

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0054**

**Molekulárno genetická diverzita a produkčný potenciál živočíšnych potravinových zdrojov na Slovensku**

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Radovan Kasarda, PhD.**

Príjemca **Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre - Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Katedra genetiky a plemenárskej biológie  
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

N/A

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

N/A

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Vedecké práce v karentovaných časopisoch

1. KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – ŠIDLOVÁ, V. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. – POKORÁDI, J. – ŽIDEK, R. 2015. Suitability of BovineSNP50 BeadChip for the evaluation of the Cervidae family diversity. In Czech journal of animal science, vol. 60, no. 9, p. 391-399.
2. KASARDA, R. VOSTRÝ, L. MORAVČÍKOVÁ, N. VOSTRÁ VYDROVÁ, H. DOVČ, P. KADLEČÍK, O. 2016. Detailed insight into genetic diversity of the Old Kladruber horse substructure in comparison to the Lipizzan breed. In Acta agriculturae Scandinavica, vol. 66, no. 2, p. 67-74.
3. KUKUČKOVÁ, V. – MORAVČÍKOVÁ, N. – FERENČAKOVIČ, M. – SIMČIČ, M. – MÉSZÁROS, G. – SÖLKNER, J. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. – CURIK, I. – KASARDA, R. 2017. Genomic characterization of Pinzgau cattle: genetic conservation and breeding perspectives. In Conservation Genetics, vol. 18, no. 4, p. 893-910.
4. KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – TRAKOVICKÁ, A. – KRUPOVÁ, Z. – KADLEČÍK, O. 2017. Genomic variation across cervid species in respect to the estimation of Red deer diversity. In Acta veterinaria (Beograd), vol. 67, no. 1, p. 43-56.
5. KUKUČKOVÁ, V. – MORAVČÍKOVÁ, N. – CURIK, I. – SIMČIČ, M. – MÉSZÁROS, G. – KASARDA, R. 2018. Genetic diversity of local cattle. In Acta Biochimica Polonica, vol. 65, no. 3, p. 421-424.

