

Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti

Nitra **2023**



EURÓPSKA ÚNIA

Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



SPU · FAPZ

Fakulta agrobiológie
a potravinových
zdrojov



SPU · VC ABT

Výskumné centrum
AgroBioTech



SPU · FZKI

Fakulta záhradníctva
a krajinného
inžinierstva

[DOI: https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125](https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Výskumné centrum AgroBioTech

**Udržateľné systémy inteligentného
farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti**

Zborník vedeckých prác

Nitra 2023

[DOI: https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125](https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125)

Vedecký výbor: prof. Ing. Marko Halo, PhD. (FAPZ, SPU Nitra)
prof. Ing. Dušan Igaz, PhD. (FZKI, SPU v Nitre)
Ing. Lucia Gabríny, PhD. (VC ABT, SPU v Nitre)

Spoluorganizátor: VC ABT SPU Nitra

Recenzovali: prof. Ing. Marko Halo, PhD.
prof. Ing. Peter Strapák, PhD.
prof. Ing. Juraj Mlynek, CSc.
prof. MVDr. Peter Massányi, DrSc.
prof. Ing. Branislav Gálik, PhD.

Zostavili: prof. Ing. Marko Halo, PhD.
Ing. Lenka Polyaková

Za vecnú a obsahovú stránku zodpovedajú autori príspevkov.

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112 (SMARTFARM), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre ako recenzovaný zborník vedeckých prác online dňa 15. 6. 2023.

This work is published under the license of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Public License (CC BY-NC 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



SPU·FAPZ
Fakulta agrobiológie
a potravinových
zdrojov



SPU·VC ABT
Výskumné centrum
AgroBioTech



SPU·FZKI
Fakulta záhradníctva
a krajinného
inžinierstva

ISBN 978-80-552-2612-5

DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055226125>

OBSAH

Henrieta Arpášová, Marie Hamadová, Cyril Hrnčár

Účinok doplnku organických kyselín na parametre jatočného tela brojlerových kurčiat 5

Renata Artimová, Olha Matsera, Eva Mixtajová, Soňa Javoreková, Juraj Medo, Jana Maková, Ľudovít Cagán

Hodnotenie rastových parametrov kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.) po aplikácii aktinomycét podporujúcich rast rastlín 11

Ondřej Bučko, Ivan Bahelka, Peter Juhás, Klára Vavrišinová

Porovnanie nutričného zloženia mäsa výkrmových kancov, bravcov a prasničiek 17

Juraj Candrák, Katarína Dočkalová, Martina Miluchová, Michal Gábor, Nina Moravčíková, Radovan Kasarda

Možnosti genetického hodnotenia parkúrových súťaží koní na Slovensku 22

Ondrej Hanušovský, Daniel Bíro, Milan Šimko, Miroslav Juráček, Branislav Gálik, Michal Rolinec, Mária Kalúzová, Stanislava Drotárová, Mária Kapusniaková

Vplyv náhlej zmeny krmnej dávky na teplotu bachorového prostredia a pitný režim dojnic 27

Ján Horák, Dušan Igaz, Elena Aydin, Vladimír Šimanský

Dlhodobý vplyv aplikácie biouhľia na emisie skleníkových plynov (N_2O), fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy a úrody 32

Cyril Hrnčár, Emília Hanusová, Anton Hanus, Nikoleta Šimonová, Terézia Hegerová, Henrieta Arpášová, Marie Hamadová, Jozef Bujko

Vplyv humínových látok na geometrickú charakteristiku vajec plemena oravka 37

Ivan Imrich, Eva Mlyneková, Juraj Mlynek

Výskyt endoparazitov koní na Slovensku 41

Ivan Imrich, Eva Mlyneková, Juraj Mlynek

Vplyv systému ustajnenia na reprodukčné ukazovatele prasníc 45

Peter Juhás, Ondřej Bučko, Klára Vavrišinová, Jaroslav Dóbi, Ján Strašífták

Analýza vzťahu medzi hladinami testosterónu gravidných prasníc a pomerom dĺžky prstov potomkov 50

Miroslav Juráček, Daniel Bíro, Mária Kalúzová, Milan Šimko, Branislav Gálik, Michal Rolinec, Ondrej Hanušovský, Mária Kapusniaková, Stanislava Drotárová, Eva Mixtajová

Vplyv prídavku biologického aditíva na obsah frakcií vlákniny v ražných silážach 54

Radovan Kasarda, Nina Moravčíková, Juraj Candrák, Ján Prišťák, Ivan Pavlík

Využitie genomických údajov na kvantifikáciu úrovne diverzity slovenského strakatého dobytká 58

<i>Jana Lendelová, Ingrid Karandušovská, Milada Balková, Miroslav Žitňák, Roman Gálik, Peter Hlaváč</i> Diferencovaná identifikácia parametrov kvality chovného prostredia pre dojnice a obslužný personál	 63
<i>Viera Paganová, Marek Hus, Helena Lichtnerová</i> Biotechnické prístupy pri adaptácii krajinných systémov na zmeny klímy	 70
<i>Peter Šmehýl, Jaroslav Slamečka, Marta Oravcová, Ľubomír Ondruška, Francesco Vizzarri</i> Porovnanie kontaminácie vybraných tkanív olovom u farmových a voľne žijúcich bažantov poľovných (<i>Phasianus colchicus</i>)	 76
<i>Andrej Tárník, Dušan Igaz, Ján Čimo, Vladimír Kišš, Peter Šurda, Ľubomír Lichner, Janarul Shaik</i> Vlhkosť pôdy ako limitujúci faktor rozvoja poľnohospodárskej výroby	 81
<i>Klára Vavrišínová, Jaroslav Dóbi, Ondřej Bučko, Martin Janíček, Peter Juhás, Ján Strašífták</i> Uplatnenie rustikálneho plemena Aubrac na Slovensku	 87

ÚČINOK DOPLNKU ORGANICKÝCH KYSELÍN NA PARAMETRE JATOČNÉHO TELA BROJLEROVÝCH KURČIAT

The effect of the organic acid supplement on carcass parameters of broiler chicken

Henrieta Arpášová, Marie Hamadová, Cyril Hrnčár

Institute of Animal Husbandry, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak republic

One-day old broiler chickens (n =60) of the Ross 308 hybrid were divided into three groups. The chicken of the control group were fed with complete feed mixtures without any additives. Chicken in first treatment were fed a diet containing 0.1% of sodium diformate, chicken in second treatment were fed with complete feed mixture containing 0.3% of sodium diformate. The slaughter weight, carcass weight, breast part, thigh part, weight of heart, liver, gizzard, neck without skin and carcass yield were evaluated. The results showed, that broiler chickens receiving sodium diformate in 0.3% concentration showed significantly higher ($P<0.05$) carcass weight, carcass yield, heart weight compared to control group. The gizzard weight was significantly positively influenced by the addition of sodium diformate in both concentrations ($P<0.05$). The other carcass parameters, as slaughter weight, breast part, thighs part, weight of liver, weight of neck without skin, abdominal fat were not significantly influenced by sodium diformate supplementation of broiler chicken feed mixture.

