

Zuzana Krupová
Eliška Žáková
Emil Krupa
Josef Příbyl

SELEKČNÍ INDEXY PRASAT S NOVÝMI FUNKČNÍMI ZNAKY



ISBN: 978-80-7403-253-0

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Selekční indexy prasat s novými funkčními znaky

Autoři

Ing. Zuzana Krupová, Ph.D.

Ing. Eliška Žáková, Ph.D.

Ing. Emil Krupa, Ph.D.

prof. Ing. Josef Příbyl, DrSc.

Oponenti

doc. Ing. Karel Mach, CSc.

emeritní docent, Katedra genetiky a šlechtění
Česká zemědělská univerzita v Praze

Ing. Zdeňka Majzlíková

Česká státní plemenářská inspekce, Praha

Metodika je výsledkem řešení projektu NAZV QK1910217 a MZE-RO0718 - V003

Předkladatel: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
se sídlem Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves
zastoupený doc. Ing. Petrem Homolkou, CSc., Ph.D., ředitelem
Tel.: 267 009 511 (ústředna)
Fax: + 420 267 710 779
www: <http://www.vuzv.cz>
e-mail: vuzv@vuzv.cz

Zástupcem autorského týmu je Ing. Zuzana Krupová, Ph.D.

Česká plemenářská inspekce
Slezská 100/7, Praha 2, 120 00

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

6956/2021-ČPI

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Selekční indexy prasat s novými funkčními znaky**

Autor / autoři: Krupová Z., Žáková E., Krupa E., Příbyl J.

Název organizace/cí: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

Místo vydání: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. - Praha
Rok vydání: 2021

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu/podpory na rozvoj výzkumné organizace č. **NAZV QK1910217 a MZE-RO0718 – výzkumný záměr V003.**

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:

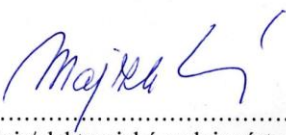
Ing. Zdenka Majzlíková

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

ředitelka


V Praze dne 31. 8.2021

Česká plemenářská inspekce
Slezská 100/7
120 00 Praha 2
1


.....
Podpis/elektronický podpis zástupce
odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

V *Praze* dne *1.9.2021*


.....
Podpis/elektronický podpis
ředitele/ředitelky Odboru vědy, výzkumu
a vzdělávání

Obsah

I. Cíl metodiky	8
II. Vlastní popis metodiky	8
II.1. Úvod.....	8
II.2. Vstupní parametry pro konstrukci nových indexů CPH	12
II.2.1. Znaký šlechtitelského cíle a CPH	12
II.2.2. Ekonomické váhy znaků šlechtitelského cíle	13
II.2.3. Odhad genetických parametrů všech znaků	14
II.3. Konstrukce CPH a výpočet selekční odezvy.....	15
II.4. Technické provedení výpočtu nových indexů CPH.....	20
II.5. Příprava dat, jejich využití a publikování	21
II.6. Příloha	21
III. Srovnání novosti postupů	21
IV. Popis uplatnění metodiky.....	22
V. Ekonomické aspekty	22
VI. Seznam použité související literatury	22
VII. Seznam publikací, které předcházely metodice	24

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky bylo zkonstruovat nové selekční indexy (CPH) mateřské a otcovské populace prasat zařazené v národním šlechtitelském programu CzePig s využitím nových funkčních znaků týkajících se velikosti vrhu, délky mezidobí a počtu struků (u mateřské populace) a znaků kvality spermatu (u otcovské populace). Dalším cílem, bylo vypočíst aktuální genetické parametry a ekonomickou důležitost všech znaků a předpokládanou selekční odezvou při aplikaci různých variant nových selekčních indexů ve šlechtitelské praxi.

II. Vlastní popis metodiky

II.1. Úvod

Základem šlechtitelské práce v chovu prasat je využívání křížení rozdílných plemen nebo populací v tzv. hybridizačním programu. Důležitá je pozice výchozích plemen a jejich specifické vlastnosti při dosažení heterozního efektu. Šlechtitelský program tuzemské populace prasat zařazené v národním programu CzePig zahrnuje mateřská plemena České bílé ušlechtilé (CBU) a Česká landrase (CL) a u otcovské populace se jedná především o plemena Duroc, Bílé otcovské, Pietrain a jejich křížence (SCHP, 2021). Selekcce mateřských plemen prasat je orientována především na znaky spojené s reprodukcí, u otcovských plemen je hlavním kritériem produkce masa (Kasprzyk 2007; Houška et al. 2010; Sørensen 2015 aj.).

Ve šlechtění prasat, podobně jako je tomu u ostatních druhů hospodářských zvířat, jsou plemenné hodnoty (PH) kombinované s váhovými koeficienty hodnocených znaků (Hazel, 1943). Záměrem je dosažení žádoucího posunu populace ke stanovenému šlechtitelskému cíli. Vzhledem k tomu, že cílem šlechtění je dosahování zisku, se při stanovení váhových koeficientů nejčastěji vychází z ekonomického významu (resp. ekonomických vah; EV) těchto znaků.

Aktuální šlechtitelské cíle

Šlechtitelský cíl mateřské a otcovské populace prasat zařazené v programu CzePig je zaměřený na zlepšování intenzity růstu a zachování kvality jatečného těla. Dalším cílem u mateřských plemen je zvyšování velikosti vrhu (SCHP, 2021) a od roku 2017 rovněž optimalizování délky mezidobí (MD; Krupová a kol., 2017a). Od letošního roku jsou v platnosti nové šlechtitelské cíle tuzemské populace prasat. Přehled vybraných hlavních znaků šlechtitelského cíle je uveden v tabulce 1 (SCHP, 2021).

Tabuka 1. Vybrané znaky šlechtitelského cíle pro plemena prasat v programu CzePig platné do roku 2030

Ukazatel (jednotka)	Zkratka	CBU	CL	OTC
Přírůstek od narození do konce testu (g/den) ¹	PDP	750	770	780 / 790 / 740
Spotřeba krmiva (kg krmiva/kg přírůstku)	KRM	2,25	2,30	2,20
Podíl libového masa (%) ¹	LM	58,0		60,5 / 61,5 / 63,0
Počet živě narozených selat ve vrhu (selat/vrh)	ZNS	15,5	14,8	-
Počet funkčních struků (struky/prasníci)	PFSt	16,0		-
Výskyt vrozených vývojových vad (%)	VVV	< 0,10		

OTC = hodnoty otcovských plemen: Duroc / Bílé otcovské / Pietrain.

¹Unifikovaná testace vlastní užitkovosti (UTVU). Podíl LM měřen na konci UTVU sonograficky přístrojem Mindray; postupný přechod z dříve používaného přístroje Sonomark byl v letech 2018 – 2020. Zdroj: SCHP (2021).

V porovnání s předchozím obdobím je zde jako nový cíl uveden např. počet funkčních struků (PFSf) u mateřských plemen a výskyt vrozených vývojových vad (VVV) u obou populací prasat. Potřeba šlechtění na vyšší počet struků je založena na postupně se zvyšující velikosti vrhu. Motivem je zabezpečit dostatečnou výživu u všech selat od jejich narození až do odstavu, minimalizovat potřebu lidské práce (s překládáním selat kojným matkám) a dalších nákladů (v případě odchovu pomocí mléčných náhražek). Co se týče VVV, tak systém sběru a uchování dat o zdravotních znacích byl vytvořen a v praxi aplikován v loňském roce (Žáková a kol., 2020b). V období od narození do odstavu selat se nyní sleduje výskyt kryptorchismu, tříselných kýl, syndromu svalové slabosti končetin (roznožky) a ostatních vývojových vad (SCHP, 2021).

Trend ve zvyšování počtu šlechtitelských cílů a selekčních kritérií je v posledních letech zaznamenán rovněž u zahraničních šlechtitelských programů (Sørensen 2015; Quinton a kol., 2006; Wallenbeck a kol., 2015; Hermesch a kol., 2014; Biermann a kol. 2016). Nové šlechtitelské cíle tuzemské populace korespondují s předchozím průzkumem preferencí u zástupců oprávněných organizací (Krupová a kol., 2017b), podle kterého by zde mohly být taktéž zahrnuty znaky dlouhověkosti prasnic (u mateřských plemen), kvality spermatu (u otcovských plemen) a efektivnosti využití krmiv (u obou populací). Co se týče efektivnosti krmiv, dosahování velmi dobré konverze krmiv je dlouhodobě předpokládáno (uvedeno jako základní charakteristika) u všech plemen zařazených v programu CzePig (SCHP, 2021). Zohlednění znaků kvality spermatu při šlechtění domácí populace bylo doporučeno již dříve (Wolf a Smital, 2009). Záměrem bylo, aby byl spolu s produkčními a reprodukčními znaky, kladen ekonomicky optimální důraz na kvalitu spermatu a použitelnost kanců působících na inseminačních stanicích.

CPH a RI

Na dosažení aktuálních šlechtitelských cílů je u tuzemské populace prasat využíván selekční index neboli celková plemenná hodnota (CPH). V CPH mateřské populace jsou od roku 2005 (Wolf a kol., 2007) zastoupeny tyto znaky:

- celoživotní průměrný denní přírůstek (PDP; 40 %),
- podíl libového masa (LM; 5 %) a
- počet živě narozených selat na druhém a dalším vrhu (ZNS; 55 %).