6. MILUCHOVÁ, M. – GÁBOR, M. – CANDRÁK, J. – TRAKOVICKÁ, A. – CANDRÁKOVÁ, K. 2018. Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle. In *Acta Biochimica Polonica*, vol. 65, no. 3, s. 403-407.
7. MORAVČÍKOVÁ, N. – SIMČIČ, M. – MÉSZÁROS, G. – SÖLKNER, J. – KUKUČKOVÁ, V. – VLČEK, M. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. – KASARDA, R. 2018. Genomic response to natural selection within alpine cattle breeds. In *Czech Journal of Animal Science*, vol. 63, no. 4, p. 136-143.
8. VOSTRÁ-VYDROVÁ, H. – VOSTRÝ, L. – HOFMANOVÁ, B. – MORAVČÍKOVÁ, N. – VESELÁ, Z. – VRTKOVÁ, I. – NOVOTNÁ, A. – KASARDA, R. 2018. Genetic Diversity and Admixture in Three Native Draught Horse Breeds Assessed Using Microsatellite Markers. In *Czech Journal of Animal Science*, vol. 63, no. 3, 85-93.
9. MORAVČÍKOVÁ, N. – ŽIDEK, R. – KASARDA, R. – JAKABOVÁ, D. – GENČÍK, M. – POKORÁDI, J. – Majko, P. – Feriancová, E. 2019. Identification of genetic families based on mitochondrial D-loop sequence in population of the Tatra chamois (*Rupicapra rupicapra tatrica*). In *Biologia*, p. 1-8. Dostupné na: <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00313-z>.
1. KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. – MÉSZÁROS, G. Genome-wide selection signatures in Pinzgau cattle. In *Potravinárstvo*, vol. 9, no. 1, p. 268-274.
2. KASARDA, R. – TRAKOVICKÁ, A. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KADLEČÍK, O. – ŠIDLOVÁ, V. 2015. Research on diversity, utilization and production quality of local breeds in Slovakia. In *Poljoprivreda*, vol. 21, no. 1, p. 11-15.
3. MORAVČÍKOVÁ, N. – KIRCHNER, R. – ŠIDLOVÁ, V. – KASARDA, R. – TRAKOVICKÁ, A. 2015. Estimation of genomic variation in cervids using cross-species application of SNP arrays. In *Poljoprivreda*, vol. 21, no. 1, p. 33-36.
4. ŠIDLOVÁ, V. – KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – TRAKOVICKÁ, A. – CURIK, I. – FERENČAKOVIC, M. 2015. Genomic variability among cattle populations based on runs of homozygosity. In *Poljoprivreda*, vol. 21, no. 1, p. 44-47.
5. KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – MESZÁROŠ, G. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. 2016. Genetic divergence of cattle populations based on genomic information. In *Scientia agriculturae bohemica*, vol. 47, no. 3, p. 113 117.
6. KUKUČKOVÁ, V. – KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – TRAKOVICKÁ, A. – CURIK, I. – FERENČAKOVIC, M. 2016. Extent of genome wide linkage disequilibrium in Pinzgau cattle. In *Journal of Central European Agriculture*, vol. 17, no. 1, p. 294 302.
7. KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KUKUČKOVÁ, V. – KADLEČÍK, O. – TRAKOVICKÁ, A. – MÉSZÁROS, G. 2016. Evidence of selective sweeps through haplotype structure of Pinzgau cattle. In *Acta agriculturae Slovenica*, vol. 107, p. 160 164.
8. VLČEK, M. – CANDRÁK, J. – KASARDA, R. 2016. Fat to protein ratio: evaluation of metabolic disorders and milk yield. In *Acta agriculturae Slovenica*, vol. 107, s. 76 79.
9. KUKUČKOVÁ, V. – MORAVČÍKOVÁ, N. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. – KASARDA, R. 2016. Genetic differentiation of Slovak Pinzgau, Simmental, Charolais and Holstein cattle based on the linkage disequilibrium, persistence of phase and effective population size. In *Acta agriculturae Slovenica*, vol. 107, p. 37 40.
10. MORAVČÍKOVÁ, N. – KASARDA, R. – KUKUČKOVÁ, V. – VOSTRÝ, L. – KADLEČÍK, O. 2016. Genetic diversity of old Kladruber and Nonius horse populations through microsatellite variation analysis. In *Acta agriculturae Slovenica*, vol. 107, p. 45 49.
11. TRAKOVICKÁ, A. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KUKUČKOVÁ, V. – NÁDASKÝ, R. – KASARDA, R. 2016. The associations of lepr and H FABP gene polymorphisms with carcass traits in pigs. In *Acta agriculturae Slovenica*, vol. 107, p. 189 194.
12. CANDRÁKOVÁ, K. – TRAKOVICKÁ, A. – GÁBOR, M. – MILUCHOVÁ, M. – KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. 2017. Effect of selected polymorphisms of genes lep, MTHFR and FTO to BMI level and gender-specificity. In *Potravinárstvo*, vol. 11, no. 1, p. 747-753
13. MORAVČÍKOVÁ, N. – KASARDA, R. – KUKUČKOVÁ, V. – KADLEČÍK, O. 2017. Effective Population Size and Genomic Inbreeding in Slovak Pinzgau Cattle. In *Agriculturae Conpectus Scientificus*, vol. 82, no. 2, p. 97-100.
14. KUKUČKOVÁ, V. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KASARDA, R. 2017. Variation in Linkage Disequilibrium Patterns between Populations of Different Production Types. In *Agriculturae Conpectus Scientificus*, vol. 82, no. 2, p. 105-109.
15. VLČEK, M. – TOMKA, J. – KASARDA, R. 2017. Evaluation of Claw Conformation by

Using Two Methods of Measuring-by Ruler and Image Analysis. In *Agriculturae Conpectus Scientificus*, vol. 82, no. 2, p. 193-196.

