J SÖLKNER, E GIERZINGER a A WILLAM. Ecological total merit index for an Austrian dual purpose cattle breed. *Arch Tierz.* **44**, 5-13.
- BEZDÍČEK, Jiří a Marek BJELKA. Ekologický selekční index pro kombinovaný skot. *Zpravodaj svazu chovatelů a plemenné knihy českého strakatého skotu.* 2007, **20**(3), 21 - 22.
- BOUŠKA, Josef. *Chov dojeného skotu.* Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-16-9.
- DRIE, Inge van. Betterliving thanks to BetterLife. *Veeteelt.* 2016, **4**(2), 38 - 39.
- EDEL, C, H. SCHWARZENBACHER, H HAMANN, S. NEUNER, R. EMMERLING a K. U. GÖTZ. The German-Austrian Genomic Evaluation System for Fleckvieh (Simmental) Cattle. *Interbull Bulletin.* 2011, **44**, 152-156.
- FÜRST, Christian, Christa EGGER-DANNER, Hermann SCHWARZENBACHER a Birgit FÜRST-WALTL. *Neuer GZW und neuer Zuchtwert Vitalitätswert.* Fokuhs. 2016, (1), 4-5.
- JAKUBEC, Václav. *Teorie a praxe selekce hospodářských zvířat: Theorie and praxis of animal selection.* Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 2003. ISBN 80-903143-2-5.
- JAKUBEC, Václav, Jiří BEZDÍČEK a František LOUDA. *Selekce - inbríding - hybridizace.* Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2010. ISBN 978-80-87144-22-0.
- JAKUBEC, Václav. *Odhad plemenné hodnoty hospodářských zvířat: Estimate of breeding value in farm animals.* Rapotín: Asociace chovatelů masných plemen, 1999.
- KOPEC, Tomáš. Selekční indexy u kombinovaného skotu. *Zpravodaj svazu chovatelů a plemenné knihy českého strakatého skotu.* 2009, **22**(2), 23 - 24.
- KUČERA, Josef. Genomická selekce ve šlechtění skotu. *Zpravodaj svazu chovatelů a plemenné knihy českého strakatého skotu.* 2011, **24**(1), 2 - 3.

- KUČERA, Josef. Selekční index SIC dozná změn. *Zpravodaj svazu chovatelů a plemenné knihy českého strakatého skotu*. 2007, **20**(3), 6.
- KORSTEN, Els. Cestr3. In: AGROPRESS [online]. [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: <http://www.agropress.cz/wp-content/uploads/2017/10/cestr3-1024x739.jpg>
- LORENC, Miloš. *Šlechtitelská práce v chovu skotu, aneb, Cesta do hlubin genetiky skotu*. Hradec Králové: Chovservis, 2002.
- MARKOVÁ, Marie. Více mléka ze stejného množství krmiva. *Chov skotu*. 2017, **14**(1), 12 - 13.
- MIESENBERGER, J a C FUERST. *Experiences in selecting on total merit index in the Austrian fleckvieh breed*. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2006, **22**, 17-27. ISSN 1450-9156.
- MIESENBERGER, Josef, Johann SÖLKNER a Alois Essl. Economic weights for fertility and reproduction traits relative to other traits and effects of including functional traits into a total merit index. *Interbull Bulletin*, No. **18**, 78-84.
- PELLIKAAN, Florus. Save on feed not used for milk production. *Veeteelt*. 2018, **4**(1), 6 - 9.
- PŘIBYL, Josef. *Šlechtění skotu a jeho vliv na jednotlivé chovy*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. Živočišná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-155-1.
- ONDRÁKOVÁ, Marie. Nejdůležitější změny v DAC výpočtu k dubnu 2016 (I. díl). *Náš chov*. 2017, **77**(8).
- ONDRÁKOVÁ, Marie. Nejdůležitější změny v DAC výpočtu k dubnu 2016 (II. díl). *Náš chov*. 2017, **77**(9).
- ONDRÁKOVÁ, Marie. Nejdůležitější změny v DAC výpočtu (III. díl). *Náš chov*. 2017, **77**(10).
- SAMBRAUS, Hans Hinrich. *Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen*. Praha: Brázda, c2014. ISBN 978-80-209-0402-7.