Kromě toho je pro mateřská plemena vyvinut (Krupová a kol., 2017a) a od roku 2018 pravidelně publikován reprodukční index (RI), který kromě výše uvedeného počtu ZNS (s podílem 30 %), zahrnuje další tři znaky:

- všechna narozená selata (VNS; 30 %),
- dochovaná selata (DS; 30 %) a
- délka mezidobí (MD; 10 %).

Index byl vytvořen s cílem zlepšit reprodukční ukazatele prasnic (zamezit ztrátám selat do odstavu a prodlužování mezidobí) a zjednodušit praktické rozhodování šlechtitelů při selekci.

U otcovských plemen jsou v aktuálním CPH rovnoměrně zastoupena dvě selekční kritéria: celoživotní PDP (50 %) a podíl LM (50 %). Při konstrukci aktuálně platného CPH byla u mateřských a otcovských populací použita metoda předem určeného významu znaků (v %) a následně po

zohlednění genetických parametrů těchto znaků (především jejich genetických směrodatných odchylek) byly vypočteny absolutní váhové koeficienty PH zvířat v daném znaku (Wolf a kol., 2007):

$$CPH_{CBU} = 15,28 * PH_{PDP} + 43,50 * PH_{LM} + 585 * PH_{ZNS}$$

$$CPH_{CL} = 13,19 * PH_{PDP} + 40,30 * PH_{LM} + 488 * PH_{ZNS}$$

$$CPH_{OTC} = 13,00 * PH_{PDP} + 234,00 * PH_{LM}$$

Váhové koeficienty znaků v CPH u plemene CBU a CL zohledňují rozdíly v genetických parametrech těchto znaků u mateřských plemen.

Metoda výpočtu váhových koeficientů na základě předem určeného významu jednotlivých znaků je ve velké míře subjektivní. Umožňuje sice sestavení pořadí zvířat pro účely selekce, ale neříká nic o tom, jaký rozdíl v zisku můžeme očekávat mezi potomky selektovaných zvířat (Wolf a kol., 2007). Hlavním důvodem pro použití tohoto přístupu při konstrukci CPH v roce 2005 byl především nedostatek informací potřebných pro výpočet skutečné ekonomické hodnoty (EV) znaků šlechtitelského cíle, a to např. pomocí všeobecně doporučovaných komplexních bio-ekonomických modelů. Při konstrukci RI mateřské populace již byly EV znaků ve šlechtitelském cíli vypočtené a aplikované (Wolfová a kol., 2017; Krupa a kol., 2017a,b). Optimální zastoupení reprodukčních znaků v RI uvedené výše bylo rovněž schváleno šlechtiteli. Výsledné váhové koeficienty PH znaků zvířete mateřského plemene CBU a CL jsou v RI následovné:

$$RI_{CBU} = 253,07 * PH_{VNS} + 302,48 * PH_{ZNS} + 250,83 * PH_{DS} - 143,53 * PH_{MD}$$

$$RI_{CL} = 262,94 * PH_{VNS} + 322,85 * PH_{ZNS} + 290,68 * PH_{DS} - 99,17 * PH_{MD}$$

Odhad PH znaků

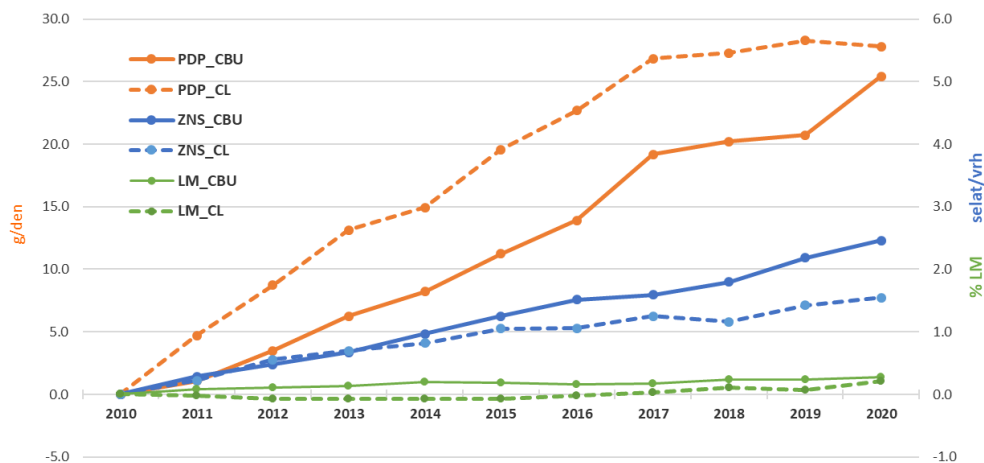
PH základních produkčních a reprodukčních znaků založené na BLUP - animal modelu jsou u tuzemské populace prasat rutinně odhadovány již od roku 1999 (Wolf a kol., 1999). Základními hodnocenými znaky jsou celoživotní PDP a podíl LM a u mateřské populace také počet ZNS (na 1 a na 2. a dalších vrzích). V roce 2008 byl vyvinut model pro odhad PH pro 4 znaky kvality spermatu: objem spermatu, koncentrace spermií a jejich motilita a podíl abnormálních spermií (Wolf a Smital, 2009). Do genetického hodnocení mateřských plemen jsou kromě počtu ZNS rutinně zahrnuty již výše zmíněné znaky reprodukce: délka MD (Wolf, 2012) a počet VNS a DS (Krupa a Wolf, 2013; Krupa a kol., 2014). Se zvyšováním velikosti vrhu se pozornost zaměřila rovněž na odhad PH pro celkový počet struků (CPSt; Krupa a kol., 2016a), který je součástí rutinního genetického hodnocení od roku 2018. Na základě informací z automatických krmných stanic byla v loňském roce u mateřských plemen vyvinuta metodika odhadu PH pro tři znaky charakterizující využití krmiv: spotřeba krmiva na kg přírůstku, průměrný denní příjem krmiva a reziduální příjem krmiva (Žáková a kol., 2020a). Z nich konverze krmiva a reziduální příjem krmiva by mohly být v budoucnu využity jako reprezentativní ukazatele efektivnosti krmiv pro genetické hodnocení s rutinním výpočtem PH (SCHP, 2021). Současně se od roku 2019 v rámci projektu NAZV pracuje na vývoji genomického hodnocení s cílem využít při odhadu PH zvířat i molekulárně-genetické informace ze SNP čipů a zpřesnit tím odhad PH.

Aktuální selekční efekt a genetický trend

Na základě genetických a ekonomických parametrů znaků zohledněných ve šlechtění tuzemské populace prasat je možné stanovit předpokládanou selekční odezvu v aktuálních znacích šlechtitelského cíle a v případě poznání korelací rovněž nepřímou odezvu u ostatních znaků. Předpokládaná průměrná

selekční odezva u mateřské populace vyjádřená na prasnici a rok je žádoucí (+1,79 g PDP, +0,015 % LM a +0,146 ZNS) a koresponduje s genetickým trendem PH pro celoživotní PDP a počet ZNS vypočtených SCHP, z.s. (graf 1).

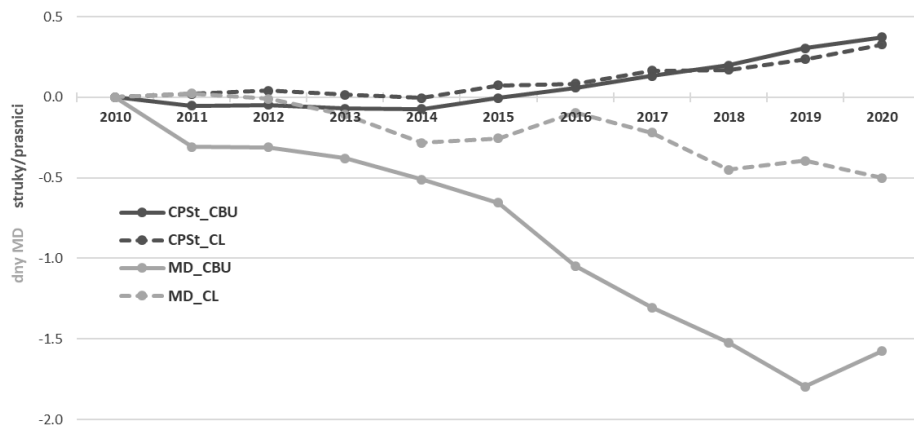
Graf 1: Genetický trend pro produkci masa a velikost vrhu¹ u mateřských plemen prasat



¹ Produkce masa je reprezentována celoživotním PDP (g) a podílem LM (%) a velikost vrhu počtem ZNS na 2. dalších vrzích. Zdroj: vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.

V případě délky MD a počtu funkčních struků (PFSt) se nepřímá selekční odezva v posledních letech mírně zlepšila (viz graf 2). U délky MD byl zlomovým rokem 2016, kdy byl, kromě intenzivní chovatelské práce v selekci postupně uplatněn index reprodukce. Důležitou roli zde celkově sehrálo zohlednění efektu tohoto znaku při hodnocení stávajících znaků velikosti vrhu. Trend pro celkový počet struků (CPSt) se do roku 2015 téměř neměnil (předpokládaný genetický pokrok byl -0,01 struku na prasnici a rok). Následně nastává mírný růst genetické predispozice u tohoto znaku, a to především v důsledku importu kanců ze zemí se zapracovaným systémem šlechtění na tento znak a vzhledem ke střední heritabilitě pravděpodobně i fenotypovou selekcí. S cílem zintenzivnit příznivý genetický trend u obou znaků (tj. zlepšovat obrátkovost chovu a dosáhnout dostatečnou výživu zvyšujícího se počtu selat ve vrhu) by bylo potřebné navázat na jejich zlepšování prostřednictvím přímé selekce tuzemské populace.