16. TRAKOVICKÁ, A. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KASARDA, R. 2017. Casein Polymorphism in Relation to the Milk Production Traits of Slovak Spotted Cattle. In *Agriculturae Conpectus Scientificus*, vol. 82, no. 3, p. 255-258.

16. KAŠARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – CANDRÁK, J. – MÉSZAROS, G. – VLČEK, M. – KUKUČKOVÁ, V. – KADLEČÍK, O. 2017. Genome-wide mixed model association study in population of Slovak Pinzgau cattle. In *Agriculturae Conpectus Scientificus*, vol. 82, no. 3, p. 267-271.

17. KADLEČÍK, O. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KUKUČKOVÁ, V. – KASARDA, R. 2017. Inbreeding and Genetic Diversity Loss in Slovak Pinzgau Breed. In *Agriculturae Conpectus Scientificus*, vol. 82, no. 3, p. 259-262.

18. KASARDA, R. – VLČEK, M. – CANDRÁK, J. – MORAVČÍKOVÁ, N. 2018. Estimation of heritability for claw traits in Holstein cattle using Bayesian and REML approaches. In *Journal of Central European Agriculture*, vol. 19, no. 4, 784-790.

19. NAVRÁTILOVÁ, A. – POŽGAJOVÁ, M. – TRAKOVICKÁ, A. – RAFAY, J. 2018. Rabbit myostatine gene polymorphism (C.747+34C>T AND C.194A>G) as a marker for meat production. In *Journal of Central European Agriculture*, vol. 19, no. 4, p. 948-953.

20. TRAKOVICKÁ, A. – VAVRIŠINOVÁ, K. – GÁBOR, M. – MILUCHOVÁ, M. – KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. 2019. The impact of diacylglycerol O-acyltransferase 1 gene polymorphism on carcass traits in cattle. In *Journal of Central European Agriculture*, vol. 20, no. 1, p. 12-18.

21. MORAVČÍKOVÁ, N. – TRAKOVICKÁ, A. – KADLEČÍK, O. – KASARDA, R. 2019. Genomic signatures of selection in cattle through variation of allele frequencies and linkage disequilibrium. In *Journal of Central European Agriculture*, vol. 20, no. 2, p. 576-580.

Vedecké monografie

1. KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. – POKORÁDI, J. 2016. Manažment farmového chovu a biodiverzita jeleňa lesného na Slovensku. Nitra : SPU v Nitre. 71 s. ISBN 978-80-552-1590-7.

2. KADLEČÍK, O. – HAZUCHOVÁ, E. – PAVLÍK, I. – KASARDA, R. 2016. Genetická diverzita slovenského strakatého a holštajnské dobytky. Nitra : SPU v Nitre. ISBN 978-80-552-1610-2.

3. KUKUČKOVÁ, V. – KASARDA, R. – MORAVČÍKOVÁ, N. 2017. Genomic characterisation of Slovak pinzgau cattle. Praha : Wolters Kluwer, 103 s. ISBN 978 80 7552 705 9.

4. KASARDA, R. – KADLEČÍK, O. – MORAVČÍKOVÁ, N. 2019. Genetická diverzita slovenského pinzgauského plemena. Nitra : SPU v Nitre. 81 s. ISBN 978-80-552-1977-6.

Vysokoškolské učebnice

1. KASARDA, R. 2017. Všeobecná zootecnika pre kynológov: e učebné texty. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva. ISBN 978 80 89280 44 5.

2. KADLEČÍK, O. – MORAVČÍKOVÁ, N. – KASARDA, R. 2017. Biodiverzita populácií zvierat. Nitra : Vydavateľstvo SPU v Nitre. 285 s. ISBN 978-80-552-1763-5.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

V rámci popularizačných aktivít boli výsledky štúdií realizovaných počas riešenia projektu prezentované v odborných publikáciách (periodiká, monografie, vysokoškolské učebnice), primárne zameraných na chovateľov hospodárskych zvierat a laickú verejnosť s cieľom popularizácie a implementácie nových poznatkov aj do bežnej praxe.

