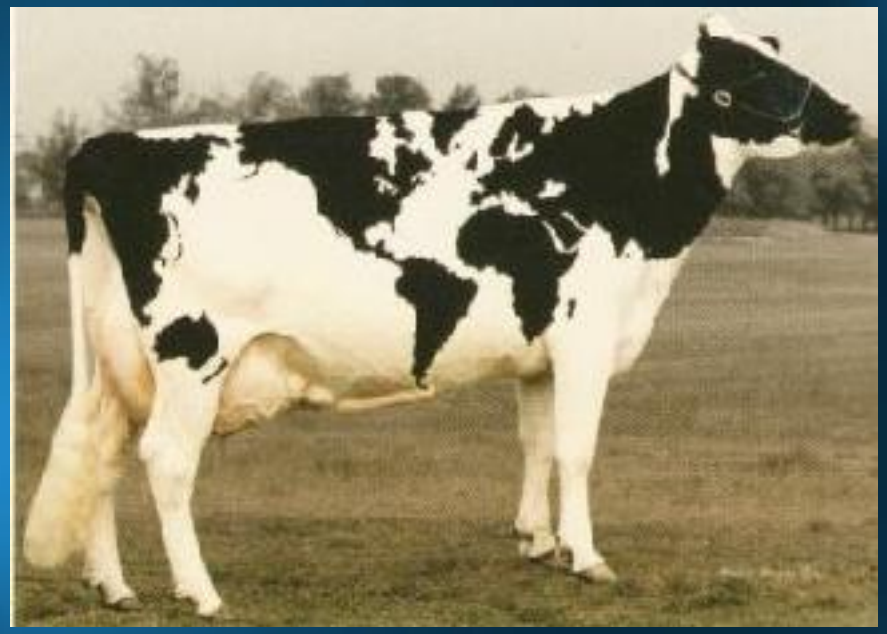
DOPADY GENOMICKÉHO HODNOCENÍ NA PLEMENÁŘSKOU A CHOVATELSKOU PRAXI

Vladimir Novotny, Jan Nevoral, Tomáš Novotný

MTS spol. s r.o., Jinolice 48, 506 01 Jicin



Uvedení **GENOMICKÉHO HODNOCENÍ** do praxe je v oblasti plemenářské práce skotu považováno za největší pokrok od zavedení umělé inseminace….

- Dokončení **analýzy sekvence genomu** v roce 2004
- Metoda **Illumina Bovine SNP50™ Chip**
  - 58,000 genetických markerů (2007), dále pokračuje vývoj i výzkum, počet dále roste
  - 39,835 z nich již využito pro stanovení genomických PH (*2011)

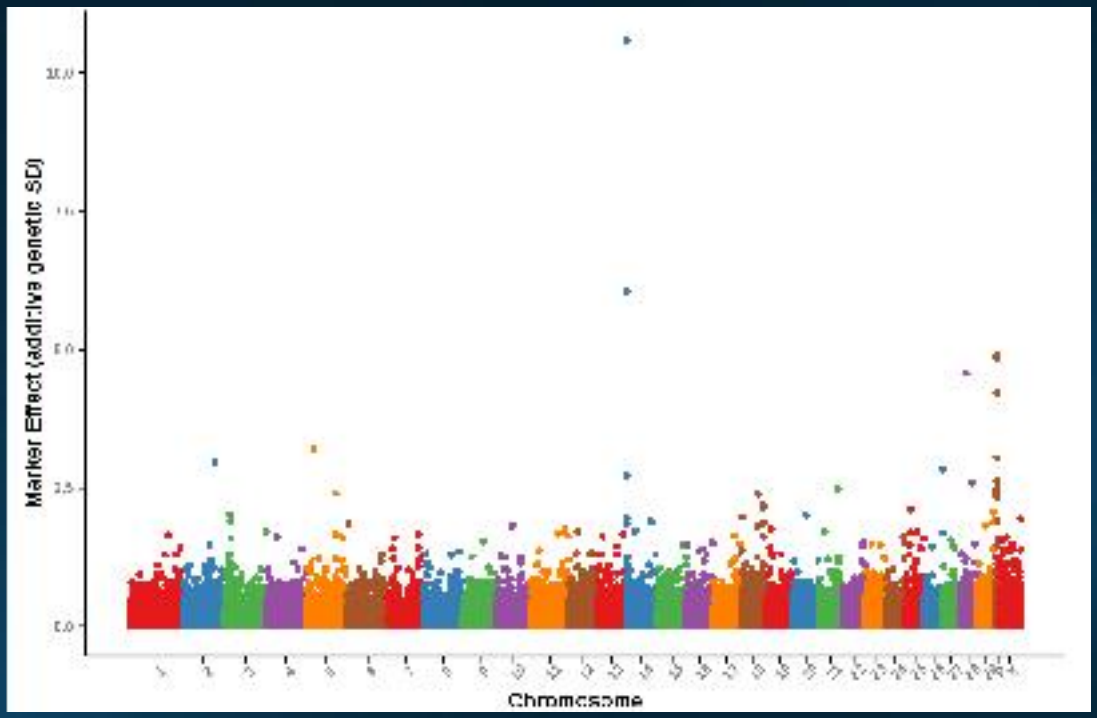
    * **LD Chips** (6909 SNPs) + imputace

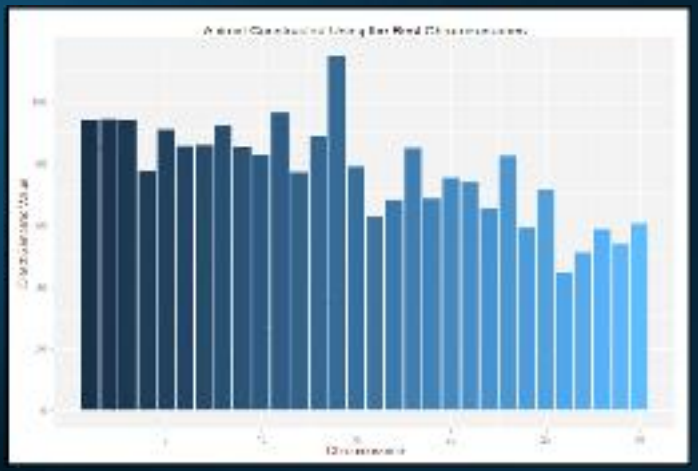
    * **BOVINE NP50 Chip** (54609 SNPs) – základ hodnocení

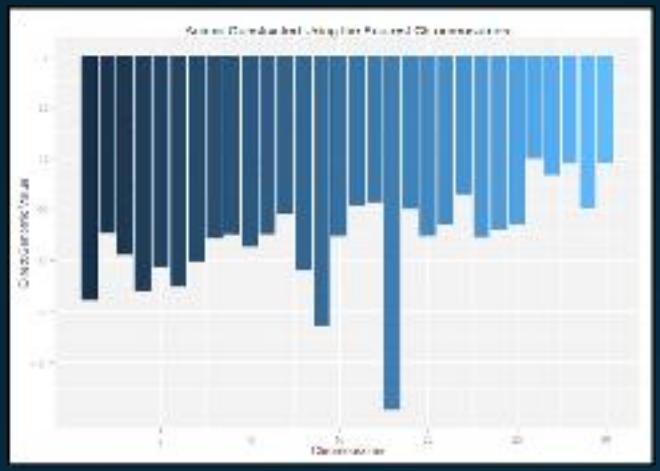
    ***HD Chips** (777962 SNPs)

Vzorky: krátce po narození, tkáň

Zdroj: Cole J.B, USDA – New tools in genomic selection of dairy cattle, 2013

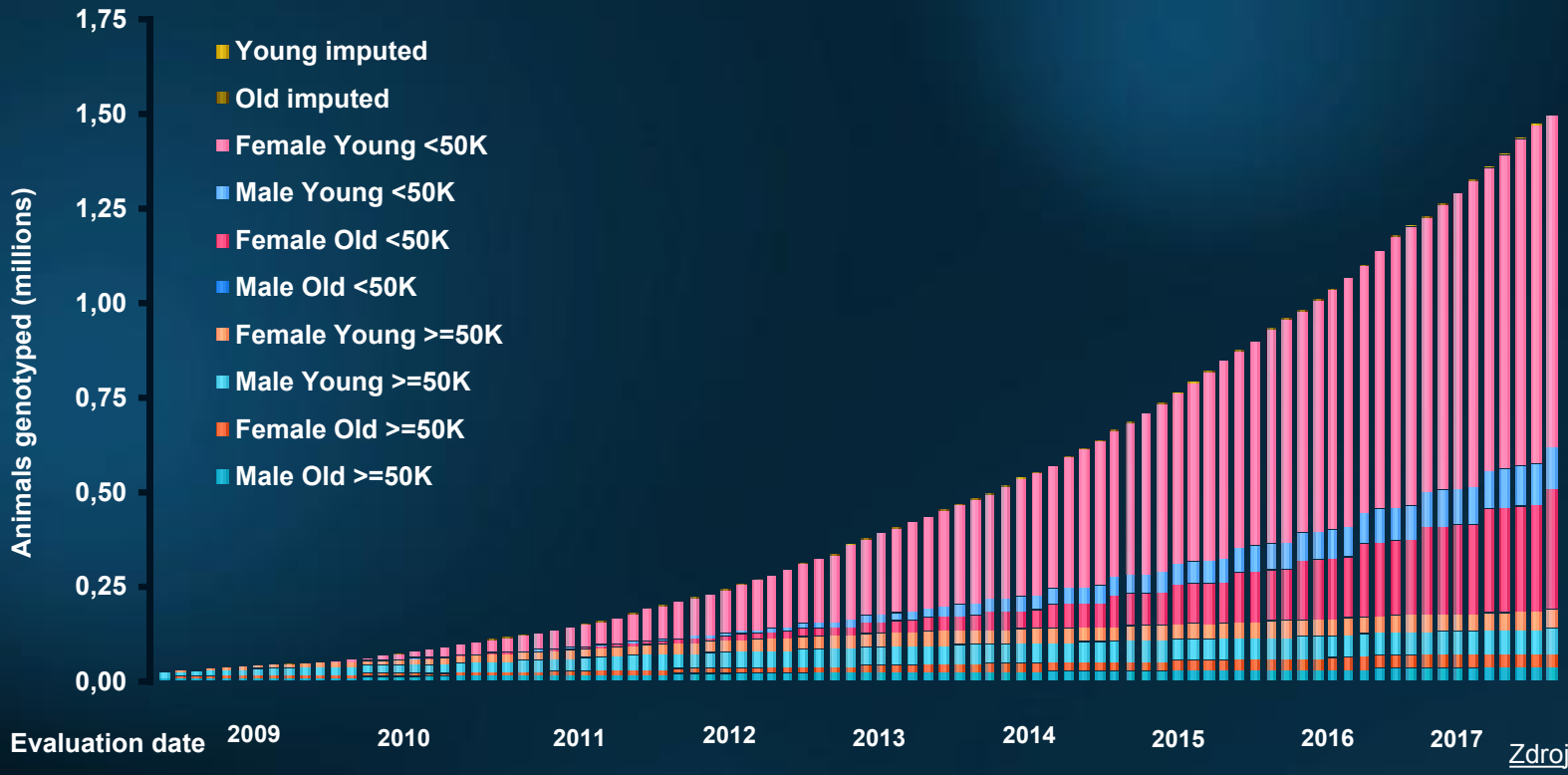






Postup zmapování populace:

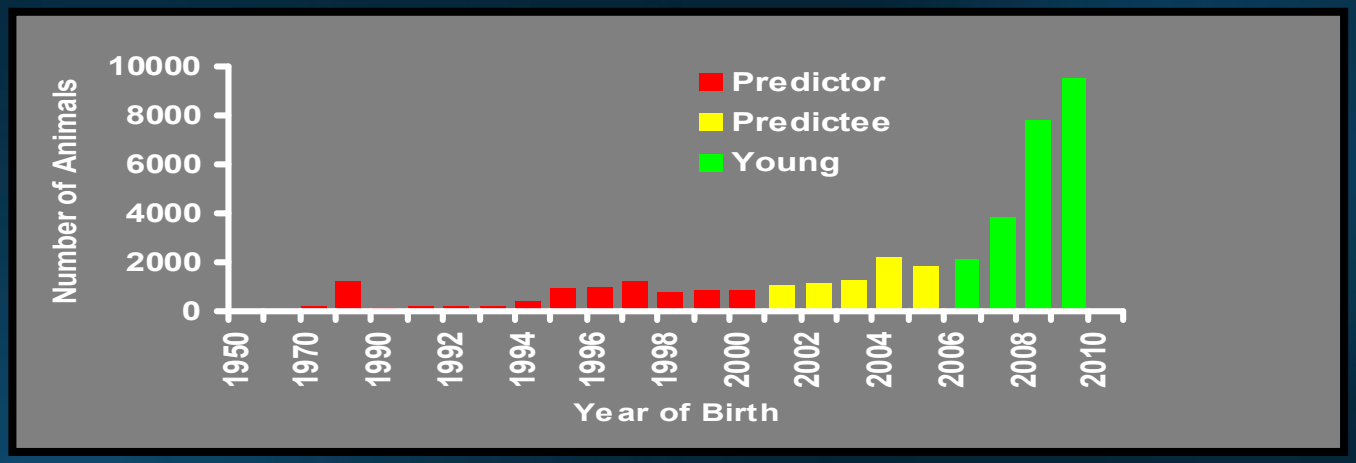
- zjištění genomu (SNP – single nucleotide polymorphism) u prověřených býků (tzv. **referenční soubor**)
- porovnání SNP se známými stanovenými PH (u 26 vlastností OPH) a stanovení korelací a vztahů k zpětné predikci PH na podkladě mapy genomu
- stálé pokračování mapování genetických markerů i mapování populace (jalovice, krávy, noví býci a jalovice)



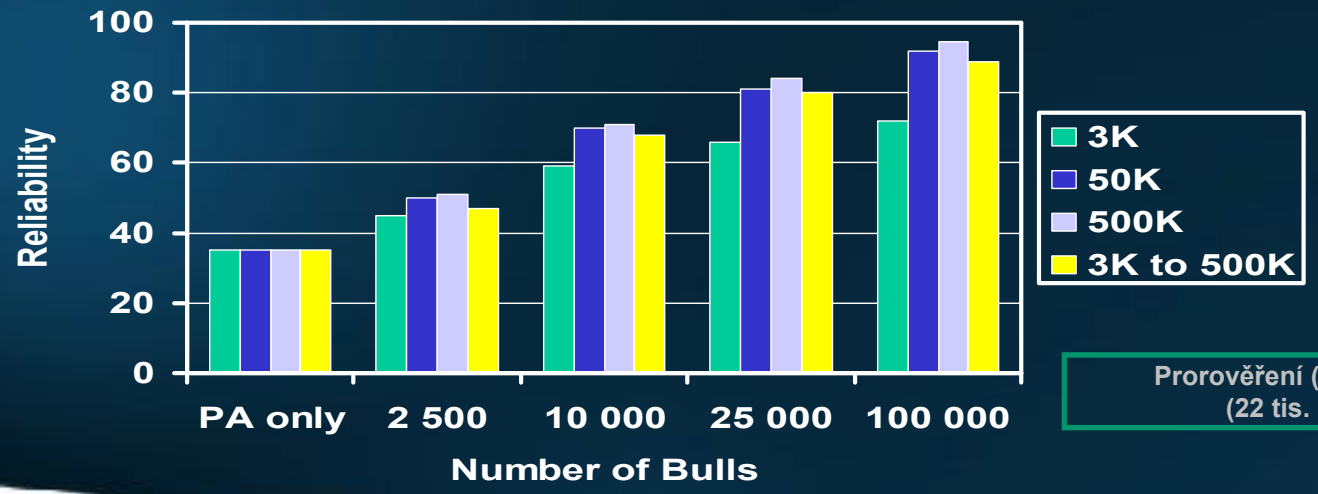
Zdroj: USDA

Postup zmapování populace:

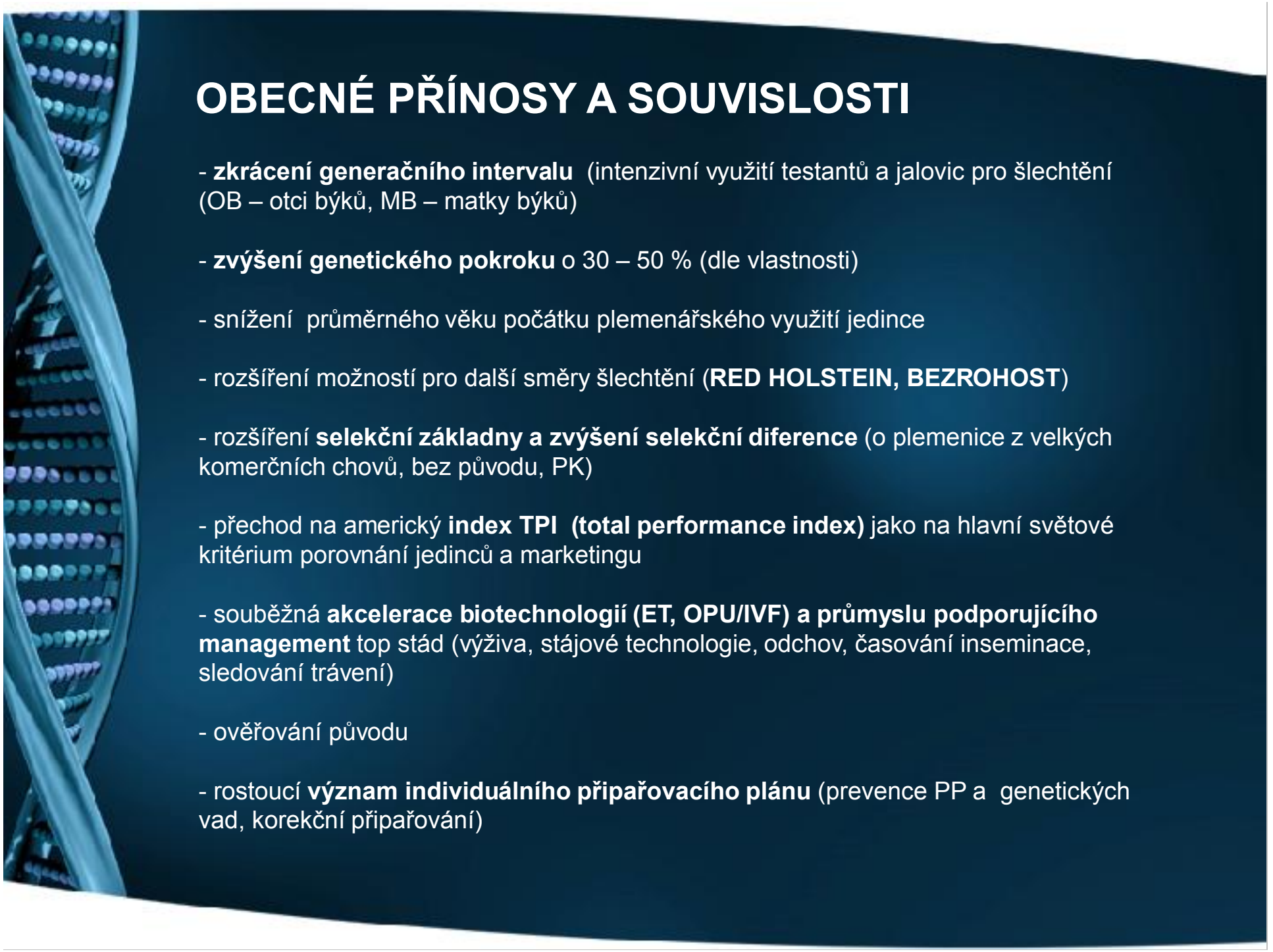
- Postupné zpřesňování vazeb mezi stále početnějším **REFERENČNÍM SOUBOREM** a dosud **NEPROVĚŘENÝMI JEDINCI** populace
- **REFERENČNÍ SOUBOR** – soubor doprověřených jedinců (býků se spolehlivostí hodnot OPH 99%) a se známým genomickým hodnocením. Počet jedinců referenčního souboru v čase neustále roste.



Zdroj: USDA



Prorověření (>50K) 2013
(22 tis. býků)



OBECNÉ PŘÍNOSY A SOUVISLOSTI

- **zkrácení generačního intervalu** (intenzivní využití testantů a jalovic pro šlechtění (OB – otci býků, MB – matky býků)

- **zvýšení genetického pokroku** o 30 – 50 % (dle vlastnosti)

- snížení průměrného věku počátku plemenářského využití jedince

- rozšíření možností pro další směry šlechtění (**RED HOLSTEIN, BEZROHOST**)

- rozšíření **selekční základny a zvýšení selekční diference** (o plemenice z velkých komerčních chovů, bez původu, PK)

- přechod na americký **index TPI (total performance index)** jako na hlavní světové kritérium porovnání jedinců a marketingu

- souběžná **akcelerace biotechnologií (ET, OPU/IVF) a průmyslu podporujícího management** top stád (výživa, stájové technologie, odchov, časování inseminace, sledování trávení)

- ověřování původu

- rostoucí **význam individuálního připařovacího plánu** (prevence PP a genetických vad, korekční připařování)

Postup stanovení PH:

- Rodokmenové hodnoty (RH) neprověřených jedinců či PH rozprověřených, se stanovují na podkladě porovnání jejich genomického profilu, s profilem doprověřených býků a jejich profilu odpovídající hodnotě OPH pro každou sledovanou vlastnost. V souvislosti s tím se stanovuje obecně vyšší spolehlivost OPH.
- **ONE STEP (ČR), TWO STEPS (většina zemí)** metoda výpočtu OPH

Zpřesňování OPH na úrovni jedince:

PH

PH PŘED GENOMIKOU
2 SLOŽKY (původ, KD)

PŮVOD PŘED GENOMIKOU:
Rodokmenová hodnota :
- PA či PI
- spolehlivost OPH předků

PH PO ZAVEDENÍ GENOMIKY
3 SLOŽKY (genomický profil, původ, KD)

PŮVOD PO ZAVEDENÍ GENOMIKY:
Rodokmenová hodnota :
- spolehlivost OPH předků
- složka genomiky

ZÁKLADNÍ PŘÍNOS GENOMIKY DO PRAXE JE V:

- ZPŘESNĚNÍ OPH
- ZVÝŠENÍ JEHO SPOLEHLIVOSTI
- STANOVENÍ PH JEDINCE KRÁTCE PO NAROZENÍ

Vyšší spolehlivost znamená možnost selektovat na nízko dědivé vlastnosti (především fitness, plodnost, welness apod.) mnohem dříve.