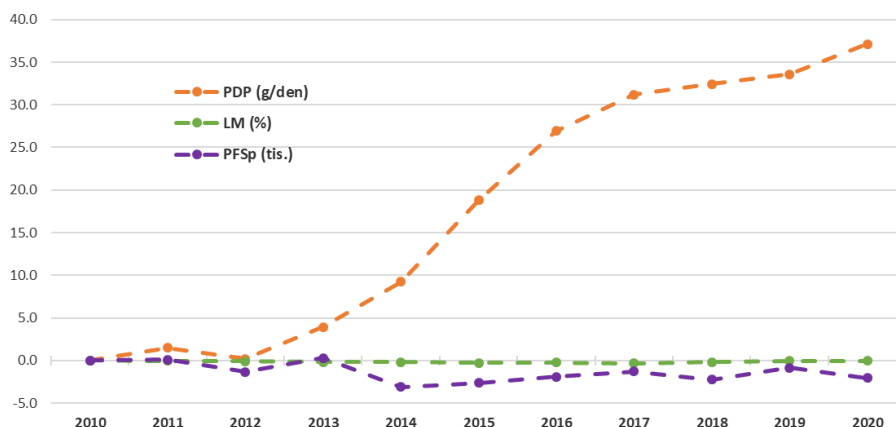
Graf 2. Genetický trend pro celkový počet struků (CPSt) a délku mezidobí (MD) u mateřských plemen prasat (zdroj: vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.)



U otcovských plemen se předpokládaný genetický pokrok u přímých znaků šlechtění (3,73 g PDP a 0,16 % LM na prasnici a rok) shoduje s trendem v PH těchto znaků (graf 3). U znaků kvality

spermatu souhrnně hodnocených např. prostřednictvím počtu funkčních spermií byl v posledních letech zaznamenán mírný pokles genetického trendu (v průměru o 1000 funkčních spermií ve spermatu kance; graf 3). Dosažení trvalého a žádoucího genetického trendu je možné pomocí přímé selekce. Ta je všeobecně doporučena jako základ pro kontinuální růst selekční odezvy a dosažení žádoucího selekčního zisku ve znacích šlechtitelského cíle.

Graf 3: Genetický trend pro PDP (g) a podíl LM (%) a počet funkčních spermií (v tis.) u otcovských plemen prasat (zdroj: vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.)



Vzhledem k výše uvedenému je požadavkem praxe aktualizovat a doplnit šlechtitelské cíle a selekční kritéria u mateřských a u otcovských plemen prasat o nové znaky a selektovat tak zvířata na základě nového a komplexnějšího selekčního indexu.

II.2. Vstupní parametry pro konstrukci nových indexů CPH

II.2.1. Znaky šlechtitelského cíle a CPH

Tabulka 2: Fenotypové hodnoty aktuálních a nových znaků CPH mateřské populace prasat¹

Znaky v CPH (zkratka)			Popis (jednotka)		CBU	CL
Aktuální	Průměrný denní přírůstek	PDP	PDP měřený od narození do ukončení polního testu	g/den	679.58	713.96
	Libové maso	LM	Podíl LM zjištěný ultrazvukem v polním testu	%	57.32	57.73
	Živě narozená selata	ZNS	Počet ZNS na prasnici a vrh na 2. a vyšším vrhu	selat/vrh	13.7	13.4
Všechna narozená selata	VNS	Počet VNS plně vyvinutých na prasnici a vrh	15.1		14.4	
Nové	Dochovaná selata	DS	Počet odstavených selat bez rozlišení podle pořadí vrhu	selat/vrh	12.0	11.5
	Délka mezidobí	MD	Průměrný počet dnů mezi dvěma za sebou následujícími porody		dnů	149.1
	Celkový počet struků	CPSt	Počet všech plně vyvinutých struků bez mezistruků měřený při označování selat do 10 dní věku	struky	15,04	15,33

¹ Průměrná hodnota znaku dosažená v letech 2018-2020 u čistokrevné populace plemene české bílé ušlechtilé (CBU) a česká landrase (CL) zařazených v programu CzePig. Zdroj: SCHP, z.s.

U mateřské populace prasat byly k aktuálním šlechtitelským cílům (PDP, LM a ZNS) přidány: délka mezidobí (MD) a počet funkčních struků prasníc (PFSt). Nový selekční index (CPH) mateřských plemen

byl rozšířen o tyto znaky: počet všech narozených selat (VNS), počet dochovaných selat (DS), délka MD a celkový počet struků (CPSt). Základní charakteristika všech znaků v CPH je uvedena v tabulce 2.

U plemen otcovské populace byly aktuální šlechtitelské cíle (tj. celoživotní PDP a podíl LM) doplněny o 4 (varianta A) nebo o 2 nové znaky (varianta B) charakterizující kvalitu spermatu. Charakteristika těchto znaků a jejich přítomnost dle variant nového CPH otcovské populace je uvedena v tabulce 3.

Tabulka 3: Fenotypové hodnoty (průměr) aktuálních a nových znaků CPH otcovských plemen prasat¹

Znaky v CPH (zkratka)			Popis (jednotka)		Průměr	
Aktuální	Průměrný denní přírůstek	PDP	PDP měřený od narození do ukončení polního testu	g/den	712,8	
	Libové maso	LM	Podíl LM zjištěný ultrazvukem v polním testu	%	61,4	
Nové	Var. A	Objem spermatu	OBJ	Celkový objem spermatu (ejakulátu) kance	ml	288,4
		Koncentrace spermií	KON	Počet spermií v ml spermatu měřený fotocolorimetrem	10 ³ buněk/mm ³	330,3
		Motilita spermií	MOT	Podíl spermií s aktivním progresivním pohybem	%	77,3
		Podíl abnormálních spermií	ABN	Podíl deformovaných, nebo jinak změněných spermií	%	10,4
	Var. B	Celkový počet spermií ²	CPSp	Celkový počet spermií v ejakulátu	10 ⁹ buněk	88,8
		Počet funkčních spermií ²	PFSp	Počet funkčních spermií v ejakulátu	10 ⁹ buněk	61,8

¹ Průměrná hodnota znaku dosažená v letech 2018-2020 u čistokrevných populací plemen duroc, bílé otcovské a pietrain zařazených v programu CzePig. Zdroj: vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.

² Vypočteno jako: $CPSp = OBJ * (KON/1000)$; $PFSp = CPSp * (MOT/100) * (1-ABN/100)$ dle Wolf (2009).

Základem pro výpočet váhových koeficientů a konstrukci nových selekčních indexů CPH u mateřských a otcovských plemen byl: výpočet ekonomické důležitosti (tj. EV) znaků, odhad genetických parametrů znaků a výpočet předpokládané selekční odezvy ve znacích šlechtitelského cíle.

II.2.2. Ekonomické váhy znaků šlechtitelského cíle

Marginální ekonomická váha (EV) znaků vyjadřovala změnu ročního zisku v produkčním systému (vyjádřeném v Kč na jednotku znaku a na prasnici daného plemene nebo populace) při zachování konstantní úrovně ostatních hodnoceníh znaků. Následně, po zohlednění počtu expresí a toku genů v hybridizačním programu byly vypočteny EV těchto znaků. Na výpočet byl použit bioekonomický model programů EWPIG2 ver. 3.0.0 a GFPIG ver. 2.0.0 (Wolfová a kol., 2020), které byly v minulém roce rozšířeny o možnost výpočtu EV pro nové znaky plodnosti kanců a prasnic. V programu byl aplikován 3 plemenný (Krupa a kol., 2020) a následně 4 plemenný hybridizační program tuzemské populace prasat (Krupová a kol., 2020). V případě EV znaků mateřské populace byly brány v úvahu EV vypočtené zvlášť pro plemeno CBU a CL, u otcovských plemen byla zohledněna průměrná důležitost těchto znaků u celé populace. Výsledné EV znaků nového šlechtitelského cíle u obou mateřských plemen a u otcovské populace jsou uvedené v tabulce 4.

Tabulka 4. Ekonomické váhy (EV) znaků šlechtitelského cíle u mateřských a otcovských plemen

Ukazatel a jednotka			Plemeno (populace)		
			CBU	CL	OTC
PDP	Průměrný denní přírůstek měřený od narození do ukončení polního testu	g/den	3,747	10,66	2,673
LM	Podíl LM zjištěný ultrazvukem v polním testu	%	89,97	248,10	90,231
ZNS	Počet ZNS na prasnici a vrh	selat/vrh	376,95	984,30	-
MD	Průměrný počet dnů mezi dvěma za sebou následujícími porody	dny	-55,84	-129,04	-
PFSt	Počet funkčních struků	struky	860,02	1720,0	-
OBJ	Objem spermatu	ml	-	-	1,611
KON	Koncentrace spermií	10 ³ /mm ³	-	-	1,149
MOT	Motilita spermií	%	-	-	6,082
ABN	Podíl abnormálních spermií	%	-	-	-5,216

EV je vyjádřena Kč/jednotku znaku/prasnici daného plemene, resp. populace a rok (Krupa a kol., 2020; Krupová a kol., 2020).