Keywords: broiler chickens, organic acids, carcass parameters

1 Introduction

Livestock production and the feed industry suffer from losses caused by bacterial diseases and their associated consequences in animals. In poultry, this manifests itself in increased mortality and reduced feeding efficiency, which leads to a deterioration in overall production. Hygiene and efficiency of the gastrointestinal tract of birds as well as optimal safety of poultry meat production are key requirements for modern production. The development of antimicrobial resistance of bacteria has become a global health problem. A variety of human food and environmental sources possess bacteria that are resistant to a number of antibiotics which are used in human and veterinary medicine (Khan et al., 2012). Antibiotic growth promoters for broiler production are no longer used in various part of the world. This is due to the concerns about the presence of antibiotic residues in broiler chicken meat so that it can endanger human health. The emergence and spread of antibiotic resistant human pathogens have been directly linked to the use of antibiotics in livestock production (Papatsiros et al., 2013). Indeed, the retraction of antibiotic growth promoters from broiler rations has encouraged the nutritionists to look for the safe and natural substitute for antibiotic growth promoters for broiler production (Dittoe et al., 2018). Natural products are being explored as potential antibiotic alternatives for use in animal agriculture. Promising alternatives include, but are not limited to, organic acids, botanicals, short chain fatty acids, and bacterial fermentates (Postbiotics) (Swaggerty et al., 2020; Liu et al., 2021; Salminen et al., 2021). Dittoe et al. (2018) revealed that organic acid can alter the pH of gastrointestinal tract and thereby improving the microbial composition and morphology of the gastrointestinal tract of broilers. Organic acids have demonstrated the capability to enhance poultry performance by altering the pH of the gastrointestinal tract (GIT) and consequently changing

the composition of the microbiome. In addition, organic acids, by altering the composition of the microbiome, protect poultry from pH-sensitive pathogens. Like antibiotics, short-chain organic acids also have a specific antimicrobial activity. In antibiotics growth promoters free poultry production, natural feed additives with proven positive effects on broiler chickens' intestinal health can play a key role in improving growth performance, especially when combined with complementary biosecurity practices (McKnight et al., 2019). The growing restriction of antibiotic growth promoters (AGP) use in farming animals has raised a concern regarding the viability of the animal production system. In this new context, feed additives with proven positive impact on intestinal health may be used as strategy to avoid losses on performance (Stefanello et al., 2020). Well designed and formulated natural feed additives have the potential to provide many of the growth promoting and disease mitigating characteristics of in-feed antibiotics, particularly feed additives that elicit their effects on targeted areas of the gut (Johnson et al, 2023).

The aim of this study was to determine the effect of organic acid on carcass parameters of broiler chicken of hybrid Ross 308.

2 Material and Methods

2.1 Experimental Design and Feed Management

In experiment a total 60 one-day-old ROSS 308 meat hybrid chicken was included. Chickens were randomized into three groups, each containing 20 birds. Chickens in individual groups were stabled on deep litter, with a maximum occupation of the breeding areas 33 kg.m².

During the fattening period, the light regimen based on 23 h of light and 1 h of dark was used. The temperature at the beginning of the experiment was 31-32 °C and decreased to 20-21 °C during the experiment. The temperature was maintained using electronic hen-like devices providing radiant heat. The fattening lasted 38 days. Feed and water were supplied *ad libitum*. In control group we used complete feed mixture without any additives. Chicken in first experimental group were fed a diet containing 0,1% of feed supplement which is a combination of formic acid (formic) and sodium formate (formate) – sodium diformate. Chicken in second experimental group were fed a diet containing the same supplement but in a 0.3% concentration.

2.2 Carcass parameters

At the end of the experiment 10 chickens from each group were selected (5 male and 5 female) and were slaughtered. We focused on the slaughter weight, carcass weight, weight of breast part, thigh part, edible offal and carcass yield.

2.3 Statistical analysis

All data were analyzed by analysis of variance using the general linear model procedure of the software program Statistical Analysis System. Differences between the indicators were tested using one-way analysis of variance by Duncan's test. Significance was considered at $P < 0.05$.

Table 1. Effect of organic acids supplement on carcass characteristics of broiler chickens Ross 308

Characteristic	Control BD	BD + sodium diformate 0.1%	BD + sodium diformate 0.3%
Slaughter weight (g)	1935.0±229.30	2031.82±176.10	2066.00±135.55
Carcass weight (g)	1384.5±111.08	1465.7±143.45	1493.0±103.22*
Carcass yield (%)	73.00±0.70	73.60±0.91	74.10±1.50*
Breast part (%)	31.71± 1.72	31.22 ± 1.93	32.24 ±1.52
Thighs part (%)	32.62±1.50	31.74±2.11	32.98±1.48
Heart (g)	10.70±1.77	11.60±2.22	12.50±1.35*
Liver (g)	46.20±7.83	43.90±5.17	40.40±4.27
Gizzard (g)	29.30±1.75	31.80±3.25*	34.60±2.89*
Neck without skin (g)	37.00±7.10	36.10±6.17	38.90±6.52
Abdominal fat (g)	38.45±4.16	39.07±5.71	39.77±5.19

Values shown are mean ± SD (standard deviation)

3 Results and discussion

At the end of fattening, the average slaughter weight was insignificantly highest ($P>0.05$) in the second experimental group with sodium diformate supplement in 0.3% concentration. Despite the observed positive tendency of higher body weights of chickens at the end of fattening in both experimental groups, especially in the second experimental group, compared to the control group, the difference was insignificant ($P>0.05$). Values in order of groups on the 38th day of the experiment: 1935.00±229.30; 2031.82±176.10; 2066.00±135.55 (mean±SD). Several authors (Palamidi et al. 2016; Stamilla et al. 2020; Dong Dai et al., 2020) report a beneficial effect of organic acid supplementation on feed conversion, gains and overall live weight, which is consistent with our findings regarding the weight of the chickens at the end of the experiment. Alike, the results of Kopecky et al. (2012) showed no significant effects of diets with addition of acetic or citric acids supplementation on carcass characteristics. For slaughter weight, in accordance with our results, they found higher values in both experimental groups with the addition of organic acids, but with a statistically insignificant difference. Both experimental groups had a higher carcass weight compared to the control group, but only in the second experimental group supplemented with sodium diformate in a 0.3% concentration with a statistically significant difference ($P<0.05$). In contrast, Isabel and Santos (2009) observed insignificant effect of organic acid supplements on carcass weight. In both experimental groups, we recorded a higher carcass yield compared to the control group, with a statistically significant difference ($P<0.05$) in favor of the second experimental group. Our results are in agreement with Dehghani-Tafti and Jahanian (2017) in the experiment of dietary organic acid supplementation (citric + butyric) increased carcass yield. The study of Yyoussef et al. (2017) was conducted to evaluate the effects of probiotics and organic acids, as alternative feed additives to antibiotics, on productive performance of broilers. Two different types of probiotics varying in the microbial content were tested and organic acids blend was compared against a single organic acid (lactic acid). It was found that the antibiotic, probiotics and lactic acid increased the body weight, improved the feed conversion ratio compared to the control. On the contrary with our results, the additives in their experiment did not affect the carcass yield. Menconi et al. (2014) found a significant reduction in body weight loss during feed withdrawal and transpiration after the application of organic acids to the drinking water of chickens. They found no significant differences between groups in carcass yield. On the contrary with our results, the additives did not affect the carcass yield, breast or organ weights.

The differences between the percentages of the valuable meaty parts – the breast part and the thigh part – were minimal. The highest values were again recorded in the second experimental group, but with a statistically insignificant difference ($P>0.05$).

Results of Isabel and Santos (2009) showed that breast weight (% of carcass) was higher in diet with the addition of essential oils (clove and cinnamon) than in diet in control group, diet with organic acid salts or diet blend of organic acid salts and plant extracts (containing a blend of clove and cinnamon essential oils). Contrary to our findings, in the experiment Ma et al. (2021) the breast and thigh muscles pH24h were significantly higher in broilers fed with a supplement of mixture of organic acids in a dose of 6000 mg per kg of feed. The average weight of the hearts increased with the addition of sodium diformate to the feed, it was statistically significantly higher in the second experimental group with a higher concentration of the supplement ($P<0.05$). The average weight of the liver was insignificantly the highest in the control group ($P>0.05$). Gizzard weights were significantly higher in both experimental groups with sodium diformate supplement ($P<0.05$). As is apparent from the values in Table 2, there were not detected statistically significant differences between groups ($P>0.05$) in the indicator the neck without skin. In the experimental groups with sodium diformate supplement, the abdominal fat compared to the control group was slightly higher ($P>0.05$). The results showed that antibiotic growth promoters and organic acid promoted growth during day 22–42 compared with the control group ($P<0.05$) Dong Dai et al. (2020). The experiment of Fascina et al. (2012) evaluated the influence of isolated or associated phytogenic additives and organic acids on nutrient digestibility, performance and carcass characteristics of broiler chickens. Isolated or associated phytogenic additives and organic acids provided better carcass characteristics. The present context of Nosrati et al. (2017) investigated the comparative study on the supplementation of antibiotic, probiotic, organic acid, vitamin C, and herbal extract after vaccination into drinking water and their effects on performance and carcass quality. There were no differences reported among treatments for carcass characteristics at the end of the experiment.