Počas riešiteľského obdobia boli zorganizované dve medzinárodné vedecké konferencie a viaceré vzdelávacie kurzy, ktorých cieľom bolo jednak prezentovať výsledky projektu a zároveň nadviazať alebo posilniť stávajúcu spoluprácu s renomovanými vedecko-výskumnými organizáciami doma a v zahraničí. Prvá z týchto konferencií bola zorganizovaná v dňoch 7. – 9. 9. 2016 na SPU v Nitre pod názvom XXVIIth Genetic Days. Prednášok sa zúčastnili viacerí renomovaní prednášajúci zo sesterských univerzít z Českej republiky, Poľska, Rakúska, Chorvátska, Maďarska, Nemecka, USA a Ruska. V nadväznosti na toto podujatie bol 9. 9. 2016 na Katedre genetiky a plemenárskej biológie, SPU v Nitre usporiadaný chovateľský seminár s cieľom prezentácie najnovších poznatkov z oblasti genetiky a šľachtenia dobytky a predstavenia možnosti ich využitia pre rozvoj plemien chovaných na Slovensku. Druhou konferenciou bolo 26. sympóziu Animal Science Days 2018, ktoré sa konalo v dňoch 26. – 28. 9. 2018 v Piešťanoch. Pred samotnou konferenciou

boli v spolupráci so zahraničnými partnerskými univerzitami realizované dva vzdelávacie kurzy:

1. Short Course I. Environmental impact of livestock farms: Life Cycle Assessment (LCA)
2. Short course II. Assessment of population structure with genomic markers

Následne bol v rámci medzinárodnej spolupráce v dňoch 3. – 5. 3. 2019 na SPU v Nitre v spolupráci s Katedrou hygieny a bezpečnosti potravín, FBP v Nitre usporiadaný vzdelávací kurz „Introduction to genetic identification of animals using low and high density data“. S cieľom prezentácie metodických prístupov a zaškolenia PhD. študentov, mladých vedeckých pracovníkov a odborných pracovníkov v danej oblasti bol 10.5.2019 na SPU v Nitre realizovaný intenzívny vzdelávací kurz „Odborný kurz: Ako spracovať a vyhodnotiť genomické informácie“.

Počas obdobia riešenia projektu bol úspešne vyvolaný projekt výskumu a vývoja, ktorý priamo nadviazal na výsledky projektu APVV-14-0054, pod názvom Genetické hodnotenie parkúrového skákania a diverzity koní s využitím genomických informácií plemien národného významu na Slovensku (VEGA 1/0742/17).

Počas obdobia riešenia projektu boli pripravené viaceré komplexné metodiky uplatniteľné tak v prípade modelových ako aj nemodelových druhov hospodárskych a voľne žijúcich zvierat:

- komplexná metodika pre určenie miery diferenciácie geneticky podobných lokálnych populácií dobytka a koní a identifikácie genomických oblastí unikátnych pre jednotlivé populácie s národným významom
- komplexná metodika pre identifikáciu oblastí ovplyvnených selekciou na celogenómovej úrovni v rámci hospodárskych druhov zvierat
- metodika pre aplikáciu rôznych bionformatických nástrojov s cieľom komplexnej analýzy stavu diverzity v populáciách hospodárskych a voľne žijúcich druhov zvierat na celogenómovej úrovni
- metodika pre optimalizáciu pripravovacích stratégií založená na úrovni genomického inbrídingu a genetickej príbuznosti medzi jedincami s cieľom stabilizácie resp. zlepšenia stavu genetickej diverzity v ohrozených populáciách
- metodika pre komparatívnu analýzu rodokmeňových a genomických informácií a spracovania sekvenančných dát s cieľom stabilizácie resp. zlepšenia stavu genetickej diverzity v ohrozených populáciách hospodárskych a voľne žijúcich druhov zvierat.