II.2.3. Odhad genetických parametrů všech znaků

Pro genetické vyhodnocení stávajících a nových znaků obou populací prasat byla použita data z databáze KU, která poskytl Svaz chovatelů prasat, z.s. Plemenné hodnoty byly odhadnuty pomocí programu PEST 4.2 (Groeneveld a kol., 1990) v aktuálně používaných modelech pro rutinní odhad plemenných hodnot dle platných metodik. Spolehlivost plemenných hodnot vyjadřující efektivní počet případů pro daného jedince v rámci stáda-roku-období měřené užitkovosti byla odhadnuta iterativně metodou implementovanou v programu acc (Misztal et al., 2018). Korelace mezi PH znaků mateřských (tabulka 5) a otcovských plemen (tabulka 6) byly vypočteny pomocí procedury corr v programu SAS (2012). Podrobný popis použitého animal modelu, včetně efektů a popisu odhadu genetických parametrů je uveden v publikacích citovaných v části „Odhad PH znaků“.

Tabulka 5. Genetické parametry znaků hodnocených u mateřských plemen CBU a CL

Pleme- no	Znak v cíli	GSD	Znak v CPH						
			PDP	LM	ZNS	MD	CPSSt	VNS	DS
CBU	PDP	14.16	1,000	-0.277	-0,116	0,200	0,025	-0.173	-0.278
	LM	0.530	-	1,000	0,140	-0,085	0,202	0,090	0.110
	ZNS	0,652	-	-	1,000	-0,117	0,091	0,693	0,424
	MD	1,079	-	-	-	1,000	-0,130	-0,005	-0,032
	PFSt	0,284	-	-	-	-	0,930	0,075	0,133
	r^2_{PH}	-	0,403	0,580	0,504	0,215	0,614	0,516	0,476
CL	PDP	15.65	1,000	-0,217	-0,105	0,300	0,111	-0,039	-0,222
	LM	0.552	-	1,000	0,160	-0,064	0,109	0,210	0,165
	ZNS	0.567	-	-	1,000	-0,058	0,123	0,857	0,566
	MD	0.694	-	-	-	1,000	-0,042	-0,119	-0,031
	PFSt	0.369	-	-	-	-	0,930	0,108	0,104
	r^2_{PH}	-	0.418	0.582	0.473	0.134	0.618	0.509	0.466

GSD - genetická směrodatná odchylka znaku v šlechtitelském cíli (popis znaků je v tabulce 4); r^2_{PH} - spolehlivost odhadu PH znaku v CPH (popis znaků je v tabulce 2); genetické korelace znaků jsou nad diagonálou. Zdroj: vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.

Tabulka 6. Genetické parametry znaků hodnocených u plemen otcovské populace (OTC)

Populace	Znak v cíli	GSD	Znak v CPH							
			PDP	LM	OBJ	KON	MOT	ABN	CPSp	PFSp
OTC	PDP	22,15	1,000	-0,010	0,188	-0,344	-0,140	-0,046	-0,182	-0,142
	LM	0,65	-	1,000	0,005	0,093	0,397	-0,319	0,185	0,228
	OBJ	17,33	-	-	1,000	-0,514	-0,277	-0,039	0,547	0,507
	KON	21,88	-	-	-	1,000	0,428	-0,247	0,380	0,394
	MOT	0,42	-	-	-	-	1,000	-0,699	0,159	0,210
	ABN	0,91	-	-	-	-	-	1,000	-0,252	-0,456
	r^2_{PH}	-	0,406	0,573	0,302	0,246	0,122	0,184	0,273	0,269

GSD – genetická směrodatná odchylka znaku v šlechtitelském cíli (popis znaků je v tabulce 4); r^2_{PH} - spolehlivost odhadu PH znaku v CPH (popis znaků je v tabulce 3); genetické korelace znaků jsou nad diagonálou. Zdroj: vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.

II.3. Konstrukce CPH a výpočet selekční odezvy

Při konstrukci selekčních indexů CPH u mateřských a otcovských plemen byly jako vstupní parametry použity: EV znaků zařazených mezi šlechtitelské cíle (tabulka 4) a genetické parametry všech znaků šlechtitelského cíle a selekčního indexu vypočtené pro plemena CBU, CL a pro otcovská plemena (tabulka 5 a 6). Kromě PDP a LM se šlechtění u plemen mateřské populace zaměří na zlepšení velikosti vrhu (ZNS), délky MD a počet funkčních struků (PFSt) a u otcovské populace na znaky charakterizující kvalitu spermatu. Na zlepšování PFSt prasnic bude jako kandidátní selekční kritérium použit znak celkový počet struků (CPSt), který vyjadřuje celkový počet všech plně vyvinutých struků bez mezistruků/pastruků měřený u selat ve věku 10 dnů (tabulka 2). Při konstrukci indexu byla proto zohledněna korelace uvedených znaků 93 % (Krupa a kol., 2020; vlastní výpočty z databáze SCHP, z.s.).

Při konstrukci nových CPH a při výpočtu předpokládané selekční odezvy byli aplikovány všeobecné principy teorie selekčních indexů. Selekční index byl stanovován na základě maticového programu v prostředí SAS (Příbyl a kol. 2004). V prvním kroku byla vypočtena selekční odezva a spolehlivost indexu aktuálně platného u dané populace (resp. plemene) prasat označená jako „BASE“. Při výpočtu byly zohledněny aktuální genetické a ekonomické parametry současných znaků cíle a indexu. Následně byla (dle tabulky 2 a 3) sestavena 1 základní varianta (označená jako A) rozšířeného CPH u mateřských plemen CBU a CL a 2 základní varianty nového CPH (A a B) pro otcovská plemena. Uvedené varianty byly následně specifikovány (1, 2, atd.), přičemž váhové koeficienty znaků „b“ v těchto variantách zohledňovaly:

- 1) optimální zastoupení znaků v CPH tak, aby bylo dosaženo maximální selekční odezvy ve znacích selekčního cíle
- další varianty vycházely z optimálního zastoupení (var. 1) s tím, že podíl znaků byl dále upravován s cílem dosáhnout:
- 2) vzájemný podíl aktuálních znaků stejný, jako je tomu u současného CPH
- 3) rovnoměrné zastoupení nových znaků v CPH
- 4) a 5) žádoucí selekční odezvu u znaků šlechtitelského cíle.

Výsledné hodnoty „b“ aktuálních a nových znaků v dané variantě CPH jsou uvedeny v tabulce 7 a 8.

Tabulka 7. Váhové koeficienty ("b") znaků dle varianty nového CPH mateřských plemen

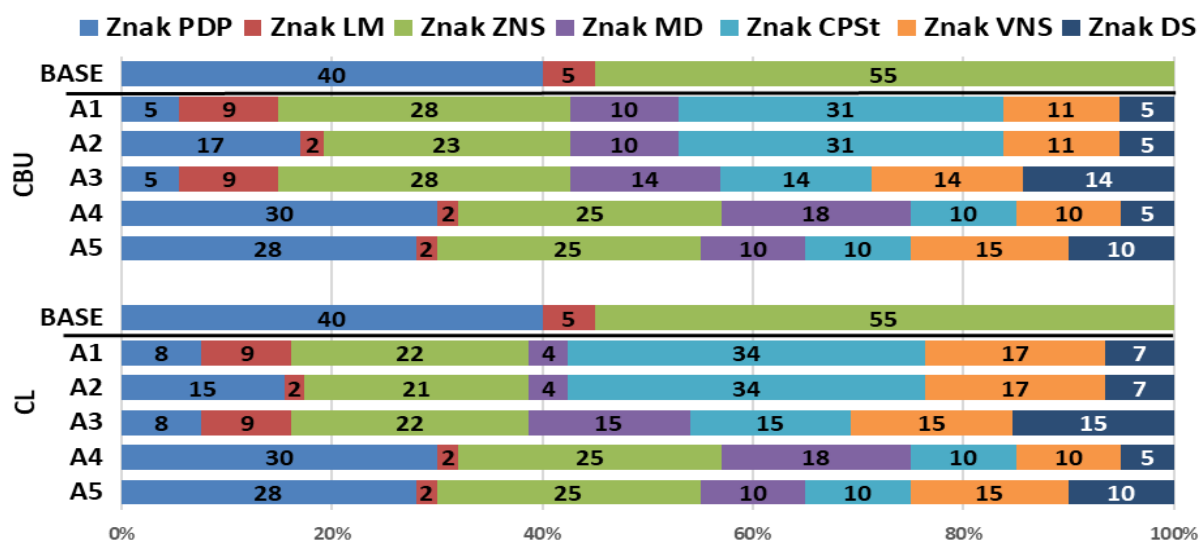
Plemeno	Varianta CPH	Znak v CPH						
		PDP	LM	ZNS	MD	CPSt	VNS	DS
CBU	A1	42,764	73,807	217,002	-81,132	241,117	86,596	40,101
	A2	133,430	16,679	183,466	-81,132	241,117	86,596	40,101
	A3	42,764	73,807	217,002	-112,236	112,236	112,236	112,236
	A4	234,756	15,650	195,630	-140,853	78,252	78,252	39,126
	A5	219,105	15,65	195,63	-78,252	78,252	117,378	78,252
CL	A1	141,460	159,758	418,134	-70,268	631,353	316,921	121,962
	A2	287,741	35,968	395,644	-70,268	631,353	316,922	121,962
	A3	141,460	159,758	418,134	-285,126	285,126	285,126	285,126
	A4	557,957	37,197	464,964	-334,774	185,986	185,986	92,993
	A5	520,760	37,197	464,964	-185,986	185,986	278,979	185,986