	TESTANT, JALOVICE	PROVĚŘENÝ BÝK	DOPROVĚŘENÝ
U PRODUKCE DŘÍVE	33% – 40%	75% – 80%	98% - 99%
S využitím GENOMIKY	65% - 76%	80% - 90%	98% - 99%
U EXTERIÉR DŘÍVE	30% - 37%	70% - 80%	97% - 99%
S využitím GENOMIKY	60% - 70%	80% - 90%	98% - 99%
ZNAKY ZDRAVÍ, FITNESS*	25% - 30%	50% - 70%	95% - 99%
S využitím GENOMIKY	60% - 65%	75% - 80%	95% - 99%

PROVĚŘENÝ BÝK = DOPROVĚŘENÝ BÝK

GENOMICKÁ SLOŽKA:

Nová součást OPH Zpřesnění OPH, ale nepřeceňovat….

Efekt GS pro PHB (h^2 = 0.30) Zdroj: Cole J.B, USDA – New tools in genomic selection of dairy cattle, 2013

Původ má v OPH v průměru váhu informací o cca 7 dcerách z KD….

Genomická složka původů má v OPH v průměru váhu informací o dalších cca 34 dcerách z KD.

Genomický původ má tedy v OPH v průměru u PHB váhu informací o cca 41 dcerách z KD….

Efekt GS pro DPR (h^2 = 0.04)

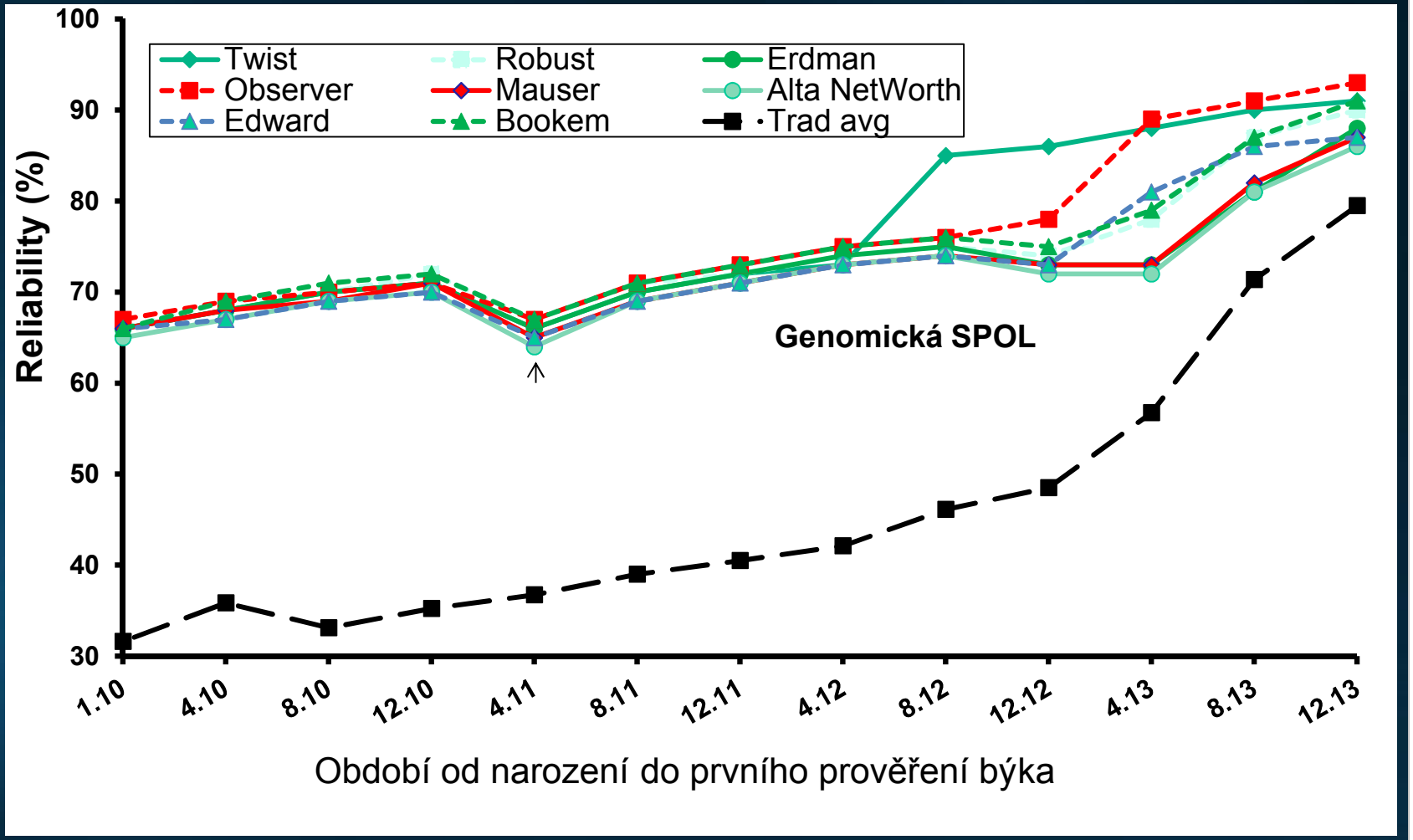
Zdroj: Cole J.B, USDA – New tools in genomic selection of dairy cattle, 2013

134….

K dosažení spol. 99% jich potřebujeme tisíce, zatímco u PHB jen stovky…

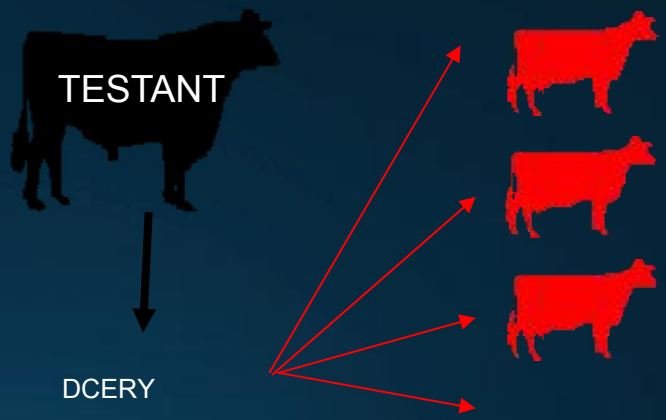
Efekt ? Postupné zpřesňování genomického OPH…..

Příklad: nárůst spolehlivosti u selekčního indexu Net Merit po zavedení genomiky



Impact of Genomics on Genetic Improvement, Paul VanRaden, 2014

VYUŽITÍ V PROCESU ŠLECHTĚNÍ (BÝCI)….



POROVNÁNÍ S VRSTEVNICEMI
(cíl 120 dcer v 100 stádech)
První OPH ve stáří cca 5 let

VĚK (rok, měsíc) - KROK V PROGRAMU

- 1 Odběr semene u plemeníka
- 1 ¾ Narození prvních synů
- 2 ¾ Odběr semene prvních synů
- 3 ½ Narození prvních vnuků
- 4 ½ odběr semene prvních vnuků
- 5 ¼ Narození prvních pravnuků

Dříve bychom se teprve dozvěděli první OPH

PRAXE….

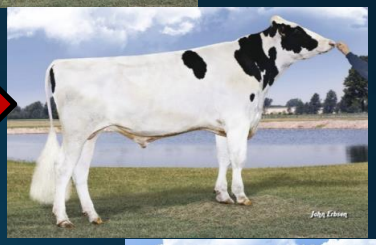
6 LET

7HO8081 PLANET (TPI 2074)
* 3/2003. **Věk 14 let.** Aktivní.
Spolehlivost PH 99%.

1 a ¾ roku

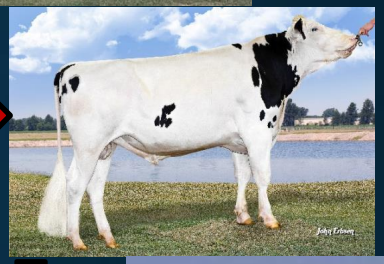
7HO10721 BOOKEM (TPI 2327)
* 2/2009. **Věk 8 let.** Aktivní.
Spolehlivost PH 99%.

Necelé 2 roky



7HO11477 MCCUTCHEN (TPI 2376)
* 11/2010. **Věk 7 let.** Aktivní.
Spolehlivost PH 99%.

Necelé 2 roky



7HO12198 KINGBOY (TPI 2552)
* 10/2012. **Věk 5 let.** Aktivní.
Spolehlivost PH 99%.

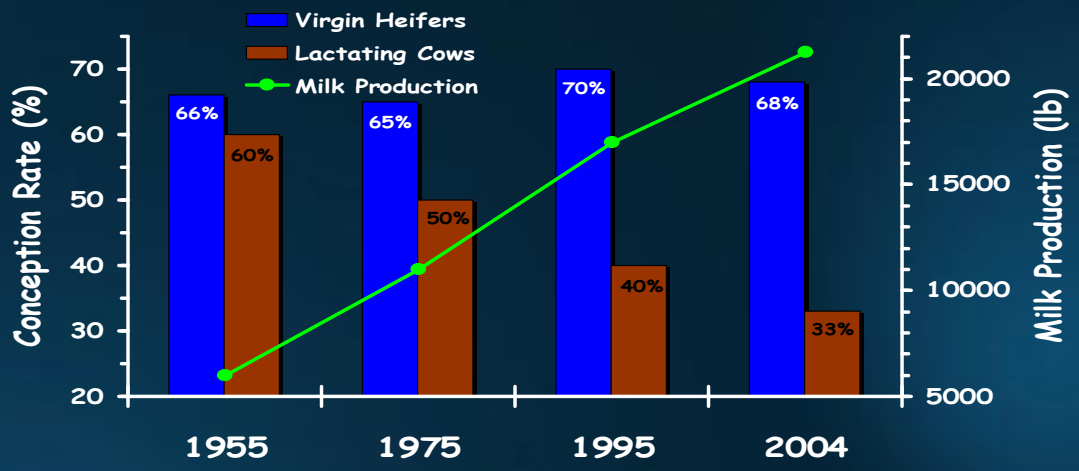
7HO127787 KING ROYAL (gTPI 2723)
* 5/2015. **Věk 3 roky.** Aktivní.
Testant rok před prověřením.

ATD., ATD..