Conclusion

The effect of organic acids on carcass parameters of broiler chicken was studied. Based on the obtained results, it can be concluded that the supplement of dietary sodium diformate in 3% concentration, had significantly positive effect on carcass weight, carcass yield, heart weight.

The gizzard weight was significantly positively influenced by the addition of sodium diformate in both concentrations. The other carcass parameters, as slaughter weight, breast part, thighs part, weight of liver, neck without skin and abdominal fat of broiler chicken fed a diets containing 1% or 3% concentration of sodium diformate was not a significant different compared to control group (C).

Acknowledgement

This publication was supported by the Operational Programme Integrated Infrastructure within the project: Sustainable smart farming systems taking into account the future challenges 313011W112, cofinanced by the European Regional Development Fund.

References

Dehghani-Tafti, N., Jahanian, R. 2017. Effect of supplemental organic acids on performance, carcass characteristics, and serum biochemical metabolites in broilers fed diets containing different crude protein levels. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 211, 2016, Pages 109-116, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.019>

- Dittoe, D.K., Ricke, S.C., Kiess, A.S. 2018. Organic Acids and Potential for Modifying
- Dong Dai, Kai Qiu, Hai-jun Zhang, Shu geng Wu, Yan-ming Han, Yuan-yuan Wu, Guang-hai Qi and Jing Wang. 2020. Organic Acids as Alternatives for Antibiotic Growth Promoters Alter the Intestinal Structure and Microbiota and Improve the Growth Performance in Broilers. *Front. Microbiol.*, Sec. Systems Microbiology, Volume 11, 2020, doi: 10.3389/fmicb.2020.618144
- Fascina, V.B., Sartori, J.R., Gonzales, E. et al. 2012. Phytogenic additives and organic acids in broiler chicken diets. *Non Ruminants. R. Bras. Zootec.* Vol. 41, 2012, no. 10, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001000008>
- Isabel, B., Santos, Y. 2009. Effects of dietary organic acids and essential oils on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens *Journal of Applied Poultry Research* Volume 18, Issue 3, Pages 472-476
- Johnson, C.N., Arsenault, R.J., Piva, A., Grilli, E., Swaggerty, CH. L. A. 2023. microencapsulated feed additive containing organic acids and botanicals has a distinct effect on proliferative and metabolic related signaling in the jejunum and ileum of broiler chickens. *Front. Physiol.*, 22 March 2023 Sec. Avian Physiology, Volume 14, 2023 [CrossRef] <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.618144>
- Khan, R.U., Nikosefat, Z., Tufarelli, V., Naz, S., Javdani, M. and Laudadio, V., 2012. Garlic (*Allium sativa*) supplementation in poultry diet: effect on production and physiology. *World's Poult Sci J.*, 68: 417-424
- Kopecký J., Hrnčár, C., Weis, J. 2012. Effect of Organic Acids Supplement on Performance of Broiler Chickens. *Scientific Papers: Animal Sciences and Biotechnologies*, vol. 45, 2012, (1) no.51
- Liu, L., Li, Q., Yang, Y., and Guo, A. (2021). Biological function of short-chain fatty acids and its regulation on intestinal health of poultry. *Front. Vet. Sci.* 8, 736739. doi:10.3389/fvets.2021.736739
- Ma, J., Wang, J., Mahfuz, S., Long, S., Wu, D., Gao, J., Piao, X. 2023. Supplementation of Mixed Organic Acids Improves Growth Performance, Meat Quality, Gut Morphology and Volatile Fatty Acids of Broiler Chicken. *Animals (Basel)*. 2021 Nov; 11(11): 3020. doi: 10.3390/ani11113020
- McKnight LL, Peppler W, Wright DC, Page G, Han Y. 2019. A blend of fatty acids, organic acids, and phytochemicals induced changes in intestinal morphology and inflammatory gene expression in coccidiosis-vaccinated broiler chickens. *Poult Sci.* (2019) 98:4901–08. doi: 10.3382/ps/pez241
- Menconi, A., Kuttappan, V.A., Hernandez-Velasco, X. et al. 2014. Evaluation of a commercially available organic acid product on body weight loss, carcass yield, and meat quality during preslaughter feed withdrawal in broiler chickens: A poultry welfare and economic perspective. *Poultry Science*, Volume 93, 2014, no. 2, p. 448-455. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03444>
- Nosrati, M., Javandel, F., Camacho, L.M. et al. 2017. The effects of antibiotic, probiotic, organic acid, vitamin C, and *Echinacea purpurea* extract on performance, carcass characteristics, blood chemistry, microbiota, and immunity of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, Volume 26, 2017, Issue 2, p. 295-306 <https://doi.org/10.3382/japr/pfw073>
- Palamidi, I., Paraskeuas, V., Theodorou, G., Breitsma, R., Schatzmayr, G., Theodoropoulos, G., Fegeros, K., Mountzouris, C.K. 2016. Effects of dietary acidifier supplementation on broiler growth performance, digestive and immune function indices. *Animal Production Science* 57(2) 271-281 <https://doi.org/10.1071/AN1506>
- Papatsiros VG, Katsoulos PD, Koutoulis KC, Karatzia M, Dedousi A, Christodouloupoulos G. 2013. Alternatives to antibiotics for farm animals. *CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources*, 8, 2013, no.32. DOI:10.1079/PAVSNNR20138032

Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., et al. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 18, 649–667. doi:10.1038/s41575-021-00440-6

Stamilla, A., Messina, A., Sallemi, S. et al. 2020. Effects of Microencapsulated Blends of Organics Acids (OA) and Essential Oils (EO) as a Feed Additive for Broiler Chicken. A Focus on Growth Performance, Gut Morphology and Microbiology. *Animals* 2020, 10(3), 442; <https://doi.org/10.3390/ani10030442>

Stefanello, C., Rosa, D. P., Dalmoro, Y. K. et al. 2020. Protected Blend of Organic Acids and Essential Oils Improves Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Intestinal Health of Broiler Chickens Undergoing an Intestinal Challenge, *Front Vet Sci*, DOI: 10.3389/fvets.2019.00491

Swaggerty, C. L., He, H., Genovese, K. J., Callaway, T. R., Kogut, M. H., Piva, A., et al. (2020). A microencapsulated feed additive containing organic acids, thymol, and vanillin increases *in vitro* functional activity of peripheral blood leukocytes from broiler chicks. *Poult. Sci.* 99, 3428–3436. doi: 10.1016/j.psj.2020.03.031

Youssef, Ibrahim M.I. – Mostafa, Ahmad S. – Abdel-Wahab, Mariam A. 2017. Effects of Dietary Inclusion of Probiotics and Organic Acids on Performance, Intestinal Microbiology, Serum Biochemistry and Carcass Traits of Broiler Chickens. In *Journal of World's Poultry Research*. vol 7. no 2. pp 57-71. [online]. [cit. 2021-04-07]. Dostupné na: <[http://jwpr.scienceline.com/attachments/article/41/J%20World%20Poult%20Res%207\(2\)%2057-71,%202017.pdf](http://jwpr.scienceline.com/attachments/article/41/J%20World%20Poult%20Res%207(2)%2057-71,%202017.pdf)>

Correspondence address: Henriera Arpášová, Institute of Animal Husbandry, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak republic, henrieta.arpasova@uniag.sk, ORCID 0000-0001-8098-8044