Tabulka 8. Váhové koeficienty ("b") znaků dle varianty nového CPH otcovské populace

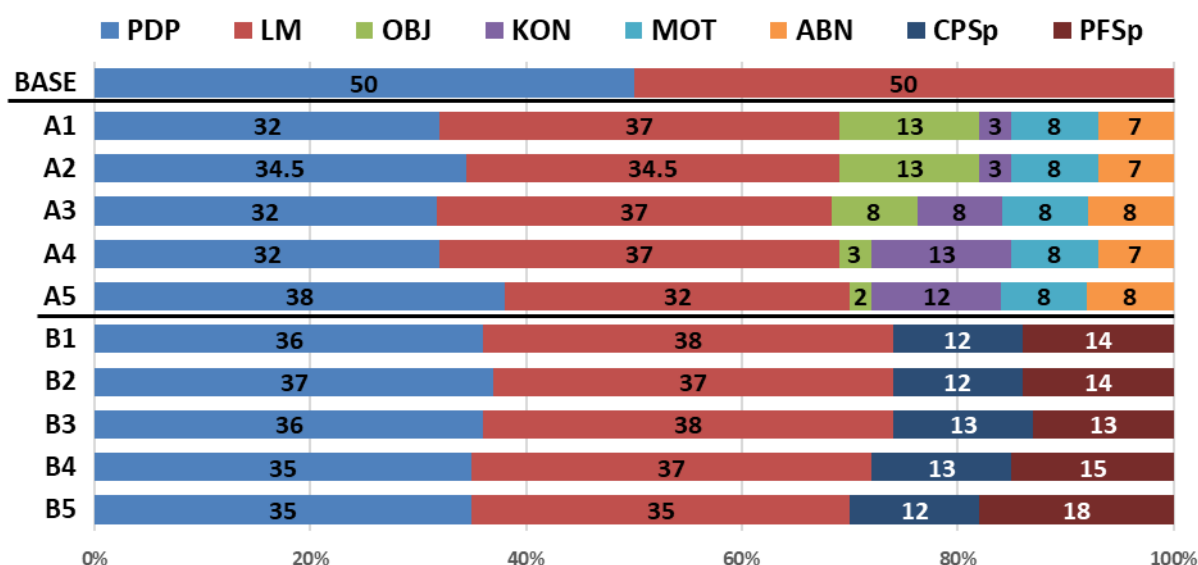
Popu- lace	Varianta CPH	Znak v CPH							
		PDP	LM	OBJ	KON	MOT	ABN	CPSp	PFSp
OTC	A1	54,709	61,825	22,542	4,786	12,769	-11,781	-	-
	A2	58,267	58,267	22,542	4,786	12,769	-11,781	-	-
	A3	54,709	61,825	13,473	13,473	13,473	-13,473	-	-
	A4	54,709	61,825	4,786	22,542	12,769	-11,781	-	-
	A5	63,997	53,892	3,368	20,209	13,473	-13,473	-	-
	B1	57,079	61,026	-	-	-	-	18,587	21,705
	B2	59,052	59,052	-	-	-	-	18,587	21,705
	B3	57,079	61,026	-	-	-	-	20,146	20,146
	B4	55,367	59,195	-	-	-	-	20,446	23,875
	B5	57,198	57,198	-	-	-	-	19,066	28,599

Ve všech variantách CPH byly váhové koeficienty znaků rovněž vyjádřeny relativně, tj. jako procentuální podíl daného znaku na součtu „b“ všech znaků v daném CPH. Jejich výsledné zastoupení dle variant CPH mateřských a otcovských plemen je uvedeno v grafu 4 a 5.

Graf 4. Zastoupení znaků (v %)¹ dle varianty nového CPH mateřských plemen CBU a CL



Graf 5. Zastoupení znaků (v %)¹ dle varianty nového CPH u plemen otcovské populace



¹Zastoupení znaků ve variantách CPH je výsledkem automatického zaokrouhlení na celá čísla (po zohlednění desetinných míst je suma 100 %).

Selekční odezva ve znacích šlechtitelského cíle (uvedená v tabulce 9 a 10) byla u obou populací vypočtena při selekční intenzitě jedna genetická směrodatná odchylka. Odezva byla následně vyjádřena jako genetický zisk (tj. v jednotkách znaku na prasnici a rok) a jako celkový ekonomický zisk (tj. v peněžních jednotkách po zohlednění EV hodnocených znaků).

Tabulka 9. Spolehlivost selekce (%) a selekční zisk¹ ve znacích šlechtitelského cíle mateřských plemen CBU a CL dle varianty nového CPH

Plemeno	Varianta CPH	Spoleh. (%)	Selekční zisk¹					ekonomický
			genetický					
			PDP	LM	ZNS	MD	PFSt	
CBU	BASE	37,2	1,600	0,011	0,160	-	-	67,28
	A1	58,4	-0,409	0,069	0,157	-0,078	0,067	126,13
	A2	52,8	0,596	0,037	0,142	-0,063	0,068	121,22
	A3	49,4	-0,785	0,067	0,190	-0,082	0,044	116,68
	A4	36,5	1,584	0,014	0,152	-0,058	0,034	96,62
	A5	39,6	1,222	0,017	0,169	-0,035	0,033	100,07
CL	BASE	39,2	1,976	0,018	0,133	-	-	155,98
	A1	61,0	0,358	0,063	0,139	-0,019	0,091	314,65
	A2	58,9	1,076	0,036	0,131	-0,009	0,092	308,73
	A3	46,8	-0,096	0,071	0,168	-0,032	0,060	289,23
	A4	37,0	2,191	0,020	0,133	-0,003	0,048	242,77
	A5	41,4	1,830	0,026	0,151	-0,001	0,047	254,85

¹ Genetický selekční zisk je vyjádřen v jednotkách daného znaku (např. g PDP, % LM na prasnici a rok; dle tabulky 4). Ekonomický zisk vyjadřuje celkový peněžní přínos v Kč na prasnici a rok (dle EV znaků šlechtitelského cíle uvedených v tabulce 4).

U aktuálních znaků šlechtitelského cíle je selekční odezva u obou mateřských plemen v současnosti (tj. ve variantě BASE) žádoucí a podobně je tomu u znaků podíl LM a počet ZNS ve všech variantách nového komplexního CPH. Na dosažení kladného genetického zisku v intenzitě růstu, tj. u znaku PDP ve variantách indexu A2, A4 a A5 (viz tabulka 9) bylo v porovnání s optimální

variantou (A1) potřebné navýšit podíl PDP na minimálně 15 % (u CL), resp. na 17 % (u CBU; graf 4). Vzhledem na nepatrné rozdíly v genetických korelacích mezi hodnocenými znaky u obou mateřských plemen (viz tabulka 5) se u plemene CL předpokládá dosažení pozitivní odezvy u aktuálních znaků rovněž v optimální variantě A1.

Tabulka 10. Spolehlivost selekce (%) a selekční zisk¹ ve znacích šlechtitelského cíle u plemen otcovské populace dle varianty nového CPH

Popu- lace	Varianta CPH	Spoleh. (%)	Selekční zisk ¹						
			genetický						ekono- mický
			PDP	LM	OBJ	KON	MOT	ABN	
OTC	BASE	45,7	3,73	0,155	-	-	-	-	23,99
	A1	47,4	3,40	0,162	1,198	-0,800	0,036	-0,073	25,32
	A2	46,7	3,66	0,155	1,243	-0,913	0,034	-0,070	25,28
	A3	46,5	3,24	0,165	0,742	-0,235	0,043	-0,075	25,14
	A4	45,5	3,04	0,166	0,285	0,311	0,047	-0,080	24,62
	A5	44,5	3,71	0,148	0,358	0,010	0,041	-0,070	24,47
	B1	48,3	3,14	0,162	1,198	-0,072	0,036	-0,099	25,58
	B2	48,0	3,28	0,158	1,223	-0,129	0,034	-0,098	25,57
	B3	48,3	3,14	0,162	1,200	-0,073	0,036	-0,099	25,58
	B4	47,4	3,07	0,161	1,272	0,011	0,036	-0,101	25,57
B5	47,4	3,16	0,157	1,338	0,010	0,035	-0,102	25,52	

¹ Genetický selekční zisk je vyjádřen v jednotkách daného znaku (např. g PDP, % LM na prasnici a rok; dle tabulky 4). Ekonomický zisk vyjadřuje celkový peněžní přínos v Kč na prasnici a rok (dle EV znaků šlechtitelského cíle uvedených v tabulce 4).

V případě nových znaků šlechtitelského cíle (tj. MD a PFSt) byla ve všech variantách komplexního CPH dosažena požadovaná odezva, tj. zkrácení MD v průměru o 0,038 dne a zvýšení PFSt o 0,058 struku na prasnici a rok. Při porovnání předpokládaného genetického zisku všech znaků u aktuálního CPH mateřských plemen (varianta BASE) a jeho nových komplexních variant by mohly být pro šlechtitele akceptovatelné právě tyto varianty nového CPH (A2, A4 a A5 u obou plemen, resp. A1 u plemene CL). U znaku délka MD se dokonce předpokládá, že selekční zisk u většiny navrhovaných variant CPH (v intervalu od -0,001 do -0,082 dne MD; tabulka 9) bude dokonce vyšší, než selekční efekt u tohoto znaku (-0,010 dne MD) dříve vypočtený při aplikaci Indexu reprodukce, který je nyní v praxi používán. Pozitivní roli zde pravděpodobně sehrává vyšší počet funkčních znaků a jejich zastoupení v navrhovaném CPH.