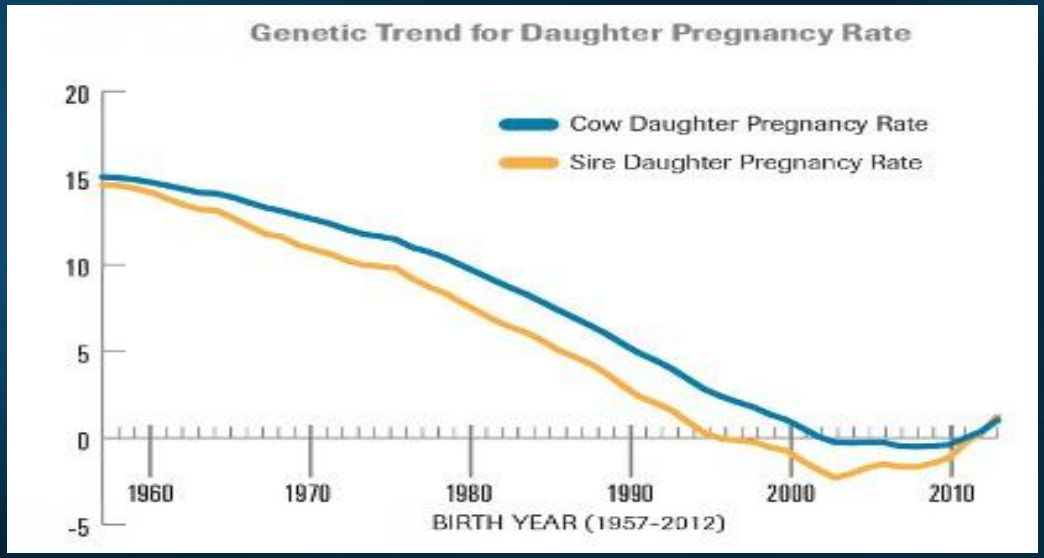
PLEMENÍCI:
Zkrácení generačního intervalu o více jak polovinu.

Stejný postup
PLEMENICE (MB,MM)

Navíc značné zpřesnění a zrychlení selekce např. i na vlastnosti plodnosti



Zdroj: USDA

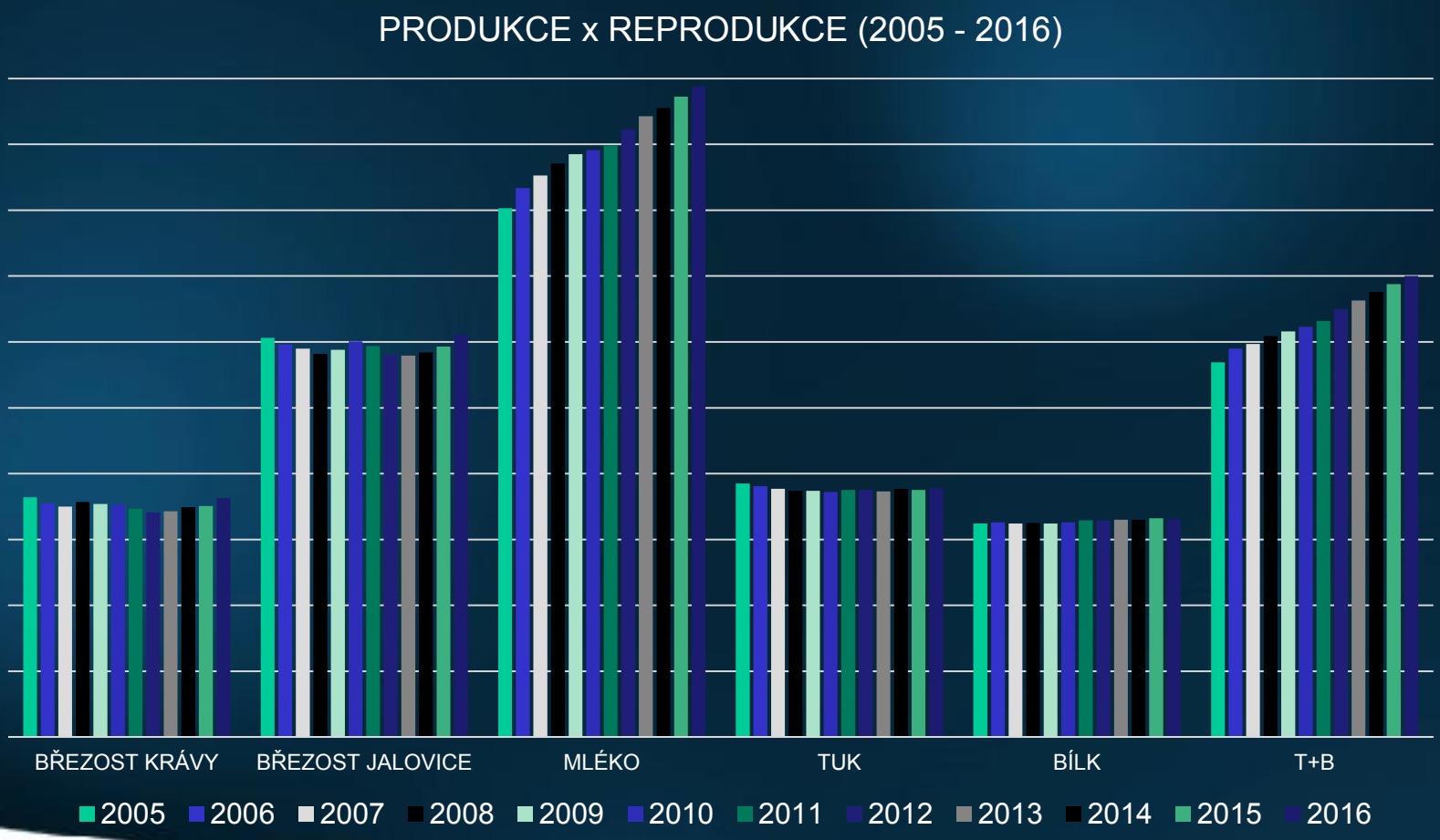


Zdroj: USDA

Mezi USA a zeměmi s podobným managementem a velkou genetickou příbuzností je vysoká, pozitivní korelace…

PLEMENO	HOLŠTÝN	HOLŠTÝN
kategorie (jednotka)	krávy	jalovice
Březost po 1. inseminaci	36.3 %	61.1 %
Užitkovost (mléko, kg T+B)	9792 (696 kg)	

Zdroj: CMSCH za rok 2016



Genomika neslouží jen k výpočtu OPH u holštýna…

PLEMENA

HOLŠTÝN (býci + plemenice) 520 141 ks	JERSEY (býci + plemenice) 66 882 ks	BROWNSWISS (býci + plemenice) 9 377 ks	AYRSHIRE (býci + plemenice) 2 097 ks

Zdroj: CDCB (Council of Dairy Cattle Breeding (USDA), 2013

GENETICKÉ VADY

APAF1 (**HH1**) – Spontaneous abortions in Holstein cattle (Adams et al., 2012)

CWC15 (**JH1**) – Early embryonic death in Jersey cattle (Sonstegard et al., 2013)

Weaver syndrome – Neurological degeneration and death in Brown Swiss cattle (McClure et al., 2013)

Zdroj: Cole J.B, USDA – New tools in genomic selection of dairy cattle, 2013

ŘEŠENÍ OTÁZKY PREVENCE PŘÍBUZENSKÉ PLEMENITBY

- Zaměření výzkumu na:
- - sledování stupně inbreedingu u aktivní populace býků (7.9% - 18.2%)
- - je efekt projevu inbreedingu důsledkem působení celého genomu či se liší dle úseků genomu?

Zdroj: Cole J.B, USDA – New tools in genomic selection of dairy cattle, 2013

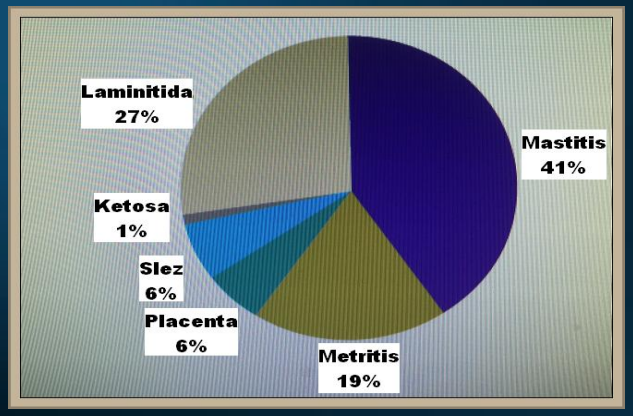
ŠLECHTĚNÍ NA NOVÉ VLASTNOSTI….

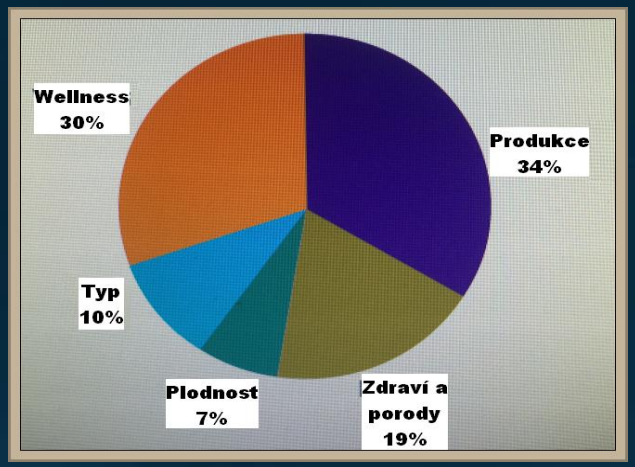
Welness krav..

Zdroj: USDA

ZDRAVOTNÍ PROBLÉM	Výskyt během laktace	Náklady na léčbu výskytu	Riziko brakace
Mastitis	12 - 40%	155 - 244 USD	32.7%
Laminitida	10 - 48%	177 - 469 USD	16.0%
Metritida	2 - 37%	300 - 358 USD	17.1%
Zadržená placenta	5 - 15%	206 - 315 USD	31.7%
Slez	3 - 15%	494 USD	26.9%
Ketosa	5 - 14%	117 - 289 USD	32.5%

ZDRAVOTNÍ PROBLÉM	PRŮM. SPOLEHLIVOST	RPH (průměr)	MINIMUM	MAXIMUM
Mastitis	52	100	76	115
Laminitida	52	100	73	115
Metritida	51	100	75	115
Zadržená placenta	51	100	71	116
Slez	50	100	69	111
Ketosa	51	100	72	113





Selekční index
DWP$
(pro USA)

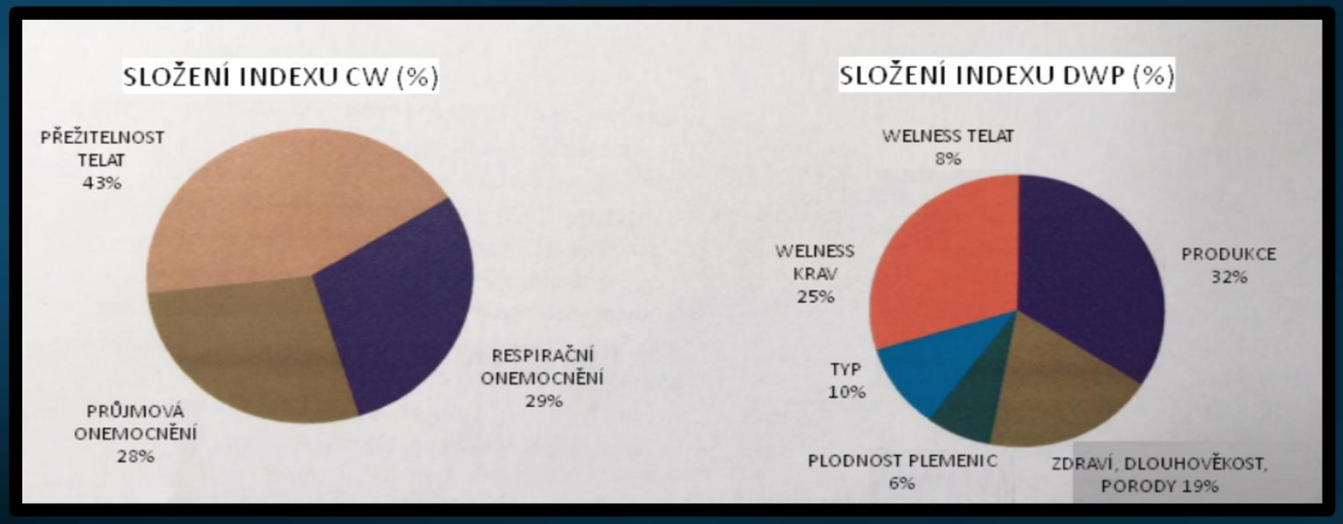
ŠLECHTĚNÍ NA NOVÉ VLASTNOSTI….