HODNOTENIE RASTOVÝCH PARAMETROV KAPUSTY REPKOVEJ PRAVEJ (*BRASSICA NAPUS* L.) PO APLIKÁCII AKTINOMYCÉT PODPORUJÚCICH RAST RASTLÍN

Evaluation of the growth parameters of (*Brassica napus* L.) after the application of plant growth promoting actinomycetes

Renata Artimová¹, Olha Matsera¹, Eva Mixtajová¹, Soňa Javoreková², Juraj Medo², Jana Maková², Ľudovít Cagáň³

¹Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Slovensko

²Ústav biotechnológie, FBP, SPU v Nitre, Slovensko

³Ústav agronomických vied, FAPZ SPU v Nitre, Slovensko

Aplikácia spór aktinomycét na zlepšenie výnosu rastlinnej produkcie a minimalizovanie používania chemických hnojív a pesticídov je sľubnou trvalo udržateľnou stratégiou. V tejto štúdii sme použili 6 izolátov aktinomycét, u ktorých boli potvrdené znaky podpory rastu rastlín a boli označené ako PGPS (*Plant Growth Promoting Streptomyces*). *In situ* experimenty sa uskutočnili na modelovej rastline kapuste repkovej pravej hydroponicky za prísne kontrolovaných podmienok v kultivačnej komore (14h deň/10h tma, teplota 22°C/18°C, stála relatívna vlhkosť 50 %). Aplikácia spórovej suspenzie aktinomycét bola uskutočnená 4 spôsobmi. A to aplikáciou na semeno, postrekom, zálievkou ku koreňom a infiltráciou do kľúčnych listov. Zistili sme, že najlepší spôsob aplikácie bol postrek na listy rastlín. Dĺžka koreňového systému mala v priemere 20,31 cm, dĺžka nadzemnej časti 21,04 cm a hmotnosť celej rastliny 2,30 g, čo sa v porovnaní s ostatnými spôsobmi aplikácie preukázalo ako štatisticky vysoko preukazné. Takýto spôsob ošetrovania rastlín je sľubnou stratégiou pre využitie potenciálnych izolátov aktinomycét v ekologickom poľnohospodárstve na zlepšenie rastu rastlín.

Kľúčové slová: aktinomycéty, PGPS, kapusta repková pravá

1 Úvod a prehľad literatúry

Aktinomycéty, najmä druhy rodu *Streptomyces* sa považujú za najpočetnejších a najvyužívanejších producentov sekundárnych metabolitov, antibiotík a iných bioaktívnych zlúčenín. Účinky bioaktívnych metabolitov aktinomycét sú využívané a neustále testované aj na rastlinnú bunku. Najmä sekundárne metabolity streptomycét sú aplikované ako na zdravú rastlinu, tak i na rastlinu napadnutú patogénom s cieľom najmä udržať zdravie rastlín ako i podporovať ich rast. Tento cieľ je možné dosiahnuť aplikáciou streptomycét podporujúcich rast rastlín (PGPS – *Plant Growth Promoting Streptomyces*), čo v dnešnej dobe vyvoláva veľký záujem u výskumníkov na celom svete (Olanrewaju a Babalola, 2019). PGPS podporujú rast rastlín napr. fixáciou a solubilizáciou živín z pôdy (dusík, fosfor, draslík a iné), produkciou rastových hormónov ako je napr. kyselina indolyl-3-octová, produkciou kyseliny kyanovodíkovej, siderofórov alebo potláčaním rastu fytopatogénnych húb, ktoré zapríčiňujú rastlinám rôzne choroby (Singh et al., 2018).

Z dôvodu súčasných obáv z nežiadúcich účinkov chemických látok na životné prostredie sa zvyšuje záujem o hlbšie pochopenie symbiotického vzťahu medzi týmito prospešnými mikroorganizmami a rastlinami, ako aj o to, ako tieto znalosti uplatniť v poľnohospodárstve. Častejšie používanie preparátov mikrobiálneho pôvodu (biohnojív), ako doplnku alebo náhrady minerálnych hnojív, má pozitívny vplyv na ekologické a ekonomické ukazovatele v poľnohospodárstve. Cieľom použitia biohnojív je zabezpečiť pre rastliny vyšší príjem dusíka,

draslíka, fosforu, železa a síry; stimulovať rast rastlín; udržiavať zdravie rastlín počas celej vegetácie; zvýšiť odolnosť voči stresovým podmienkam (sucho, herbicídy a iné) ako aj zlepšiť štruktúru mikrobiálneho spoločenstva pôdy (Došen, 2015). Biohnojivá sa v poslednej dobe používajú častejšie ako alternatíva alebo doplnok ku chemickým hnojivám a okrem *Streptomyces* sp. najčastejšie obsahujú ešte baktérie rodu *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter* a iné (Saharan a Nehra, 2011; Ruiu, 2018).

Cieľom našej práce bolo zistiť, ktorý spôsob aplikácie spórovej suspenzie izolátov aktinomycét (infiltrácia, postrek, zálievka, na semeno) je najvhodnejší pri sledovaní rastových parametrov (dĺžka koreňového systému, dĺžka nadzemnej časti a hmotnosť celej rastliny) modelovej rastliny kapusty repkovej pravej *in situ*.

2 Materiál a metódy

Vplyv vybraných izolátov aktinomycét na rast kapusty repkovej pravej sme testovali *in situ* za prísne kontrolovaných podmienok v kultivačnej komore. Morfológická, biochemická a genetická charakteristika použitých izolátov aktinomycét bola publikovaná v článku Cinkocki et al. (2021). Na testovanie vplyvu izolátov aktinomycét sme použili semená kapusty repkovej pravej (*Brassica napus* L.) odrody ES Vito (genotyp hybrid). Semená nám poskytli z Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra, z Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch, z odboru pestovateľských systémov.

2.1 Aplikácia vybraných izolátov aktinomycét na rastlinu

Semená kapusty repkovej pravej sme vysievali do plastových sadbovačov s perlitom v 6 opakovaníach. Rastliny sme pestovali celkovo 25 dní za prísne kontrolovaných podmienok (14 h deň/10 h tma, teplota 22 °C/18 °C, stála relatívna vlhkosť 50 %) v kultivačnej komore vo Výskumnom centre AgroBioTech SPU v Nitre. Pestovanie bolo hydroponické v Steinerovom živnom roztoku (Steiner, 1984). Rastliny sme ošetrovali:

1. Infiltráciou spórovej suspenzie aktinomycét do klíčnych listov. Do klíčnych listov kapusty repkovej pravej na 11. deň rastu sme na každý klíčny list aplikovali 10 μ l spórovej suspenzie nariadenej na $1,5 \times 10^8$ spór.ml⁻¹ pomocou injekčnej striekačky bez ihly.
2. Postrekom spórovej suspenzie aktinomycét. Spórovú suspenziu nariadenú na $1,5 \times 10^8$ spór.ml⁻¹ sme aplikovali na listy postrekom na 11. deň rastu, v množstve 7 – 7,5 ml.
3. Zálievkou spórovej suspenzie aktinomycét ku koreňom. Na to aby sme dosiahli rovnakú koncentráciu spór aktinomycét ako pri predchádzajúcich spôsoboch aplikácie, 200 μ l spórovej suspenzie nariadenej na $1,5 \times 10^{11}$ spór.ml⁻¹ sme zmiešali s 200 ml Steinerovho roztoku a aplikovali ku koreňom na 11. deň od výsevu.
4. V prípade aplikácie spórovej suspenzie aktinomycét na semeno, ošetrovanie prebehlo pred samotným výsevom. Semená repky sme namáčali v spórovej suspenzii aktinomycét ($1,5 \times 10^8$ spór.ml⁻¹) po dobu 60 minút za stáleho trepania pri 130 otáčok/minúta. Po 60 minútach sme semená vysiali do perlitu a hydroponicky pestovali v kultivačnej komore za rovnakých podmienok ako v predchádzajúcich prípadoch. Vzorky sme odoberali 25. deň od výsevu, aby sme zachovali rovnakú dĺžku pestovania rastlín ako pri predchádzajúcich variantoch aplikácie. Ako negatívnu kontrolu sme použili ošetrovanie destilovanou vodou.