Funkční znaky reprezentované počtem ZNS v současnosti tvoří 55 % v CPH. V případě optimálního zastoupení (var. A1) by jejich podíl měl tvořit až 85 % (u CBU), resp. 84 % (u CL; graf 4). Zastoupení aktuálních znaků týkajících se produkce masa (PDP a LM) by pak v této variantě CPH mělo klesnout z aktuálních 45 % až na 15 % (u CBU), resp. 16 % (u CL). To by bylo (vzhledem na objektivní potřebu zlepšování PDP u mateřské populace) pro šlechtitele s velkou pravděpodobností neakceptovatelné. Argumentem pro vyšší zastoupení produkčních znaků je i předpokládaná nízká (0,358 g PDP u plemene CL), případně až negativní odezva (-0,409 g PDP u plemene CBU) vypočtená u tohoto znaku v optimálních variantách nového CPH. Celkově je možné konstatovat, že vyšší počet funkčních znaků v komplexním CPH (5 znaků) vytváří v porovnání s aktuálním složením indexu (1 funkční znak)

dostatečný selekční tlak na jejich efektivní zlepšování v populaci. Předpokládaný genetický zisk v těchto znacích je při podílu funkčních znaků v CPH na úrovni 68 % (var. A4) žádoucí a dostatečný při zachování selekčního efektu u aktuálních produkčních znaků (např. 1,584 g PDP ve variantě A4 vs. 1,600 g PDP při aktuální konstrukci CPH u plemene CBU; tabulka 9). Podobně 70 % podíl funkčních znaků ve variantě A5 by sice vedl k mírně nižšímu zisku u růstu (např. 1,830 g PDP vs. 1,976 g PDP při aktuálním CPH plemene CL; tabulka 9) ale k mírnému růstu odezvy u velikosti vrhu (např. 1,151 ZNS vs. 1,333 ZNS při aktuálním CPH plemene CL; tabulka 9).

Kromě předpokládané selekční odezvy ve znacích šlechtitelského cíle a zastoupení znaků v indexu jsou dalšími důležitými atributy: spolehlivost selekce a výsledný ekonomický zisk. V případě mateřských plemen je aktuální spolehlivost indexu (var. BASE, tabulka 9) na úrovni 37 % (CBU), resp. 39 % (CL). Optimalizováním zastoupení znaků (ve variantě A1) by se spolehlivost selekce zvířat zvýšila přibližně o polovinu. Podobně v případě změny ve vzájemném zastoupení aktuálních selekčních kritérií tak, jak je tomu u současného CPH (tj. ve variantě A2) a při rovnoměrném zastoupení nových znaků v CPH (tj. ve variantě A3) by došlo k mírnému poklesu spolehlivosti selekce (o 1/5 u CL až 1/3 u CBU). Ve variantách nového CPH kombinujících selekční kritéria tak, aby byla u všech znaků dosažena žádoucí odezva (var. A4 a A5) se spolehlivost selekce dostává mírně nad úroveň aktuálního CPH (cca na 37 až 41 %). Nicméně po komplexním zohlednění jak EV znaků šlechtitelského cíle (v tabulce 4), tak i jejich genetického zisku (tabulka 9) je celkový ekonomický efekt ze šlechtění ve variantě A4 a A5 přibližně o 50 % vyšší než u současného CPH, a to u obou mateřských plemen CBU a CL.

V případě selekčního indexu otcovských plemen byla selekční odezva u aktuálních znaků šlechtitelského cíle (tj. u PDP a LM) ve všech variantách komplexního CPH porovnatelná se současným nastavením selekce (tj. ve variantě BASE). V případě PDP by došlo jenom k mírnému poklesu genetického zisku (přibližně o 10 %) a u podílu LM by se selekční odezva téměř nezměnila (+0,01 procentního bodu (p.b.)). Z pohledu úrovně genetického (a tím i ekonomického) zisku u současných znaků je tedy konstrukce nových CPH přijatelná.

Z hlediska nových znaků zohledňujících kvalitu spermatu je rovněž u většiny navrhovaných variant CPH předpokládáno dosažení žádoucího genetického zisku na prasnici a rok. Např. u OBJ jde v průměru +1,01 ml spermatu nebo u MOT zvýšení podílu spermií s progresivním pohybem o 0,04 %. Výjimkou je selekční odezva u KON, kde i při optimální konstrukci indexu (varianta A1 a B1) by byl dosažen nežádoucí trend a to -800, resp. -70 spermií na mm³ spermatu. Při porovnání uvedených CPH by však varianta B1 dosahující jenom mírný nežádoucí selekční efekt u KON mohla být pro šlechtitele přijatelná. V uvedené variantě B jde celkově o jednodušší konstrukci indexu, kde jsou na zlepšení znaků spermatu využity komplexnější ukazatele CPSp a PFSp.

Při následné úpravě obou „optimálních“ variant CPH zaměřené na dosažení žádoucí odezvy rovněž u znaku KON, byl v případě varianty A4 zvýšen selekční tlak na uvedený znak, a to na úkor objemu spermatu (OBJ) a podíl ostatních znaků v indexu zůstal beze změny (varianta A1 vs. A4 v tabulce 10 nebo v grafu 4). Výsledkem bylo, že sice došlo k poklesu žádoucího genetického pokroku u OBJ (přibližně na 25 %), ale v případě KON by byl dosažen rovněž žádoucí zisk (a to +311 spermií na mm³ spermatu) při zachování selekčního efektu u ostatních znaků (např. +0,07 %, vs. +0,08 % u ABN, nebo +3,40 g vs. +3,04g u PDP). Podobně v případě varianty A5 byl selekční tlak z OBJ přesunut na KON a současně se zvýšilo zastoupení PDP na úkor podílu LM (graf 5). Výsledkem je nízká, ale kladná selekční odezva u

KON (+10 spermií na mm³ spermatu) při zvýšení žádoucího genetického zisku u PDP (na 3,71 g) na aktuálně dosahovanou úroveň (3,73 g ve variantě BASE).

S cílem dosáhnout žádoucí odezvy u KON v indexu B byly při jeho modifikaci ve variantách B4 a B5 potřebné změny v zastoupení všech znaků. Podíl současných znaků PDP a LM byl celkově snížen (o 2 a 4 p.b.) ve prospěch znaků spermatu, které se pak na celkovém CPH podílely 28 % (B4) a 30 % (B5). Uvedená změna selekčního tlaku postačovala na to, aby rovněž u znaku KON byl dosažen sice malý, ale kladný a žádoucí genetický zisk (tj. 10 až 11 spermií na mm³ spermatu).

Co se týče zastoupení nových znaků v CPH otcovských plemen je možné konstatovat, že u navrhovaných variant CPH je jejich podíl v intervalu od 26 % (např. u optimální varianty B1 založené na 2 komplexních znacích spermatu) do 31 % (ve variantách A využívajících přímé šlechtění na 4 znaky kvality spermatu). Z hlediska žádoucí selekční odezvy jak u nových, tak u současných šlechtitelských cílů může být pro šlechtitele přijatelné CPH ve variantě A4 a A5 nebo některá z jednodušších CPH ve variantě B. Důležitým faktem je, že zvýšení počtu selekčních kritérií nemělo výrazný negativní vliv na spolehlivost selekce, a dokonce v případě variant B došlo k mírnému zlepšení spolehlivosti (v průměru o 2 p.b.; tabulka 10). Dalším pozitivem komplexního CPH je mírné navýšení ekonomické selekční odezvy u otcovských plemen (v průměru o 5 %).

II.4. Technické provedení výpočtu nových indexů CPH

Metodiky odhadu PH všech znaků použitých v novém selekčním indexu mateřských plemen CBU a CL a otcovských plemen (OTC) prasat byly podrobně popsány v pracích Wolf (2012), Wolf a kol. (1999, 2007), Wolf a Smital (2009), Krupa a Wolf (2013), Krupa a kol. (2014, 2016a,b) a odhad plemenných hodnot (PH) zvířat se uskutečňuje rutinně jednou týdně. Metodické předpoklady bio-ekonomického modelu programů EWPIG2 a GFPIG a parametry aplikované při výpočtu ekonomického významu u všech znaků šlechtitelského cíle obou populací prasat byly rovněž popsány dříve (např. Wolf a kol., 2016; Wolfová a kol., 2017 a 2019; Krupa a kol., 2017a a 2020; Krupová a kol., 2020). Poslední výpočet ekonomických vah (EV) znaků proběhl v roce 2020 na základě aktuálních dat (získaných od SCHP, z.s. a tuzemských chovatelů prasat zařazených v programu CzePig). Použitím bio-ekonomického modelu jsou vypočtené EV znaků dostatečně robustní, a proto bude jejich reevaluace potřebná nejdříve za 5-7 let.