Welness telat..

Zdroj: USDA

ZDRAVOTNÍ PROBLÉM	Výskyt (mléčné období)	Výskyt (po odstavu)	Náklady na léčbu výskytu
Průjmová onemocnění	23.9 – 25.3%	0.8 – 1.8%	11.35 USD
Respirační onemocnění	12.4 – 18.1%	5.9 – 11.2%	9.84 – 16.35 USD
Úhyny telat	4.2 - 12%	1.8 – 2.8%	

WELNESS VLASTNOST TELAT	SPOLEHLIVOST HODNOCENÍ	RPH (průměr)	MINIMUM	MAXIMUM
Přežitelnost telete	42	100	66	116
Rezistence k respiračním chorobám	36	100	83	116
Rezistence k průjmovým onemocněním	39	100	85	117



Selekční index DWP$ (pro USA)

ŠLECHTĚNÍ NA NOVÉ VLASTNOSTI….

Zdroj: Cole J.B, USDA – New tools in genomic selection of dairy cattle, 2013

Další vlastnosti, jež jsou předmětem výzkumu…

- Věk při prvním telení (Cole et al., 2013)
- Zdravotní rezistence (Parker Gaddis et al., 2013)
- Produkce metanu (de Haas et al., 2011)
- Mastné kyseliny mléka (Bittante et al., 2013)
- Persistence laktace (Cole et al., 2009)
- Rektální teplota (Dikmen et al., 2013)
- Konverze krmiva (Connor et al., 2013)

JEJICH BUDOUCÍ VYUŽITÍ:

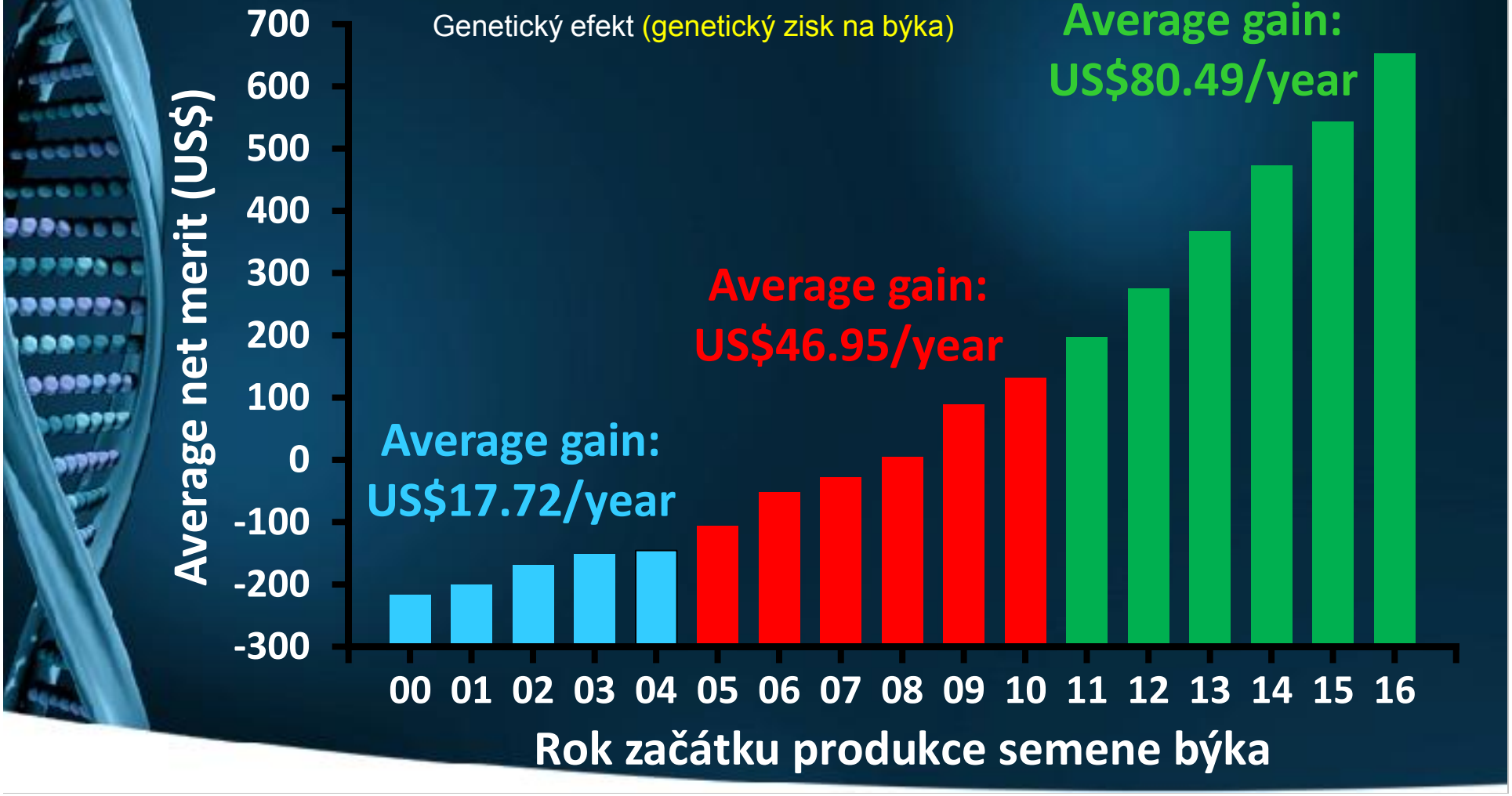
- postupně

- zprvu jako součást selekčního indexu

- využití vlastností s vysokou korelací

DOPADY NA ZAPOJENÍ JEDNOTLIVÝCH KATEGORIÍ BÝKŮ DO ŠLECHTĚNÍ POPULACE

USA 2015	PROVĚŘENÍ 41%	G. TESTANTI 59%
ČR 2017	PROVĚŘENÍ 58%	G. TESTANTI 42%



VYUŽITÍ V PROCESU ŠLECHTĚNÍ (PLEMENICE)….

Genetický pokrok a ekonomika farem nejsou závislé jen na genetice….
Nezanedbatelnou a stále rostoucí roli hrají reprodukční biotechnologie….

REPRODUKČNÍ BIOTECHNOLOGIE	POKROK VE ŠLECHTĚNÍ
Umělá inseminace	Kontrola užitkovosti
Kontrola dědičnosti	Embryotransfer (ET)

Nejmodernější postupy (21. století):

Ovum pick-up (OPU)	Genomika jedinců
In vitro fertilizace (IVF)	Genomika embryí
Biopsie embryí	Genomika zárodečných buněk
Genové manipulace	Epigenetika
Klonování	Výpočetní technika….

Snaha o stále intenzivnější a efektivnější využití genetického potenciálu jedince je možné, díky stále přesnějšímu, komplexnějšímu OPH, v stále časnějším věku jedince a díky reprodukčním technologiím vhodným pro nejmladší jedince.

EMBRYOTRANSFER

Zdroj:
AETA 2016

Table 1: 2015 Bovine *in vivo* Embryo Production by Semen Type

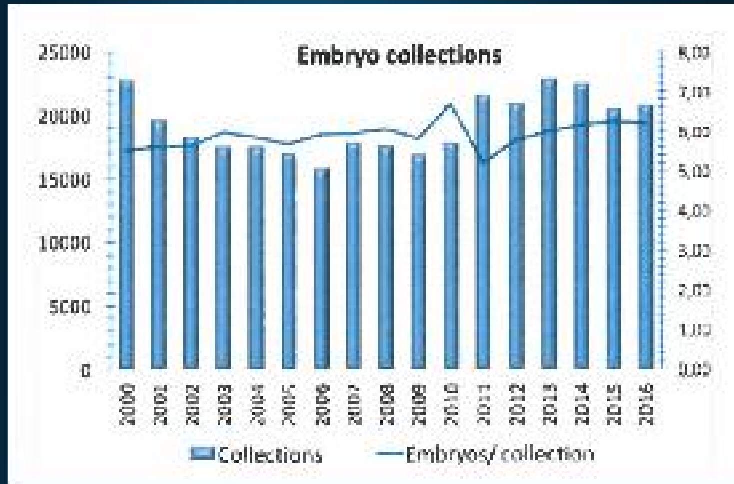
Animal Data		Collection Data							Transfer Data		
Breed Type	Semen Type	Collections	Total Ova	Total Viable	Ave Ova	Ave Viable	% viable	Frozen	Fresh	Frozen	Total
Dairy	non-sorted	10,340	101,240	63,984	9.8	6.2	63.2%	35,365	29,354	23,359	52,713
	sex-sorted	2,287	24,125	12,255	10.5	5.4	50.8%	8,030	4,230	2,178	6,408
	Total	12,627	125,364	76,239	9.9	6.0	60.8%	43,395	33,584	25,537	59,121
Beef	non-sorted	28,748	365,876	204,043	12.7	7.1	55.8%	160,914	46,197	107,969	154,166
	sex-sorted	546	5,423	3,050	9.9	5.6	56.2%	2,447	603	1,737	2,340
	Total	29,294	371,299	207,093	12.7	7.1	55.8%	163,361	46,800	109,706	156,506
Over All Total		**41,921**	**496,663**	**283,332**	**11.8**	**6.8**	**57.0%**	**206,756**	**80,384**	**135,243**	**215,627**

EMBRYOTRANSFER

Zdroj:
EETA 2017

Bovine *in vivo* embryo production 2016

Country	Collections	Viable embryos	Viable embryos / collection	Dairy (%)	Beef (%)	Sexed semen (%)
Austria	250	[illegible]	[illegible]	75 %	25 %	10 %
Belgium	1130	5750	5,07	14 %	86 %	1 %
Bosnia and Herzegovina	0	0				
Croatia	0	0				
Denmark	679	4596	6,76	94 %	6 %	0 %
Estonia	0	0				
Finland	329	2090	6,35	100 %	0 %	5 %
France	[illegible]	[illegible]	5,57	79 %	21 %	5 %
Germany	3201	21311	6,66	91 %	9 %	0 %
Greece	0	0				
Hungary	111	[illegible]	7,26	17 %	83 %	2 %
Ireland	857	6015	7,02	20 %	80 %	0 %
Italy	1971	[illegible]	7,04	96 %	4 %	0 %
Latvia	0	0				
Luxembourg	180	1242	6,90	89 %	11 %	0 %
Macedonia	0	0				
Netherlands	1835	11370	6,15	100 %	0 %	0 %
Norway	60	361	6,02	58 %	42 %	0 %
Poland	191	1212	[illegible]	100 %	0 %	21 %
Portugal	131	720	5,50	89 %	11 %	10 %
Russian Federation	1298	8023	6,18	45 %	55 %	25 %
Serbia	11	24	2,18	100 %	0 %	18 %
Slovakia	0	0				
Slovenia	9	14	1,56	100 %	0 %	22 %
Spain	610	3624	5,94	62 %	38 %	27 %
Sweden	204	994	4,87	97 %	3 %	2 %
Switzerland	485	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	28 %
Turkey	0	0				
Ukraine	2	6	3,00	100 %	0 %	0 %
United Kingdom	959	4786	4,99	78 %	22 %	0 %
Total	**20783**	**128877**	**6,20**	**77 %**	**23 %**	**7 %**