Vzorky kapusty repkovej pravej sme na 25. deň vybrali zo sadbovačov a zbavili perlitu oplachom pod tečúcou vodou a vyhodnotili nasledovné parametre: dĺžka koreňového systému (cm), dĺžka nadzemnej časti rastliny (cm) a hmotnosť celej rastliny (g).

2.2 Štatistické vyhodnotenie

Štatistické analýzy sme uskutočnili v štatistickom programe Statgraphics XV. Použili sme štatistický test viacfaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA). Na overenie štatisticky preukazných rozdielov bol použitý Tukey HSD test (hladina významnosti $\alpha=0,05$).

3 Výsledky a diskusia

Testovaním 4 rôznych spôsobov aplikácii izolátov aktinomycét na rast kapusty repkovej pravej sme samostatne vyhodnotili každý spôsob aplikácie na základe dĺžky koreňového systému, dĺžky nadzemnej časti rastliny a hmotnosti celej rastliny.

Pri hodnotení spôsobu aplikácie izolátov streptomycét na rastlinu sme zistili, že spôsob aplikácie izolátov postrekom ovplyvnil pozitívne, štatisticky preukazne ($P<0,05$) dĺžku koreňov rastlín v porovnaní so zálievkou ku koreňom, infiltráciou a aplikáciou na semeno. Po aplikácii izolátov na rastliny postrekom, priemerná dĺžka koreňov bola 20,31 cm. Medzi zálievkou, infiltráciou a aplikáciou izolátov na semeno neboli štatisticky preukazné rozdiely.

Tabuľka 1: Porovnanie skupín podľa Tukey HSD testu medzi aplikovanými izolátmi ovplyvňujúcimi dĺžku koreňového systému pri rôznych spôsoboch aplikácie

Aplikovaný izolát	Aplikácie							
	Postrek		Zálievka		Semeno		Infiltrácia	
KmiSK16A003	24,516	c	19,966	bc	22,450	cd	20,483	cd
KmiSK16A004	19,666	ab	16,316	a	18,750	b	20,583	cd
KmiSK16A006	21,750	bc	20,833	bc	14,850	a	18,883	bc
KmiLCH17A074	17,766	a	20,600	bc	19,083	bc	18,350	bc
KmiLCH17A097	20,550	ab	21,833	c	22,833	d	22,166	d
KmiLCH17A098	20,233	ab	17,800	ab	24,466	d	17,433	ab
Kontrola	17,683	a	15,033	a	12,566	a	14,966	a
Spolu	20,309	b	18,911	a	19,285	a	18,981	a

Hodnoty vyjadrujú priemer zo 6 opakovaní experimentu. Priemery označené rozdielnym písmom abecedy sú preukazne odlišné pri hladine významnosti $\alpha=0,05$ (ANOVA, Tukey test)

Pri hodnotení spôsobu aplikácie izolátov streptomycét na kapustu repkovú pravú sme zistili, že spôsob aplikácie izolátov postrekom ovplyvnil pozitívne, štatisticky preukazne ($P<0,05$) dĺžku nadzemnej časti rastlín v porovnaní so zálievkou ku koreňom, aplikáciou na semeno a infiltráciou (tab. 2). Po aplikácii izolátov na rastliny postrekom bola priemerná dĺžka nadzemnej časti 21,04 cm.

Tabuľka 2: Porovnanie skupín podľa Tukey HSD testu medzi aplikovanými izolátmi ovplyvňujúcimi dĺžku nadzemnej časti rastliny pri rôznych spôsoboch aplikácie

Aplikovaný izolát	Aplikácie							
	Postrek		Zálievka		Semenó		Infiltrácia	
KmiSK16A003	21,133	a	18,467	a	16,633	b	20,533	ab
KmiSK16A004	21,733	a	20,433	a	22,967	c	19,567	ab
KmiSK16A006	22,633	a	20,567	a	21,767	c	21,100	b
KmiLCH17A074	20,533	a	18,933	a	23,633	c	18,533	ab
KmiLCH17A097	20,600	a	18,133	a	22,900	c	19,867	ab
KmiLCH17A098	20,833	a	19,067	a	22,533	c	20,133	ab
Kontrola	19,800	a	17,800	a	12,667	a	17,367	a
Spolu	21,038	c	19,057	a	20,443	bc	19,586	ab

Hodnoty vyjadrujú priemer zo 6 opakovaní experimentu. Priemery označené rozdielnym písmom abecedy sú preukazne odlišné pri hladine významnosti $\alpha=0,05$ (ANOVA, Tukey test)

Pri hodnotení spôsobu aplikácie izolátov streptomycét na rastlinu sme zistili, že spôsob aplikácie izolátov postrekom ovplyvnil pozitívne, štatisticky preukazne ($P<0,05$) hmotnosť rastlín v porovnaní s aplikáciou na semeno, infiltráciou do listov a zálievkou ku koreňom (tab. 3). Po aplikácii izolátov na rastliny postrekom bola priemerná hmotnosť celej rastliny 2,30 g.

Tabuľka 3: Porovnanie skupín podľa Tukey HSD testu medzi aplikovanými izolátmi ovplyvňujúcimi hmotnosť celej rastliny pri rôznych spôsoboch aplikácie

Aplikovaný izolát	Aplikácie							
	Postrek		Zálievka		Semenó		Infiltrácia	
KmiSK16A003	2,527	abc	2,231	a	1,424	ab	1,597	ab
KmiSK16A004	2,178	abc	1,933	a	1,586	bc	1,341	a
KmiSK16A006	3,083	c	2,156	a	1,742	bc	1,702	ab
KmiLCH17A074	1,898	ab	1,699	a	1,839	bc	1,803	b
KmiLCH17A097	2,707	bc	1,720	a	1,929	c	1,662	ab
KmiLCH17A098	1,980	ab	1,958	a	1,752	bc	1,318	a
Kontrola	2,707	a	1,674	a	1,076	a	1,251	a
Spolu	2,296	c	1,910	b	1,621	a	1,525	a

Hodnoty vyjadrujú priemer zo 6 opakovaní experimentu. Priemery označené rozdielnym písmom abecedy sú preukazne odlišné pri hladine významnosti $\alpha=0,05$ (ANOVA, Tukey test)

Aplikácie postrekom sa uvádzajú ako najčastejšie využívané v praxi, (Efthimiadou et al., 2020), lebo okrem jednoduchšej aplikácie na rastliny, je možné spórovu suspenziu aplikovať v pravidelne načasovaných intervaloch počas vegetácie (Backer et al., 2018). Aplikácia izolátov postrekom sa preukázala ako najlepší spôsob aplikácie na nami sledované parametre (dĺžka koreňového systému, dĺžka nadzemnej časti rastliny, hmotnosť celej rastliny) rastu kapusty repkovej pravej. Dostupných je veľmi málo štúdií, ktoré by sledovali podporu rastu rastlín postrekom spórovej suspenzie streptomycét. Avšak, viacerí autori potvrdili účinok podpory rastu rastlín postrekom s grampozitívnymi baktériami ako sú napríklad druh *Bacillus* sp. (Costa et al., 2017, Dursun et al., 2019). Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že každý izolát má schopnosť kolonizovať iné časti rastliny a nedá sa

jednoznačne vybrať najvhodnejší spôsob aplikácie pre všetky testované izoláty. Stratégie kolonizácie rastlín streptomycét sú však stále nejasné (Viaene et al., 2016). Predpokladá sa, že sporulujúca vláknitá forma života streptomycét poskytuje konkurenčnú výhodu oproti mikroorganizmom v rizopláne a v rizosfére rastlín. Zatiaľ čo im tvorba spór pomáha konkurovať v prostredí aj za nepriaznivých podmienok, tvorbou hýf majú schopnosť ľahšie kolonizovať bunky rastlín (Seipke et al., 2012). Napríklad mikroskopovaním alebo kvantitatívnou polymerázovou reťazovou reakciou doteraz bolo možné identifikovať iba niekoľko kmeňov *Streptomyces*, ktoré účinne kolonizovali koreňovú endosféru a rizosféru (Bonaldi et al. 2015). Pomocou elektrónovej mikroskopie sa ukázalo, že kmeň *Streptomyces griseoviridis* po kolonizácii koreňových vláskov repky olejky (*Brassica rapa*) produkuje aj spóry (Tokala et al., 2002). V súčasnosti však chýbajú podrobnejšie analýzy na identifikáciu špecifických miest, v ktorých streptomycéty vstupujú a kolonizujú vnútro hostiteľského koreňa.