Vlastní výpočet nových komplexních CPH zvířat zvláště pro mateřská plemena CBU a CL a souhrnně pro otcovská plemena (OTC) bude následovat po odhadu PH na základě sestaveného agregovaného genotypu reprezentovaného rovnicí a to následovně:

Rovnice pro výpočet nového CPH u plemene CBU

$$CPH_{CBU} = b_{PDP} * PH_{PDP} + b_{LM} * PH_{LM} + b_{ZNS} * PH_{ZNS} + b_{VNS} * PH_{VNS} + b_{DS} * PH_{DS} + b_{MD} * PH_{MD} + b_{CPSt} * PH_{CPSt}$$

Rovnice pro výpočet nového CPH u plemene CL

$$CPH_{CL} = b_{PDP} * PH_{PDP} + b_{LM} * PH_{LM} + b_{ZNS} * PH_{ZNS} + b_{VNS} * PH_{VNS} + b_{DS} * PH_{DS} + b_{MD} * PH_{MD} + b_{CPSt} * PH_{CPSt}$$

Rovnice pro výpočet nového CPH u otcovských plemen

dle varianty A

$$CPH_{OTC} = b_{PDP} * PH_{PDP} + b_{LM} * PH_{LM} + b_{OBJ} * PH_{OBJ} + b_{KON} * PH_{KON} + b_{MOT} * PH_{MOT} + b_{ABN} * PH_{ABN}$$

respektive v případě varianty B

$$CPH_{OTC} = b_{PDP} * PH_{PDP} + b_{LM} * PH_{LM} + b_{CPSp} * PH_{CPSp} + b_{PFSp} * PH_{PFSp}$$

kde: **CPH** je vypočtená celková plemenná hodnota zvířete, **PH** reprezentují individuální plemenné hodnoty znaků: **PDP** - celoživotní průměrný denní přírůstek; **LM** - podíl libového masa; počet selat ve vrhu: **ZNS** - živě narozená, **VNS** - všechna narozená, **DS** – dochovaná; **MD** - délka mezidobí; **CPSt** - celkový počet struků; ukazatele kvality spermatu: **OBJ** - objem spermatu, **KON** - koncentrace spermií, **MOT** - motilita spermií, **ABN** - podíl abnormálních spermií, **CPSp** - celkový počet spermií, **PFSp** - počet funkčních spermií. PH znaků každého zvířete jsou násobené příslušným váhovým koeficientem „b“ pro daný znak dle zvolené varianty CPH dané populace (uvedeno v tabulce 7 a 8).

II.5. Příprava dat, jejich využití a publikování

Předpokládáme, že v souladu s aktuálními zvyklostmi ve zveřejňování plemenných hodnot budou i hodnoty nových indexů zvířat zveřejňovány zařazením této hodnoty k příslušnému kvantilu (1, 5, 10 ..., 95 a 100) CPH. Jako výchozí soubor dat pro výpočet kvantilů budou použity hodnoty CPH zvláště pro samčí a samičí část populace narozené v posledních 3 letech (klouzavě k datu výpočtu). Hodnoty CPH, jeho kvantily a zařazení zvířat do příslušné TOP CPH budou přepočítávány každý týden při zpracování plemenných hodnot. Předpokládáme, že TOP žebříček CPH bude zveřejňován v sestavách hodnocení zvířat (katalogy prasnic a kanečků, seznamy prasnic a kanců podle CPH apod.), aby mohl být využit k praktické selekci zvířat.

II.6. Příloha

Součástí metodiky nejsou žádné přílohy.

III. Srovnání novosti postupů

Stávající CPH u prasat zařazených v národním programu CzePig byly dosud tvořeny 3 znaky (mateřská plemena) nebo 2 znaky (otcovská plemena). Kromě toho je u mateřských plemen používán samostatný reprodukční index (zahrnující 4 znaky) zaměřený na zlepšení znaků plodnosti prasnic. Od roku 2005, kdy byla CPH vytvořena, byly do rutinního genetického hodnocení tuzemské populace prasat postupně zařazeny nové funkční znaky. Byl tím vytvořen první předpoklad pro šlechtění a přímé zlepšování jejich úrovně u tuzemské populace prasat. Nové CPH byly proto doplněny tak, aby kompletizovaly všechny dostupné informace o genetickém potenciálu chovaných zvířat v různých znacích a umožňovaly tím komplexnější a přesnější vyjádření CPH daného jedince pro potřeby selekce.

Váhové koeficienty znaků v dosud používaných CPH byly u obou populací nastaveny subjektivně, a to na základě předem určeného významu znaků v indexu. V současnosti máme

k dispozici objektivní ekonomické váhy (EV) znaků šlechtitelského cíle stanovené pomocí bio-ekonomických modelů. Bio-ekonomické modely celosvětově představují nejvyšší standard pro přesný výpočet ekonomického významu znaků a umožňují stanovit EV znaků jak u dosud hodnocených, tak i u nových znaků. Jejich poznáním byl vytvořen další předpoklad pro zvýšení počtu a objektivní kombinaci šlechtitelských cílů a selekčních kritérií u mateřské a otcovské populace prasat.

Nové CPH jsou nastaveny tak, aby při jejich aplikaci ve šlechtění docházelo k zachování pozitivního trendu v dosavadních šlechtitelských cílech a současně ke zlepšování úrovně nových znaků. Zahrnutím délky mezidobí mezi selekční kritéria mateřské populace prasat se vytvoří předpoklad pro zamezení jeho růstu a tím zachování přijatelné obrátkovosti stáda. Šlechtěním na počet funkčních struků bude vytvořen předpoklad pro úspěšný odchov selat, který kromě přímých ekonomických efektů bude mít i nepřímý efekt na welfare chovu. Zlepšování znaků kvality spermatu povede k efektivnější produkci inseminačních dávek a tím k minimalizaci růstu nákladů na inseminaci prasnic v celé výrobní vertikále.

IV. Popis uplatnění metodiky

Metodika bude uplatněna celostátně pro výpočet komplexního selekčního indexu CPH plemen mateřské a otcovské populace prasat zařazených v národním šlechtitelském programu CzePig. Výpočet bude prováděn dle potřeb Svazu chovatelů prasat, z.s. Výsledky výpočtu zpracuje, zužitkuje a publikuje Svaz chovatelů prasat, z.s.

V. Ekonomické aspekty

Náklady na zavedení metodiky jsou minimální, veškeré programy pro výpočet genetických parametrů, ekonomických vah a selekčního indexu byly vyvinuty v rámci řešení projektu NAZV QK19102017, MZE-RO0718 – V003 a již ukončených projektů zaměřených na šlechtitelský program CzePig a jsou distribuovány zdarma. Data použitá pro genetické hodnocení jsou již součástí existující databáze. Licencovaný software PEST je majetkem organizace, která bude provádět odhad plemenných hodnot znaků. V souladu s doporučením Rady vlády pro výzkum uživatel metodiky nevytváří těmito činnostmi přímý zisk. Vytvářením podkladů a řízením šlechtitelské práce dochází k zvýšení kvality plemenářské práce u chovatelů prasat a zlepšují se tak základní předpoklady pro ekonomické přínosy pro jednotlivé chovatele.

VI. Seznam použité související literatury

Biermann A.D.M, Rommelfanger E., Anthe J., Frevert H. and König S. (2016): Economic values and evaluation of breeding schemes for non-market traits with applications to an endangered pig breed. *Livestock Science* 183: 63–71.

Groeneveld E.; Kovac M.; Wang T. (1990): PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. In: *Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Edinburgh, 13: 488-491.

Hazel L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28: 476-490.

- Houška L., Wolfová M., Nagy I., Csornyei Z., Komlosi I. (2010): Economic values for traits of pigs in Hungary. *Czech Journal of Animal Science*, 55: 139-148.
- Hermesch S., Ludemann C.I., Amer P.R. (2014): Economic weights for performance and survival traits of growing pigs. *Journal of Animal Science* 92: 5358–5366.
- Kasprzyk A. (2007). Estimates of genetic parameters and genetic gain for reproductive traits in the herd of Polish Landrace sows for the period of 25 years of the breeding work. *Arch Tierz* 50: 116-124
- Krupa E., Wolf J., 2013. Simultaneous estimation of genetic parameters for production and litter size traits in Czech Large White and Czech Landrace pigs. *Czech J. Anim. Sci.* 58, 429–436.
- Krupa E., Krupová Z., Wolfová M., Žáková E. (2017a): Estimation of economic values for traits of pig breeds in different breeding systems: II. Model application to a three-way crossing system. *Livestock Science*. 205: 70–78.
- Krupa E., Příbyl J., Krupová Z., Žáková E. (2017b): Repro index in dam breeds of the Czech national breeding program. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(3): 245-248.
- Krupa E., Wolf J., Wolfová M., Žáková E. (2014): Odhad plemenné hodnoty pro prasata plemen České bílé ušlechtilé a České landrase. *Certifikovaná metodika, VÚŽV Praha*, ISBN 978-80-7403-125-0, 17 s.
- Krupa E., Wolfová M., Krupová Z., Žáková E. (2020): Estimation of economic weights for number of teats and sperm quality traits in pigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 137:189–199.
- Krupa E., Žáková E., Krupová Z., Michaličková M. (2016a): Estimation of genetic parameters for teat number and reproduction and production traits from different data sources for Czech dam breeds. *Livest. Sci.*, 19: 197–102.
- Krupa E., Žáková E., Krupová Z., Michaličková M. (2016b): Estimation of (co)variance components for age at first farrowing and farrowing interval in Czech large white. *Acta Agriculturae Slovenica Supplement* 5:183–188.
- Krupová Z., Krupa E., Žáková E., Příbyl J., (2017a): Reprodukční index mateřských plemen prasat. *Certifikovaná metodika. VUŽV Praha Uhřetěves*, 14 s.
- Krupová Z., Krupa E., Žáková E., Wolfová M. (2020): Ekonomické váhy znaků ve čtyřplemenném křížení prasat. *Náš chov*, 80, 8:28-31.
- Krupová Z., Žáková E., Krupa E., Michaličková M. (2017b). New breeding objectives for the Czech pig population. *Indian Journal of Animal Sciences*, 87 (6): 778–781.
- Misztal I., Tsuruta S., Lourenco D. A. L., Masuda Y., Aguilar I., Legarra A., Vitezica Z. (2018). *Manual for BLUPF90 family programs. University of Georgia.*
<http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php?id=documentation>
- Příbyl J., Šafus P., Štípková M., Stádník L., Čermák V. (2004). Selection index for bulls of Holstein cattle in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.* 49: 244-256.
- Quinton V.M, Wilton J.W, Robinson J.A and Mathur P.K. (2006): Economic weights for sow productivity traits in nucleus pig populations. *Livestock Science* 99: 69–77.
- SAS Institute Inc., 2012. Release 9.4 of the SAS® System for Microsoft® Windows®. SAS Institute, Inc., Cary, USA.
- SCHP (2021). Svaz chovatelů prasat, z.s., <http://www.schpcm.cz/>