- SCHAEFFER, L. Strategy for applying genome-wide selection in dairy cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2006, **123**(4), 218-223.
- SKLÁDANKA, Jiří. *Chov strakatého skotu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-258-8.
- SVAZ CHOVATELŮ ČESKÉHO STRAKATÉHO SKOTU. *Řád plemenné knihy Českého strakatého skotu*. Praha, 2018.
- SVAZ CHOVATELŮ ČESKÉHO STRAKATÉHO SKOTU. *Chovný cíl a standard šlechtitelský program českého strakatého skotu*. 2012. [online]. In.: [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: https://www.cestr.cz/files/slechtění_a_reprodukce/slechtitelsky_program_2007.pdf
- SASÁKOVÁ, Martina. *Snadná selekce pro zdravé a efektivní stádo*. Chov skotu. 2017, **14**(3), 14 - 15.
- SÖLKNER, Johann, Josef MIESENBERGER, Alfons WILLAM, Christian FUERST a Roswitha BAUMUNG. Total merit indices in dual purpose cattle. *Arch. Tierz.* 2000, **43**(6), 597 - 608.
- STEGINK, Jorden. FeedEfficiency: CRV Records the Daily Feed Intake of Milking Cows. *HolsteinInternational*. 2018, **25**(1), 34 -35.
- ŠPAČEK, František. *Atlas plemen hospodářských zvířat: učební pomůcka pro střední zemědělské školy obor chovatelství, pěstitelství, veterinářství, drůbežnictví, pro střední odborná učiliště obor chovatel, drůbežář, zemědělská výroba a operátor zemědělské techniky se zaměřením na živočišnou výrobu a pro gymnázia se základy zemědělské výroby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987.
- ŠAFUS, Petr, Josef PŘIBYL, Zdeňka VESELÁ a Marie WOLFOVÁ. *Metodika výpočtu souhrnného selekčního indexu pro býky českého strakatého skotu*. Praha Uhřetěves, 2007. ISBN 978-80-86454-94-8.

URBAN, František. *Chov dojeného skotu: [reprodukce, odchov, management, technologie, výživa]*. Praha: Apros, 1997. ISBN 80-901100-7-X.

URBAN, František. *Chov černostrakatého skotu v České republice*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. Zemědělské informace. ISBN 80-7271-070-2.

6 Seznam použitých zkratk a symbolů

BLE – Selekční index určený pro šlechtění skotu na lepší celoživotní efektivnost

BLH - Selekční index určený pro šlechtění skotu na lepší celoživotní zdraví

ČMSCH - Českomoravská společnost chovatelů

EVF – Evropské sdružení chovatelů strakatého skotu

EGW – Index zdraví vemene

FE – (Fleischwert) index masné produkce

FRW – Index plodnosti

GZW – (Gesamtzuchtwert) selekční index pocházející z Německa a Rakouska, který se nyní použije ke šlechtění i na našem území

IDA – Selekční index využívaný pro šlechtění plemene pezzata rossa v Itálii

INEL – Index mléčné užitkovosti

ISU – Selekční index využívaný pro šlechtění plemene montbeliard ve Francii

ÖZW – (Ökologischer Gesamtzuchtwert) ekologický selekční index

PH – Plemenná hodnota

PK – Plemenná kniha

SEUROP – Systém hodnocení jatečně upraveného těla

SIC - Selekční index pro šlechtění českého strakatého skotu

SIH – Selekční index využívaný pro šlechtění holštýnského skotu v ČR

SNP – Jednonukleotidový polymorfismus

VUŽV – Výzkumný ústav živočišné výroby

WSSF – Světová federace Simmental-Fleckvieh

VIW – Index vitality