OPU / IVF / ET

Zdroj:
AETA 2016

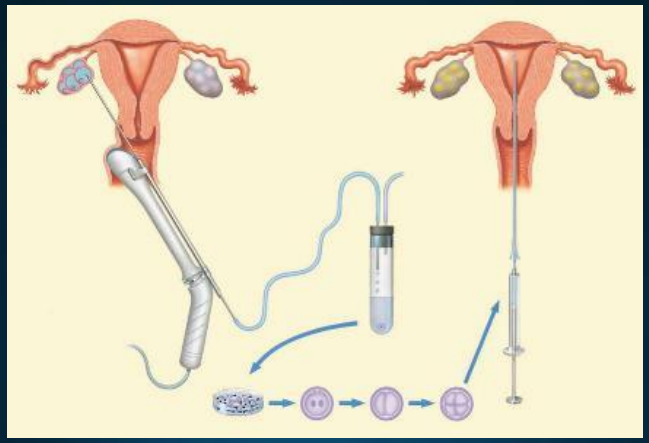


Table 2: 2015 Bovine *in vitro* Embryo Production

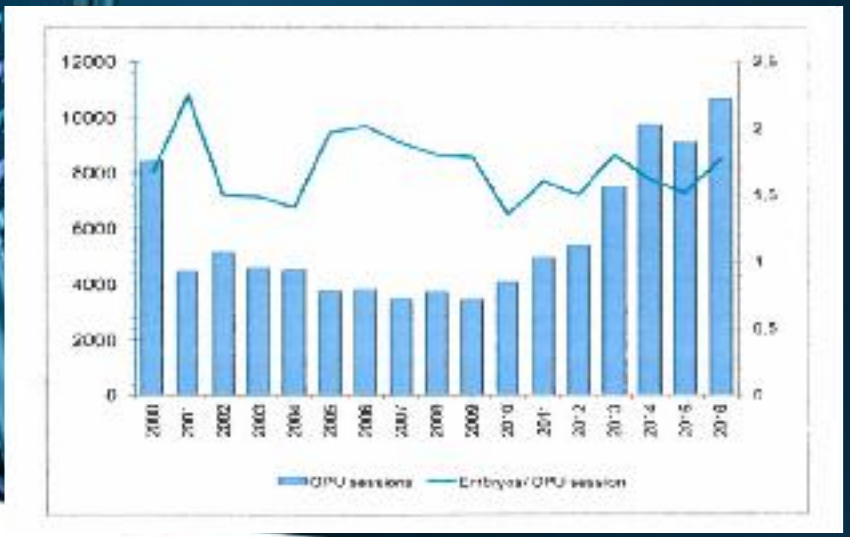
	OPU Collection Data							OPU Transfer Data			Abattoir Transfer Data		
Breed Type	OPU's	Oocytes	Total Viable	Ave Oocytes	Ave Viable	% Viable	Frozen	Fresh	Frozen	Total	Fresh	Frozen	Total
Dairy	17,329	315,084	96,305	18.2	5.6	30.6%	31,220	37,798	8,971	46,769	264	361	625
Beef	15,307	335,426	101,653	21.9	6.6	30.3%	68,063	20,781	21,212	41,993	0	35	35
Total	**32,636**	**650,510**	**197,958**	**19.9**	**6.1**	**30.4%**	**99,283**	**58,579**	**30,183**	**88,762**	**264**	**396**	**660**

Ročně u mléčných plemen:
* 46 769 přenosů
  embryí z IVF
* 81% čerstvá

Ročně u mléčných plemen:
* 625 přenosů
  IVF embryí z jatek
* 42% čerstvá

Bovine *in vitro* embryo production – OPU

Country	Total sessions			Non-stimulated sessions				Stimulated sessions				Breed distribution
	Total sessions	Oocytes	Embryos	Sessions	Oocytes	Embryos	Embryos/ session	Sessions	Oocytes	Embryos	Embryos/ session	Dairy (%)
Austria	1	7	1	0	0	0		1	7	1	1,0	100 %
Finland	214	1477	462	103	687	142	1,4	111	790	320	2,9	100 %
France	611	5931	1628	0	0	0		611	5931	1628	2,7	95 %
Germany	1352	12505	1919	1352	12505	1919	1,4	0	0	0		97 %
Italy	581	7197	1510	581	7197	1510	2,6	0	0	0		62 %
Netherlands	4726	45662	8385	0	0	0		4726	45662	8385	1,8	100 %
Poland	13	64	34	9	47	24	2,7	4	17	10	2,5	100 %
Russian Federation	1519	6076	911	1519	6076	911	0,6	0	0	0		100 %
Serbia	14	80	35	6	24	11	1,8	8	56	24	3,0	100 %
Spain	734	9892	2579	573	7621	1853	3,2	161	2271	726	4,5	79 %
United Kingdom	886	6116	1415	346	2995	710	2,1	540	3121	705	1,3	44 %
Total	**10653**	**94407**	**18879**	**4489**	**37152**	**7080**	**1,6**	**6162**	**57255**	**11799**	**1,9**	**91 %**



Ročně u mléčných plemen:
* 87 544 přenosů embryí z ET, z toho 46% čerstvá

Ročně u mléčných plemen:
* 14 059 přenosů embryí z IVF, z toho 74% čerstvá

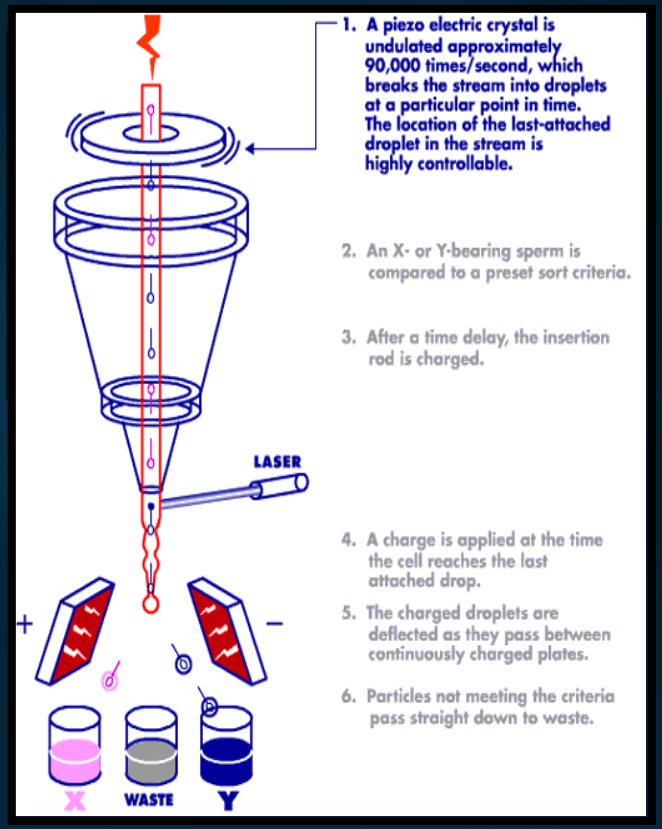
Ročně u mléčných plemen:
* 173 přenosů embryí z jatek, z toho 23% čerstvá

Zdroj:
EETA 2016

ČR? Slovensko?
Nabírají ztrátu…. ☹

PŘÍKLAD VYUŽITÍ FIRMOU - USA

Sexing technologies



- Produkce sexovaného semene od roku 2004

- Třídění spermií průtokovým cytometerem na "X„ a "Y“

- ET, IVF

- dnes dodávají technologii a know-how po celém světě:

2005 - Holland Genetics - Brazil
2006 - Select Sires, ABS (USA)
2007 - Holland Genetics – Netherlands, CRI – Genex (USA), Alta Genetics (USA)
2008 - ST TWG (Trans World Genetics) , Accelerated Genetics (USA)
2009 – Umotest – France, Semen Italy, Sexing Technologies - New Zealand
2011 - Sexing Technologies – Australia

- dnes konečně vznik i konkurenčního prostředí

PŘÍKLAD VYUŽITÍ FIRMAMI – USA + EU

embryo webshop …

CELÝ MODEL

MODEL ŠLECHTĚNÍ GENOMIKA + OVU/IVF/ET UVNITŘ STÁDA

JALOVICE STÁDA

GENOMICKÉ HODNOCENÍ (USA, EU, …ČR)

NEJLEPŠÍ – PRO VÝPLACH (NEJHORŠÍ – JEN JAKO RECIPIENTKY) (vlastní, cizí) => IPP

EMBRYA NA PRODEJ (do EU i ČR)

PRO VLASTNÍ STÁDO (tvorba rodin)

ET, OPU/IVF (domácí, zahraniční firmy)

TOP PLEMENÍCI (SEXOVANÉ SPERMA)

+

OPĚTOVNÝ GENOMICKÝ SCREENING

TOP DOJNICE STÁDA

EKONOMIKA CHOVU

PŘÍKLADY VYUŽITÍ V PRAXI - EU

ULTIMATE Combination of ET Experience and Breeding Passion -HI 4/2014, page 46

Tirsvad Holsteins v Dánsku.

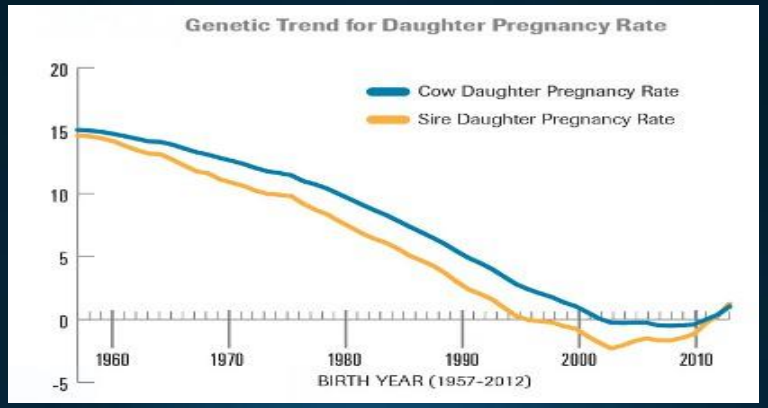
- aspirace 150 DNA testovaných jalovic ročně
- Z toho 60 ve vlastní donor stáji
- 50 nasmlouvaných dojnic na různých farmách
- 200 nasmlouvaných recipientek na různých farmách

Breeding Investments Provide a High Returns – Holstein International 5/2014, page 36

Niermann farm v Německu. Počet krav – 90 (60% z toho recipientky). Produkce 9000 kg.