4 Záver

Najväčší vplyv na sledované parametre rastu kapusty repkovej pravej mala iba aplikácia izolátov aktinomycét postrekom na listy. Ukázalo sa, že po aplikácii spórovej suspenzie izolátov aktinomycét sa zvýšila dĺžka koreňového systému (20,31 cm), dĺžka nadzemnej časti rastliny (21,04 cm) ako aj hmotnosť celej rastliny (2,30 g) štatisticky preukazne v porovnaní s inými spôsobmi aplikácie. To naznačuje a potvrdzuje, že nami vybrané izoláty aktinomycét charakterizované ako PGPS majú potenciál na ďalšie testovanie v poľných pokusoch.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

BACKER, R. - ROKEM, J. S. - ILANGUMARAN, G. - LAMONT, J. - PRASLICKOVA, D. - RICCI, E. - SMITH, D. L. 2018. Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture. In *Frontiers in plant science*, pp. 1473. DOI : doi.org/10.3389/fpls.2018.01473.

BONALDI, M., et al. 2015. Colonization of lettuce rhizosphere and roots by tagged *Streptomyces*. In *Frontiers in microbiology*, vol. 6. ISSN 1664-302X.

CINKOCKI, R. – LIPKOVÁ, N. - JAVOREKOVÁ S. – PETROVÁ, J. - MAKOVÁ, J. – MEDO, J. - DUCSAY L. 2021. The Impact of Growth-Promoting Streptomycetes Isolated from Rhizosphere and Bulk Soil on Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Growth Parameters. *Sustainability*, vol. 13, no. 10, pp. 5704. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13105704>.

COSTA, F.M - DE ALMEIDA SILVA, N.C. - OGLIARI, J.B. 2017. Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of *Zea mays* L. In *Genetic resources and crop evolution*, vol. 64, no. 4, pp. 681-700. ISSN 1573-5109.

DOŠEN, Nataša. 2014. Proizvodnja i primena mikrobiološkog preparata „Bacillomix specijal“ : master rad. Novi Sad : Pojoprivredni fakultet. 63 s.

DURSUN, A., et al. 2019. Determination of the Effects of Bacterial Fertilizer on Yield and Growth Parameters of Tomato. In *Journal of Agricultural Science and Technology*, vol. 21, no. 5, pp. 1227-1234. ISSN 1916-9760

FTHIMIADOU, A. - KATSENIOS, N. - CHANIOTI, S. - GIANNOGLOU, M. - DJORDJEVIC, N. - KATSAROS, G. 2020. Effect of foliar and soil application of plant growth promoting bacteria on growth, physiology, yield and seed quality of maize under Mediterranean conditions. In Scientific reports, vol. 10, no. 1, pp. 1-11. ISSN 2045-2322

OLANREWAJU, O. S. - BABALOLA, O. O. 2019. Streptomyces: implications and interactions in plant growth promotion. In Applied microbiology and biotechnology, vol. 103, no. 3, pp. 1179 – 1188. ISSN 1432-0614.

RUIU, L. 2018. Microbial biopesticides in agroecosystems. In Agronomy, vol. 8, no. 11, pp. 235. DOI: doi.org/10.3390/agronomy8110235

SAHARAN, B. S. - NEHRA, V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. In Life Sci Med Res, vol. 21, no. 1, pp. 30. ISSN 1948-7886.

SEIPKE, R. F. - KALTENPOTH, M. - HUTCHINGS, M. I. 2012. Streptomyces as symbionts: an emerging and widespread theme?. In FEMS microbiology reviews, vol. 36, no. 4, pp. 862 – 876. DOI: doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00313.x.

SINGH, D. P. - PATIL, H. J. - PRABHA, R. - YANDIGERI, M. S. - PRASAD, S. R. 2018. Actinomycetes as potential plant growth-promoting microbial communities. In Crop Improvement Through Microbial Biotechnology, pp. 27-38. Elsevier.

TOKALA, R. K. - STRAP, J. L. - JUNG, C. M. - CRAWFORD, D. L. - SALOVE, M. H. - DEOBALD, L. A. - MORRA, M. J. 2002. Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving Streptomyces lydicus WYEC108 and the pea plant (Pisum sativum). In Appl. Environ. Microbiol, vol.68, no. 5, pp. 2161 – 2171. DOI: doi.org/10.1128/AEM.68.5.2161-2171.2002.

VIAENE, T. - LANGENDRIES, S. - BEIRINCKX, S. - MAES, M. - GOORMACHTIG, S. 2016. Streptomyces as a plant's best friend?. In FEMS microbiology ecology, vol. 92, no. 8. ISSN 1574-6941

Korešpondenčná adresa: Renata Artimová, Výskumný ústav AgroBioTech SPU v Nitre, Tr.A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, renata.artimova@uniag.sk, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7885-6066>.

POROVNANIE NUTRIČNÉHO ZLOŽENIA MÄSA VÝKRMOVÝCH KANCOV, BRAVCOV A PRASNIČIEK

Comparison of the nutritional composition pork of fattening boar, barrows and gilts

Ondřej Bučko¹, Ivan Bahelka², Peter Juhás¹, Klára Vavrišínová¹

¹*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika*

²*Česká zemědělská univerzita v Praze, Česká republika*

Svetový trend smerujúci k zastaveniu chirurgickej kastrácie výkrmových ošípaných otvára priestor pre potrebu zaoberať sa kvalitou mäsa produkovanou nekastrovanými kančekom vo výkrme ošípaných čo bolo aj majoritným cieľom nášho výskumu. Do experimentu sme zaradili 24 ks ošípaných každého pohlavia (8 bravcov, 8 prasničiek a 8 kančiekov), pričom po ukončení výkrmu a odporazení ošípaných sme stanovili vybrané parametre nutričného zloženia bravčového mäsa. Medzi bravcami a prasničkami sme v ukazovateli množstva intramuskulárneho tuku zistili štatisticky významný rozdiel na úrovni $P \leq 0,05$. Súčasne sme na úrovni $P \leq 0,05$ zaznamenali štatisticky významný rozdiel medzi kancami a prasničkami a taktiež medzi bravcami a prasničkami v ukazovateli polynenasýtených mastných kyselín, čo sa potvrdilo aj pri $\Omega 6$ polynenasýtených mastných kyselinách na rovnakej úrovni a medzi rovnakými porovnávanými pohlaviami.

Kľúčové slová: výkrm kancov, kvalita mäsa kancov, medzipohlavné rozdiely v kvalite mäsa

1 Úvod a prehľad literatúry

Z dôvodu minimalizácie kančieho pachu vyskytujúceho sa v bravčovom mäse a snahe zabrániť agresívnemu správaniu sa začalo v minulosti pristupovať ku kastrácii ošípaných. Tlak na zlepšenie životných podmienok ošípaných a zachovanie spoločenskej akceptácie bravčového spôsobu žitia spôsobil že sa výskum začal orientovať na hľadanie alternatív k tradičnej metóde kastrácie (Broeke et al. 2022). V kontexte tejto dlhodobej snahy sa autori začali zaoberať rozdielmi v kvalite bravčového mäsa u kancov a kastovaných jedincov.