Okrem toho, že tieto metodické prístupy boli aplikované priamo v rámci jednotlivých štúdií realizovaných počas riešenia projektu, boli zároveň prezentované vedeckej a odbornej verejnosti v rámci konferencií, seminárov a vyššie uvedených školení a kurzov.

Výsledky projektu boli poskytnuté organizáciám zapojeným v oblasti šľachtenia na úrovni štátnej správy – Plemenárske Služby SR š. p., chovateľským organizáciám a zväzom ako aj chovateľom a záujmovým združeniam pôsobiacim v oblasti chovu a využívania živočíšnych genetických zdrojov na Slovensku.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Primárnym cieľom riešenia projektu bolo poznanie stavu diverzity plemien hovädzieho dobytka a koní na Slovensku a ich postavenia vo vzťahu ku globálnej diverzite potravinových zdrojov. V rámci čiastkových úloh projekt umožnil detailnejšie poznanie genetickej variability produkcie mlieka, mäsa, plodnosti a funkčných vlastností ako aj výkonnostných ukazovateľov koní. Všetky z cieľov projektu boli úspešne realizované. V rámci jednotlivých etáp boli získané rodokmeňové a celogenómové informácie (STR a SNP markery) so zameraním sa na genofond plemien dobytka (slovenské strakaté, slovenské pinzgaušské, jersey, charolais, limousin) a koní (lipican, nónius, furioso, slovenský teplokrvník, norik) s národným významom. V rámci čiastkových úloh boli s využitím spoľahlivých identifikátorov zostavené komplexné metodiky na základe ktorých bol stanovený stupeň ohrozenia populácií stratou genetickej diverzity, miera ich diferenciácie vo vzťahu ku geneticky blízko príbuzným plemenám resp. subpopuláciám, genomické oblasti jedinečné pre dané plemeno a oblasti v genóme najviac ovplyvnené intenzívnou selekciou. Vo vzťahu k produkčným, reprodukčným a funkčným vlastnostiam boli testované asociácie medzi fenotypovou a genotypovou informáciou a následne zostavené panely SNP markerov pre implementáciu v genomických selekčných programoch s cieľom zvýšenia genetického zisku. Genealogická a genomická informácia o jedincoch bola zároveň využitá na

zostavenie nových resp. optimalizáciu stávajúcich prípravovacích stratégií v závislosti od hodnoteného plemena. Aplikácia získaných výsledkov v rámci viacerých štúdií môže výraznou mierou prispieť k manažmentu živočíšnych genetických zdrojov na Slovensku.

**Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

Primary goal of the project was to get knowledge about diversity of cattle and horse breeds in Slovakia and their status according to global diversity of food resources. In particular work packages of project were studied more in detail genetic variability of milk and meat production, fertility and functional as well as performance traits of horses. All goals of the project were successfully completed. In particular stages were obtained pedigree as well as whole-genome information (STR and SNP markers) with respect to gene-pool of cattle (slovak pinzgau, slovak spotted, jersey, charolais, limousin) and horses (lipizan, nonius, furioso, slovak warmblood, norik) of national (socio-economic) importance. In particular WP were with use of reliable identifiers build complex methodologies based on which was given degree of endangerment of particular population, level of differentiation according to closely related populations resp. sub-populations, genomic areas unique for particular breed or areas in genome under high selection pressure. Associations between production, reproduction and fitness traits were tested on phenotypic and genetic level and subsequently SPN panels were build which could be implemented in genomic breeding programs to increase genetic gain. Genealogical and genomic information about individuals was either used to build new as well as optimize existing mating strategies according to particular breed. Application of obtained results within multiple studies could significantly affect the management of animal genetic resources in Slovakia