- „genomika pro nás je spásou“… „jsme nadšeni z variability výsledků genotypizace i u pravých sourozenců ve stádě“…“stanžíme se vytvořit podmínky, abychom z každé vybrané plemenice dostali přes IVF a ET maximum“…Pro ekonomiku farmy je to neskutečný přínos, o zkvalitnění stáda nemluvě“.

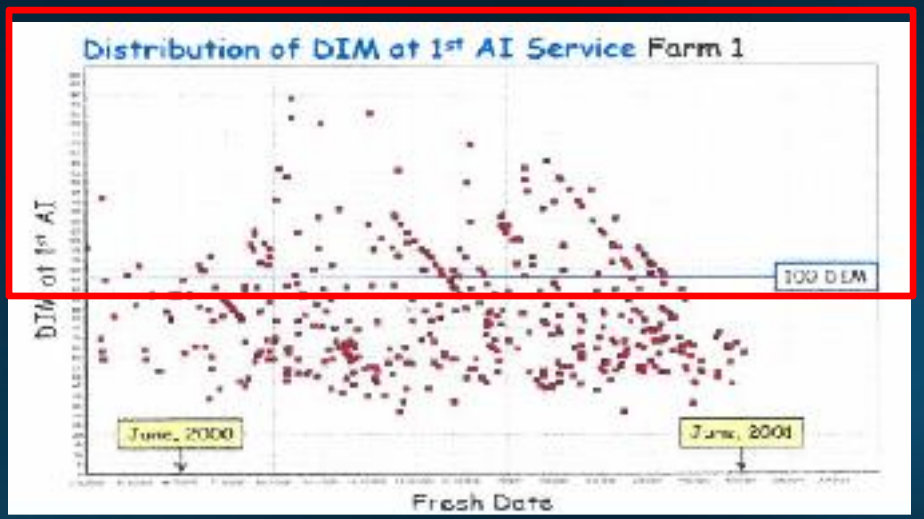
V OBDOBÍ GENOMIKY

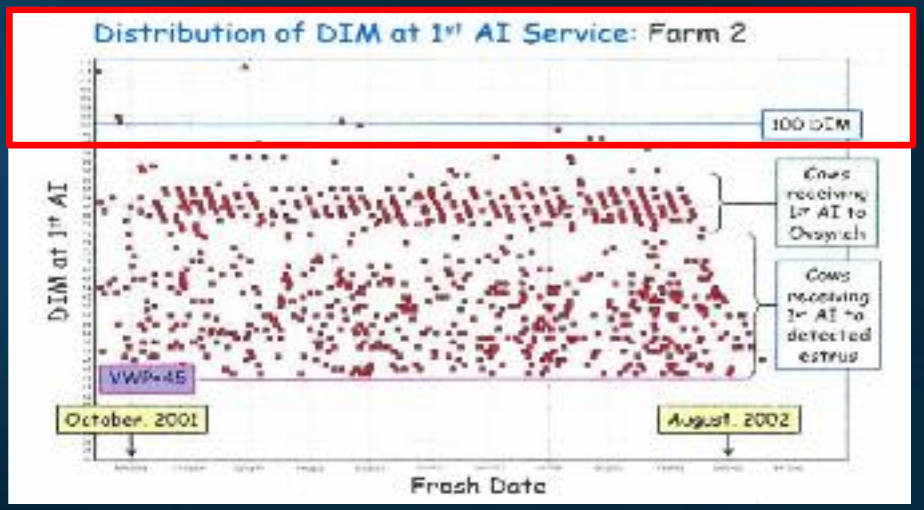


CASA systém (computer assisted semen analysis)

EFEKT SYNCHRONIZACE?

V 80% dojde k ovulaci v rozmezí 6 – 8 hodin od poslední aplikace.
V případě vizuální detekce je naopak přesnost rozmezí až 24 hodin…





Pregnant vs Open: Getting Cows Pregnant and the Money it Makes *2010
Authors: P. Fricke, S. Stewart, P. Rapnicki, S. Eicker, M. Overton

- Otázka udržitelnosti používání (nadužívání) hormonů…

REPRODUKCE – ŠLECHTĚNÍ NA PLODNOST

- hodnocení vlastní plodnost býků a plemenic (JAL, KRAV, PL)
- úprava selekčních indexů ve smyslu **zvýšení váhy** vlastností plodnosti
- zařazení nových vlastností hodnocení plodnosti **do selekčních indexů**

REPRODUKCE – EXPERIMENTY, VÝZKUM

OZDRAVOVÁNÍ SPERMATU – Prof. Šutovský…

Snaha odstranit z ejekulátu mrtvé spermie. Ty obsahují bílkovinu ubiquitin, obalení kovovými částicemi, zmagnetizování, odstranění (např. pro sexaci)

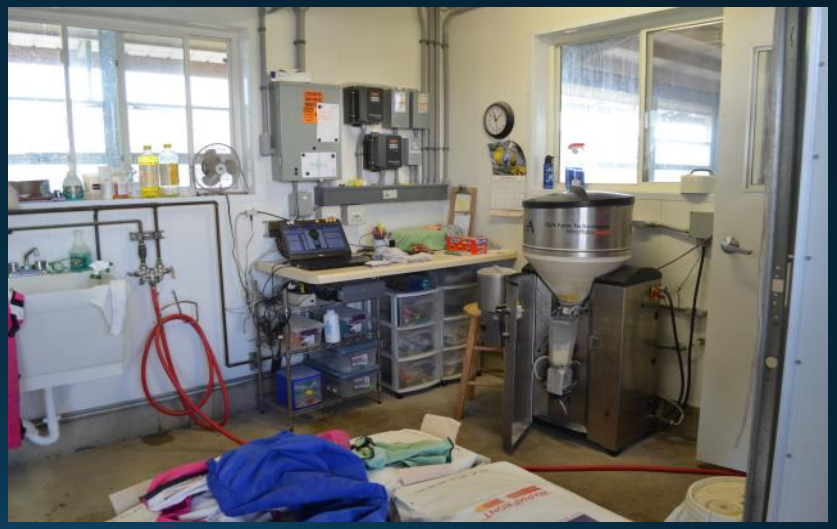
GENETICKY PODMÍNĚNÁ ODOLNOST MEMBRÁNY

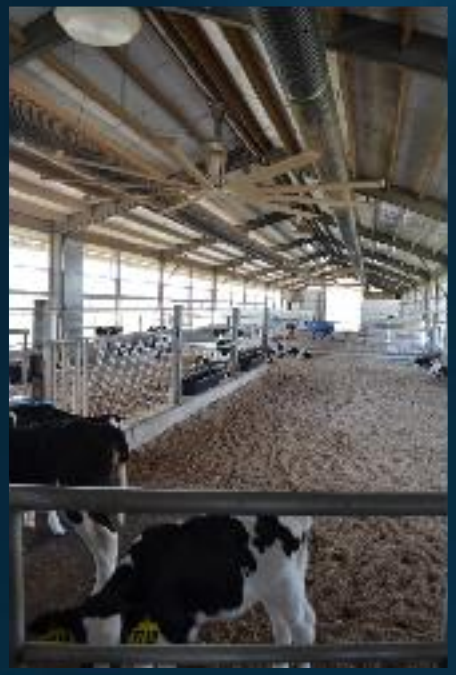
Zkoumání šesti genů odpovědných za integritu membrány hlavičky spermie.

VÝŽIVA A ODCHOV TELAT (GENOMICKÝCH TELAT)

ODCHOV TELAT (GENOMICKÝCH TELAT)

ODCHOV TELAT (GENOMICKÝCH TELAT)





Intenzivní výživa

Teplotně Kontrolované prostředí

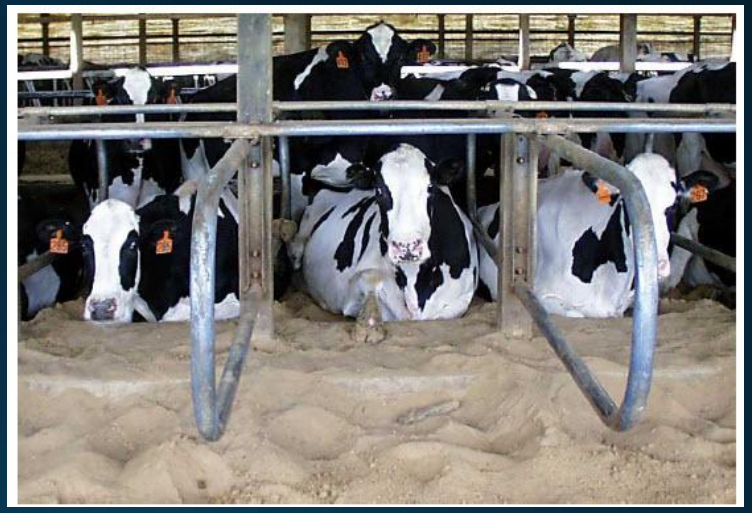
Kyslík

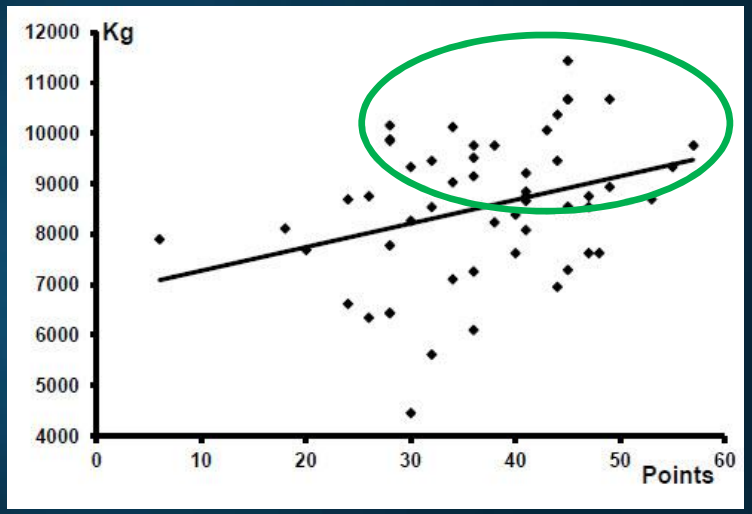
STÁJE PRO DOJNICE (V ČR – JIŽ OPĚT LIMITUJÍCÍ FAKTOR)

Užitkovost 2017? 465ks – 11 834kg -3.67% - 3.37% MD 413

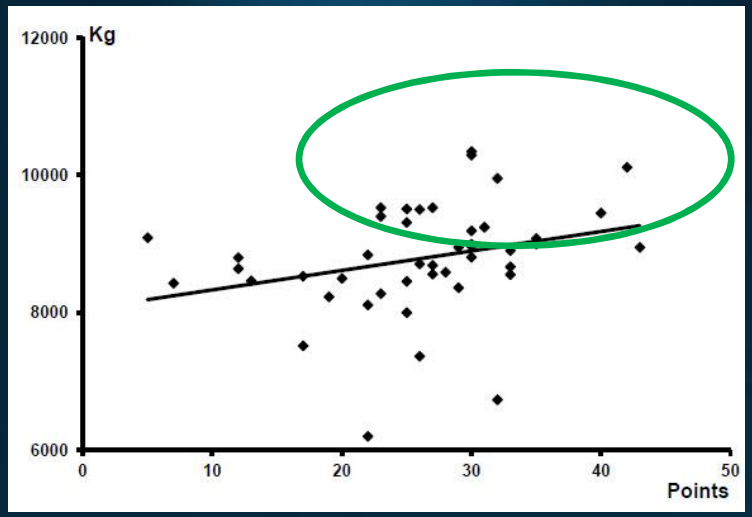
STÁJE PRO DOJNICE (kubatura kyslíku, ventilace, chlazení)