Medzi najdôležitejšie ukazovatele kvality bravčového mäsa patrí obsah vody, bielkovín a intramuskulárneho tuku a jeho zloženia. V prípade obsahu vody zaznamenali vyššie hodnoty u kancov Broeke et al. (2022), rovnako Jaturasitha et al. (2006) zaznamenal najvyšší obsah vody u prasničiek a kancov. Analýza obsahu bielkovín preukázala vyššie hodnoty u skupiny bravcov v experimente Broeke et al. (2022). Naopak Jaturasitha et al. (2006) zaznamenal najvyššie priemerné hodnoty v sledovanej skupine kancov a prasničiek. Intramuskulárny tuk (IMF) v bravčovom mäse je jedným z hlavných faktorov ovplyvňujúcich senzorické parametre kvality bravčového mäsa. Trefan et al. (2013) skúmal vplyv pohlavia na hodnoty intramuskulárneho tuku pričom kastované jedince sa vyznačovali vyššími hodnotami intramuskulárneho tuku. Štatisticky vysoko významný rozdiel v hodnotách intramuskulárneho tuku zaznamenal Aluwé et al. (2022) v prospech bravcov. Daza et al. (2016) a Elsbernd et al. (2016) naopak nezistil žiadne preukazné rozdiely v hodnotách intramuskulárneho tuku u kastovaných jedincov v porovnaní s kancami a prasničkami. Najnižšie hodnoty intramuskulárneho tuku zaznamenal Backus (2016) u prasničiek a kancov, naopak najvyššie hodnoty IMF boli zaznamenané u bravcov. Tento trend vo svojom experimente potvrdil aj Broeke et al. (2022), Jaturasitha et al. (2006), Grela et al. (2013) a Kress et al. (2019). Ako uvádza Nevrla et al. (2021) koncentrácia cholesterolu

v bravčovom mäse bola nižšia v skupine prasničiek v porovnaní s bravcami. Bahelka et al. (2016) zistil najvyšší obsah cholesterolu v skupine kastrovaných jedincov naopak najnižšia hodnota cholesterolu bola zaznamenaná v prípade kancov.

2 Materiál a metodika

2.1 Biologický materiál a výživa

Cieľom experimentu bolo porovnať rozdiely v základnom chemickom zložení mäsa a zložení skupín mastných kyselín v intramuskulárnom tuku rôznych pohlaví výkrmových ošípaných. Do experimentu bolo zaradených 24 ks hybridných ošípaných pochádzajúcich po prasniciach plemena landras a hybridnom kancovi yorkshire x pietrain. Ošípané boli kŕmené v podmienkach testáčnej stanice výkrmnosti a jatočnej hodnoty Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Lužiankach. Obdobie testu bolo stanovené od 30 do 120kg živej hmotnosti. Počas testu boli ošípané ustajnené po dvojiciach v rámci sledovaných pohlaví. Počas výkrmu bola použitá identická kompletná kŕmna zmes pre všetky sledované pohlavia nasledujúceho zloženia: pšenica 150 g.kg⁻¹, jačmeň 360 g.kg⁻¹, kukurica 150 g.kg⁻¹, sójový extrahovaný šrot 110 g.kg⁻¹, pšeničné otruby 80 g.kg⁻¹, repkové výlisky 100 g.kg⁻¹, minerálny premix 25 g.kg⁻¹, bielkovinový premix 10 g.kg⁻¹, mletý vápenec 10 g.kg⁻¹, kŕmna soľ 5 g.kg⁻¹. Kŕmenie počas testu bolo ad libitum.

2.2 Porážka ošípaných a odber vzoriek

Po dosiahnutí hmotnosti 100 kg boli ošípané odporazené na experimentálnom bitúnku Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Lužiankach. Po vychladnutí jatočných tiel a priebehu *rigoru mortis* 24 hodín *post mortem* pri teplote 2 – 4 °C bola realizovaná disekcia jatočných tiel ošípaných počas ktorej boli odobraté vzorky prične pruhovanej svaloviny z MLT na úrovni predposledného hrudného stavca o hmotnosti 100g a uskladnené pri teplote -18 °C do realizácie analýzy.

2.3 Príprava a analýza vzoriek

Po rozmrazení 24 hodín pri teplote 2 – 4 °C sme vzorku prične pruhovanej svaloviny MLT homogenizovali ručným mixérom. Po homogenizácii sme homogenát svaly vložili do kyvety a realizovali meranie prostredníctvom integračnej sféry na prístroji Nicolet 6700 s využitím metódy Fourier transform infrared spectroscopy.

2.4 Štatistická analýza

Pre porovnávané ukazovatele sme stanovili základné variačno-štatistické charakteristiky priemer a smerodajnú odchýlku. Rozdiely priemerov sme porovnali pomocou jednofaktorovej analýzy rozptylu pričom na stanovenie významnosti rozdielov medzi porovnávanými pohlaviami sme použili Bonferroniho test.

3 Výsledky a diskusia

V ukazovateli celkový obsah vody v MLT sme zistili najvyššiu hodnotu v skupine prasničiek 75,21% v porovnaní so skupinou kancov 75,12 % pričom najnižšiu hodnotu sme zaznamenali v skupine bravcov na úrovni 74,87 %. Celkový obsah vody u nekastrovaných jedincov bol v prípade experimentu Broeke et al. (2022) vyšší (75,5 %) v porovnaní s bravcami kde sa priemerné hodnoty pohybovali na úrovni 74,3 %. Popísané rozdiely sa vyznačovali vysokou štatistickou preukaznosťou. Jaturasitha et al. (2006) zaznamenal

najvyšší obsah vody u prasničiek (73,4 %) a kancov (73,4 %). Nižší avšak štatisticky nepreukazný obsah vody bol nameraný v skupine bravcov (73,2 %). Lertpatarakomol et al. (2019) zaznamenal mierne vyšší obsah vody v skupine bravcov (73,83%) v porovnaní s prasnicami (73,66 %). V obsahu bielkovín sme zistili najvyššiu hodnotu pri skupine kancov 23,63 % a najnižší obsah v skupine bravcov na úrovni 23,40 %. Pri prasničkách sme zistili hodnotu bielkovín v MLT na úrovni 23,44. Broeke et al. (2022) pri analýze obsahu bielkovín nameral vyššie hodnoty (23,5) v prípade sledovanej skupiny bravcov. Priemerná hodnota u kancov sa pohybovala na úrovni 23,0 ale rozdiely medzi skupinami neboli štatisticky významné. Jaturasitha et al. (2006) zaznamenal najvyššie priemerné hodnoty u kancov (21,7), nasledovali prasničky (21,5) a bravce s hodnotami 21,3. Vyšší obsah bielkovín u prasničiek (23,72) v porovnaní s bravcami (23,33) zaznamenal aj Lertpatarakomol et al. (2019). Podiel intramuskulárneho tuku v MLT bol najnižší v skupine prasničiek 1,46 % v porovnaní s kancami kde sme zistili hodnotu 1,65 % a najvyšší podiel tuku sme zistili v svalovine bravcov na úrovni 2,02 %. Trefan et al. (2013) skúmal vplyv pohlavia na hodnoty intramuskulárneho tuku pričom kastované jedince sa vyznačovali vyššími hodnotami intramuskulárneho tuku (2,55 %) v porovnaní s nekastovanými jedincami (2,12 %). Hodnota intramuskulárneho tuku u prasničiek sa pohybovala na úrovni 2,35%. Štatisticky vysoko významný rozdiel v hodnotách intramuskulárneho tuku zaznamenal Aluwé et al. (2022) v prospech bravcov (2,53 %) pričom u kancov nameral hodnotu 1,63%. Daza et al. (2016) naopak nezistil žiadne preukazné rozdiely v hodnotách intramuskulárneho tuku u kastovaných jedincov v porovnaní s kancami a prasničkami. Najnižšie hodnoty intramuskulárneho tuku zaznamenal Backus (2016) u prasničiek (1,37 %), u bravcov 1,54 % a u kancov 1,45 %. U nekastovaných samcov ošípaných sa hodnoty intramuskulárneho tuku (1,63 %) pohybovali na nižšej úrovni aj v prípade experimentu Broeke et al. (2022). Mäso bravcov sa vyznačovalo priemernou hodnotou 2,53%. Uvedené výsledky v prípade úrovne intramuskulárneho tuku vo svojich výskumných prácach potvrdili aj Jaturasitha et al. (2006), Grela et al. (2013) a Kress et al. (2019). Elsbernd et al. (2016) nezaznamenal medzi kastovanými jedincami, bravcami a prasnicami vo vybraných ukazovateľoch kvality bravčového mäsa žiadny štatisticky preukazný rozdiel. Obsah cholesterolu v prične pruhovanej svalovine MLT bol najvyšší v skupine prasničiek $0,27 \text{ g.kg}^{-1}$ v porovnaní so skupinou kancov kde sme zistili hodnotu na úrovni $0,25 \text{ g.kg}^{-1}$ a v skupine bravcov sme zaznamenali najnižšiu hodnotu popisovaného ukazovateľa na úrovni $0,21 \text{ g.kg}^{-1}$. K iným záverom vo svojom experimente dospel Nevrkla et al. (2021) ktorý zaznamenal v skupine prasničiek nižšie hodnoty cholesterolu (61,69 mg/g) v porovnaní s bravcami (68,07 mg/g). Bahelka et al. (2016) zistil najvyšší obsah cholesterolu v skupine kastovaných jedincov ($0,41 \text{ g.kg}^{-1}$). V prípade prasničiek sa priemerná hodnota cholesterolu pohybovala na úrovni $0,33 \text{ g.kg}^{-1}$. Najnižšiu hodnotu cholesterolu bola zaznamenaná v prípade kancov ($0,31 \text{ g.kg}^{-1}$).