- Sørensen A.C. (2015): Subjective definition of traits and economic values for selection of organic sows in Denmark. 66th Annual meeting of the EAAP. Book of abstracts No. 21, August 29 – September 2, Warsaw, 465.
- Žáková E., Krupa E., Krupová Z. (2020a): Metodika odhadu plemenné hodnoty pro znaky spotřeby krmiva. Certifikovaná metodika. VUŽV Praha Uhřetěves, 19 s.
- Žáková E., Krupová Z., Krupa E. (2020b): Systém sběru a uchování zdravotních dat v kontrole užitečnosti prasat. Certifikovaná metodika. VUŽV Praha Uhřetěves, 17 s.
- Wallenbeck A., Rydhmer L., Röcklinsberg H., Ljung M., Strandberg E., Ahlman T. (2015): Preferences for pig breeding goals among organic and conventional farmers in Sweden. *Organic Agriculture*, 1-12.
- Wolf J. (2009): Genetic correlations between production and semen traits in pig. *Animal*, 3(8): 1094-1099.
- Wolf J. (2012): Technical note: A general transformation formula for interval traits connected with reproduction in pigs. *Journal of Animal Science*, 90: 3695-3697.
- Wolf J., Groeneveld E., Wolfová M. and Jelínková V. (1999). Estimation of genetic parameters for litter traits in Czech pig populations using a multitrait animal model. *Czech J Anim Sci* 44: 193-199
- Wolf J., Smital J. (2009). Effects in genetic evaluation for semen traits in Czech Large White and Czech Landrace boars. *Czech Journal of Animal Science* 54: 349–58.
- Wolf J., Wolfová M., Peškovičová D. (2007). Odhad plemenné hodnoty u prasat v České republice. VUŽV, v.v.i., Praha Uhřetěves, 116 s.
- Wolf J., Wolfová M., Žáková E., Krupová Z., Krupa E. (2016). User's Manual for the Program Package ECOWEIGHT (C Programs for Calculating Economic Weights in Livestock), Version 7.3.1. Part 4: Program EWPIG (Version 1.1.0) for Pigs. Institute of Animal Science, Prague Uhřetěves.
- Wolfová M., Krupa E., Krupová Z., Žáková E. (2019): Economic weights of maternal and direct traits of pigs calculated by applying gene flow methods. *Animal*, 13, 6:1127-1136,
- Wolfová M., Wolf J., Krupová Z., Krupa E., Žáková E. (2017): Estimation of economic values for traits of pig breeds in different breeding systems: I. Model development. *Livestock Science*. 205: 79–87.
- Wolfová M., Wolf J., Krupa E., Krupová Z., Žáková E. (2020): Short User's Guide for the Programs EWPIG2 (Version 3.0.0) and GFPIG (Version 2.0.0). C Programs for Calculating Economic Weights in Pigs). Institute of Animal Science, Prague Uhřetěves. 117 s.

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Krupa E., Krupová Z., Wolfová M., Žáková E. (2017a): Estimation of economic values for traits of pig breeds in different breeding systems: II. Model application to a three-way crossing system. *Livestock Science*, 205: 70–78.
- Krupa E., Příbyl J., Krupová Z., Žáková E. (2017b): Repro index in dam breeds of the Czech national breeding program. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(3): 245-248.
- Krupa E., Žáková E., Krupová Z., Michaličková M. (2016a). Estimation of genetic parameters for teat number and reproduction and production traits from different data sources for Czech dam breeds. *Livestock Science*, 191: 97-102.

- Krupa E., Žáková E., Krupová Z., Michaličková M. (2016b): Estimation of (co)variance components for age at first farrowing and farrowing interval in Czech large white. *Acta Agriculturae Slovenica Supplement* 5:183–188.
- Krupová Z., Krupa E., Příbyl J., Žáková E. (2017c): Farrowing interval in selection of dam pig breeds in the Czech Republic. In: *Proceedings of Modern Trends in Livestock Production. 11th International Symposium. Belgrade, Serbia, 11–13 October 2017, Institute for Animal Husbandry, Belgrade*, p. 312-318.
- Krupová Z., Krupa E., Wolfová M., Wolf J., Žáková E. (2016): EWPIG – a program to calculate economic weights of traits in pigs. *Book of Abstracts of the 67-th Annual EAAP Meeting, Belfast, UK, August 29 - September 2, 2016, session 48, poster 13*, p. 444.
- Krupová Z., Krupa E., Žáková E., Příbyl J., (2017a): Reprodukční index mateřských plemen prasat. Certifikovaná metodika. VUŽV Praha Uhřetěves, 14 s.
- Krupová Z., Krupa E., Žáková E., Wolfová M. (2020): Ekonomické váhy znaků ve čtyřplemenném křížení prasat. *Náš chov*, 80, 8:28-31.
- Krupová Z., Žáková E., Krupa E., Michaličková M. (2017b). New breeding objectives for the Czech pig population. *Indian J. Anim. Sci.* 87 (6): 778–781.
- Wolf J. (2009): Genetic correlations between production and semen traits in pig. *Animal*, 3(8): 1094-1099.
- Wolf J. (2012): Technical note: A general transformation formula for interval traits connected with reproduction in pigs. *Journal of Animal Science*, 90: 3695-3697.
- Wolf J., Smital J. (2009). Effects in genetic evaluation for semen traits in Czech Large White and Czech Landrace boars. *Czech Journal of Animal Science* 54: 349–58.
- Wolf J., Wolfová M., Žáková E., Krupová Z., Krupa E. (2016). User's Manual for the Program Package ECOWEIGHT (C Programs for Calculating Economic Weights in Livestock), Version 7.3.1. Part 4: Program EWPIG (Version 1.1.0) for Pigs. Institute of Animal Science, Prague Uhřetěves.
- Wolfová M., Wolf J., Krupová Z., Krupa E. and Žáková E. (2017). Estimation of economic values for traits of pig breeds in different breeding systems: I. Model development. *Livestock Science*, 205: 79-87.
- Wolfová M., Wolf J., Krupa E., Krupová Z., Žáková E. (2020): Short User's Guide for the Programs EWPIG2 (Version 3.0.0) and GFPIG (Version 2.0.0). C Programs for Calculating Economic Weights in Pigs). Institute of Animal Science, Prague Uhřetěves. 117 s.
- Žáková E., Krupa E., Krupová Z. (2016): Length of productive life in Czech Large White and Czech Landrace sows. *Book of Abstracts of the 67-th Annual EAAP Meeting, Belfast, UK, 29. August-2. September 2016, session 48, poster 14*, p. 445.
- Žáková E., Krupová Z., Krupa E. (2017). Length of productive life of sows in the Czech Republic – how long to use sows in optimum. 23. *Mitteldeutsche Schweine - Workshop in Bernburg. Hochschule für angewandte Wissenschaften, 19.-20.5. 2017, Bernburg, Deutschland.*

- Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves
- Název: Selekční indexy prasat s novými funkčními znaky
- Autoři: Ing. Zuzana Krupová, Ph.D. (40 %)
Ing. Eliška Žáková, Ph.D. (30 %)
Ing. Emil Krupa, Ph.D. (20 %)
prof. Ing. Josef Příbyl, DrSc. (10 %)
- Oponenti: doc. Ing. Karel Mach, CSc.
Emeritní docent, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Česká zemědělská univerzita, Praha

Ing. Zdeňka Majzlíková
Česká státní plemenářská inspekce, Praha
- Dedikace: Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QK1910217 s názvem „Vytvoření referenční populace a vývoj postupů pro odhad genomických plemenných hodnot znaků prasat zařazených do Českého národního šlechtitelského programu“ a podpory na rozvoj výzkumné organizace č. MZE-RO0718 – výzkumný záměr V003 „Vývoj systémů ekonomického hodnocení jedinců a populací“.

ISBN 978-80-7403-253-0

Vydáno bez jazykové úpravy.

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Přátelství 815
104 00 Praha Uhřetěves

WWW.VUZV.CZ