STÁJE PRO DOJNICE (druh podestýlky – vliv na SB či THS)



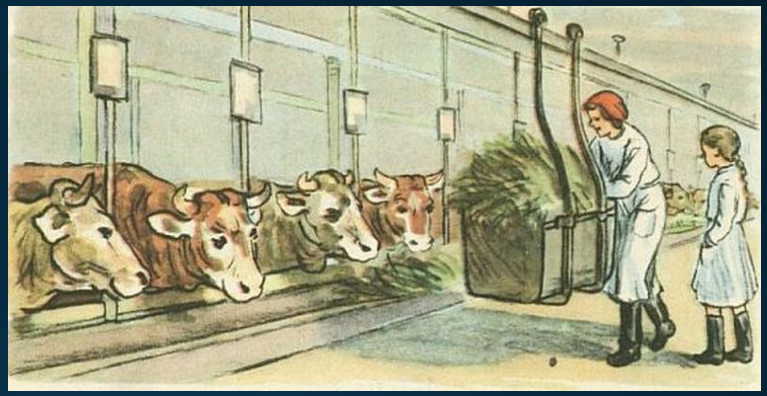


CORRELATION BETWEEN FREE STALL COMFORT AND ROLLING HERD AVERAGE OF THE MILK YIELD
(R = 0.33; P < 0.02). THE POINTS ARE THE RESULT OF THE SCORING SYSTEM OF VAN EERDENBURG ET AL.



CORRELATION BETWEEN FLOOR COMFORT AND ROLLING HERD AVERAGE OF THE MILK YIELD
(R = 0.29; P < 0.05). THE POINTS ARE THE RESULT OF THE SCORING SYSTEM OF VAN EERDENBURG ET AL.

VÝŽIVA DOJNIC – ZMĚNY KRMNÝCH STRATEGIÍ

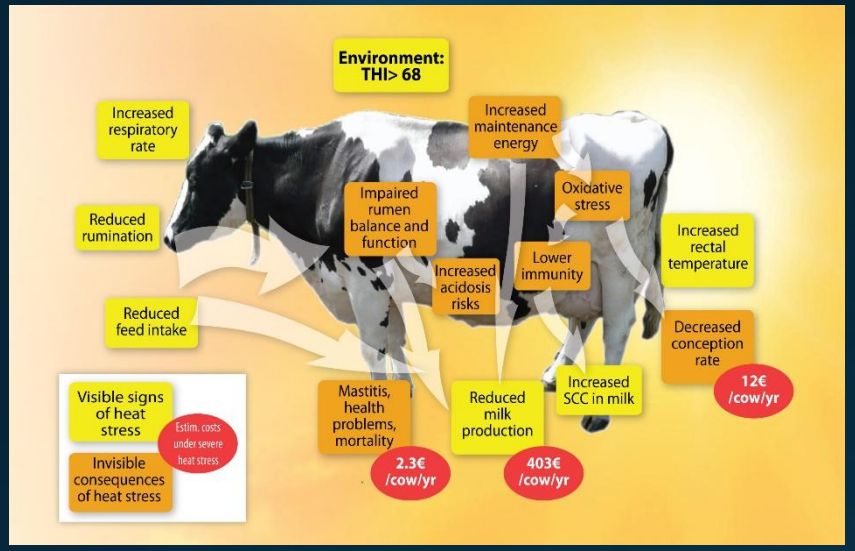


Od diferenciované výživy…

Až k TEN (time-event nutrition) výživě….

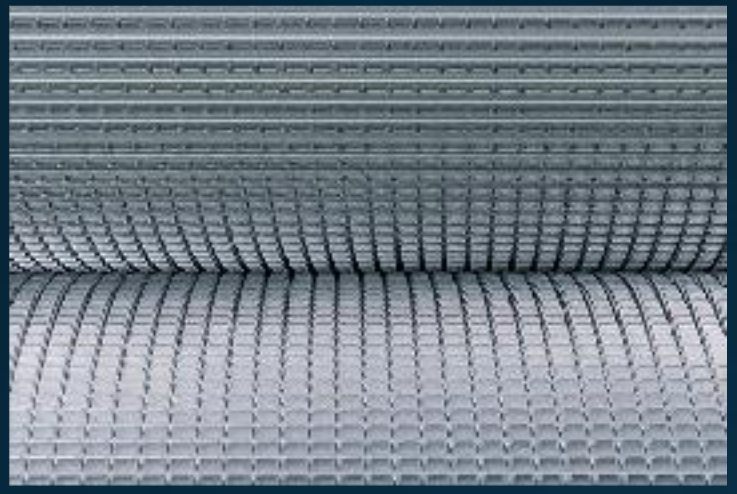
Období okolo porodu…

Přes TMR…

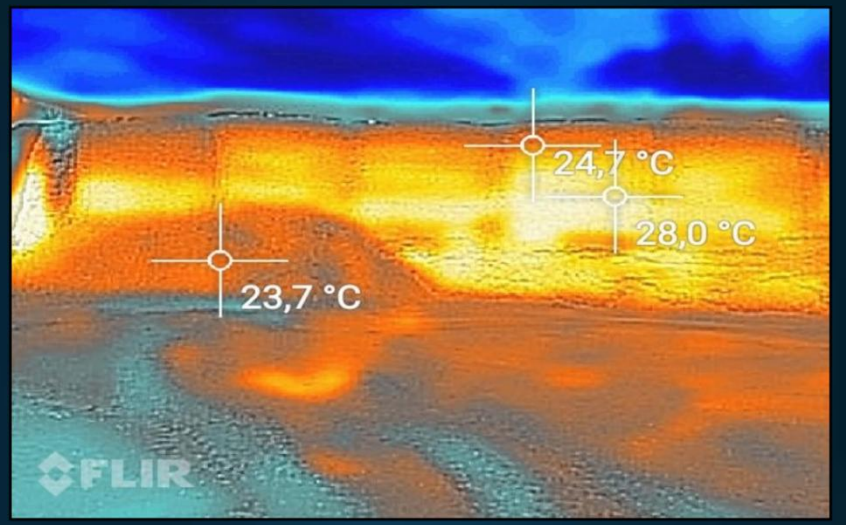


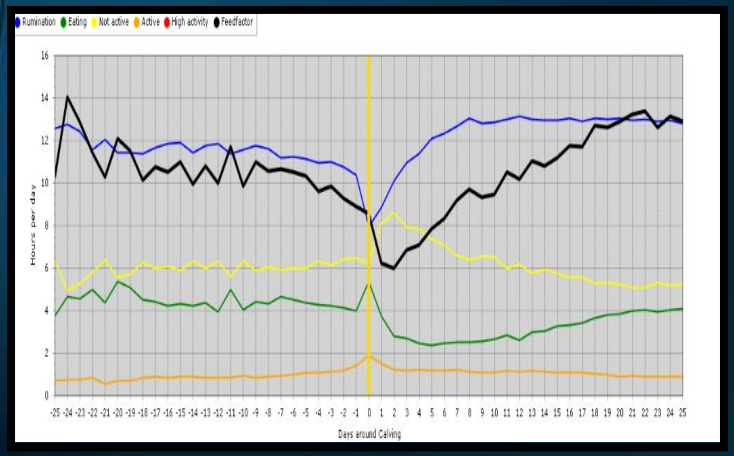
Období tepelného stresu…

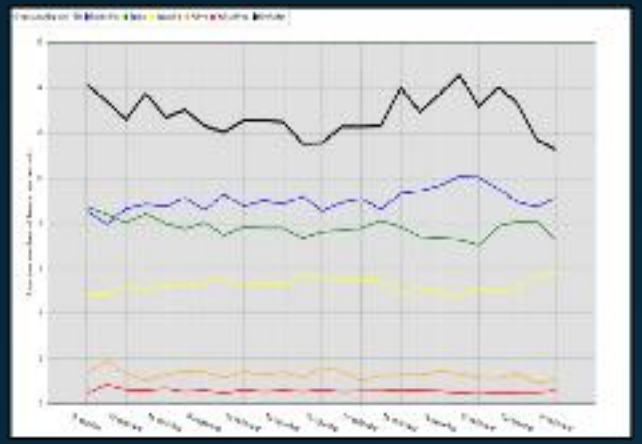
VÝŽIVA DOJNIC – HLEDÁNÍ NOVÝCH CEST



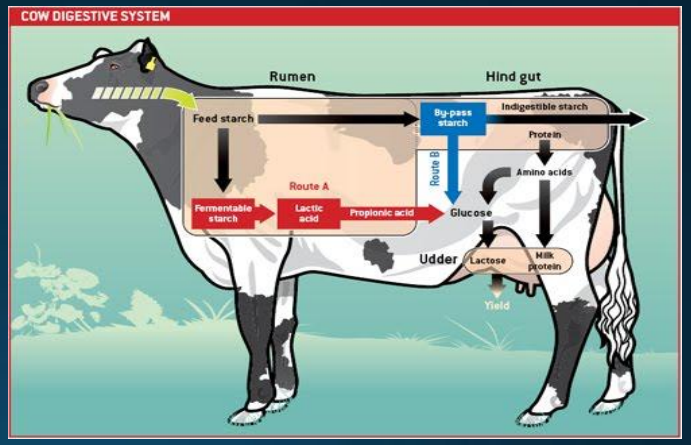
VÝŽIVA DOJNIC – KONTROLNÍ MECHANISMY

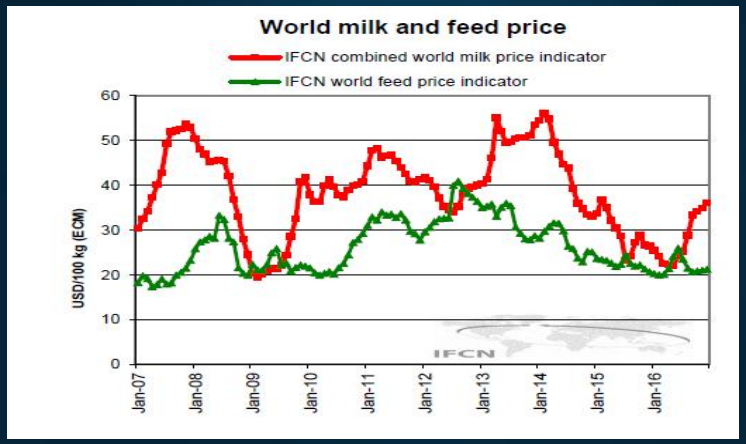






BLÍZKÁ BUDOUCNOST V PRAXI:
EFEKTIVITA TRÁVENÍ, KONVERZE KRMIVA, ODOLNOST STRESU





Trávení složek KD v určeném místě.

OPH pro vlastnosti konverze krmiva.

Successful Transition

Unsuccessful Transition

Brzy PH (šlechtění na tyto vlastnosti)…

POKROK NELZE ZASTAVIT...