Tab.: Porovnanie chem. zloženia bravčového mäsa podľa pohlavia vo výkrme ošípaných
Tab.: Comparison of the chemical composition of pork meat by sex in fattening pigs

Trait	boars		barrows		gilts	
	n = 8		n = 8		n = 8	
	$\bar{y}$	s	$\bar{y}$	s	$\bar{y}$	s
Total water, %	75,121	0,487	74,869	0,740	75,209	0,434
Protein, %	23,633	0,536	23,395	0,391	23,443	0,364
Intramuscular fat, %	1,651	0,561	2,023 a	0,762	1,463b	0,364
Cholesterol, g.kg-1	0,248	0,039	0,209	0,149	0,273	0,051
Saturated fatty acids (g.100g-1 FAME)	38,768	0,648	39,363	1,734	39,155	0,726
Monounsaturated fatty acids (g.100g-1 FAME)	54,679	0,731	54,410	1,092	54,160	1,777
Polyunsaturated fatty acids (g.100g-1 FAME)	7,435 a	1,357	7,980 a	1,323	9,753 b	2,815
ω 3 polyunsaturated fatty acids (g.100g-1 FAME)	0,520	0,053	0,564	0,062	0,553	0,078
ω 6 polyunsaturated fatty acids (g.100g-1 FAME)	6,875 a	1,250	7,459 a	1,712	9,544 b	3,210

4 Záver

Kance mali nižší obsah intramuskulárneho tuku (IMF) v porovnaní s vykrmovanými bravcami pričom prasničky mali najnižší obsah IMF v prične pruhovanej svalovine MLT. Masné kyseliny v MLT nevykazovali významné rozdiely medzi pohlaviami s výnimkou polynenasýtených mastných kyselín kde sme zistili štatisticky významné rozdiely medzi kancami a prasničkami a taktiež bravcami a prasničkami pričom najvyššiu hodnotu sme zistili práve v skupine prasničiek. Preukazné rozdiely sme zaznamenali aj v skupine Ω 6 polynenasýtených mastných kyselín medzi rovnakými skupinami ako v ukazovateli polynenasýtených mastných kyselín pričom najvyššia hodnota bola zistená znovu pri prasničkách. Na základe nízkeho počtu sledovaných jedincov si štúdia vyžaduje ďalšie pozorovania.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

- ALUWÉ, Marijke et al. 2022. Consumer evaluation of meat quality from barrows, immunocastrates and boars in six countries. In *Animal*, vol.16, no. 3, pp. 1-5. ISSN 1751-7311.
- BACKUS, Gé. 2016. Quality of boars, barrows and gilts. In *Fleischwirtschaft international*, vol. 20, no. 6, pp. 14-16. ISSN 0179-2415.

BAHELKA, Ivan et al. 2016. Amino and fatty acids profile, and chemical composition of muscle and backfat in entire male, surgically castrated and female pigs. In *Research in pig breeding*, vol. 10, no. 1, p. 1-5. ISSN 1802-7547.

BROEKE VAN DEN, Alice et al. 2022. Effect of dietary energy level in finishing phase on performance, carcass and meat quality in immunocastrates and barrows in comparison with gilts and entire male pigs. In *Animal*, vol. 16, no. 1, pp. 1-13. ISSN 1751-7311.

DAZA, Argimiro et al. 2016. The effects of male and female immunocastration on growth performances and carcass and meat quality of pigs intended for dry-cured ham production: A preliminary study. In *Livestock Science*, vol. 190, no. 2016, pp. 20-26. ISSN 1871-1413.

ELSBERND, Amanda et al. 2016. A comparison of the quality of fresh and frozen pork from immunologically castrated males versus gilts, physical castrates, and entire males. In *Meat Science*, vol. 111, no. 2016, pp. 110-115. ISSN 0309-1740.

GRELA, 2013. Performance, pork quality and fatty acid composition of entire males, surgically castrated or immunocastrated males, and female pigs reared under organic system. In *Polish Journal of Veterinary Sciences*, vol. 16, no. 1, 2013, pp.107–114. ISSN 1505-1773.

JATURASITHA, Sanchai et al. 2006. The Effect of Gender of Finishing Pigs Slaughtered at 110 Kilograms on Performance, and Carcass and Meat Quality. In *ScienceAsia*, vol. 32 no. 2006, pp. 297-305. ISSN 1513-1874.

KRESS, Kevin et al. 2019. Sustainability of Pork Production with Immunocastration in Europe. In *Sustainability*, vol. 11, no. 12, pp. 3335. ISSN 2071-1050.

LERTPATARAKOMOL, Rachakris et al. 2019. Carcass characteristics and meat quality of purebred Pakchong 5 and crossbred pigs sired by Pakchong 5 or Duroc boar. In *Asian-Australas Journal of Animal Science*, vol. 32, no. 4, pp. 585–591. ISSN 1011-2367.

NEVRKLA, Pavel. The Indigenous Prestice Black-Pied Pig Breed Differs from a Commercial Hybrid in Growth Intensity, Carcass Value and Meat Quality. In *Agriculture*, vol. 11, no. 4, p. 331. ISSN 2077-0472.

TREFAN, Laszlo et al. 2013. Metaanalýza účinkov pohlavia v kombinácii s jatočnou hmotnosťou a plemenom na kvalitu bravčového mäsa. In *Journal of Animal Science*, vol. 91, no. 3, pp. 1480-1492. ISSN 0021-8812.

Korešpondenčná adresa: Ondřej Bučko, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Ondrej.Bucko@uniag.sk, ORCID: 0000-0001-6942-511X

MOŽNOSTI GENETICKÉHO HODNOTENIA PARKÚROVÝCH SÚŤAŽÍ KONÍ NA SLOVENSKU

Possibilities of Genetic Evaluation of Horse Jumping Competitions in Slovakia

Juraj Candrák, Katarína Dočkalová, Martina Miluchová, Michal Gábor, Nina Moravčíková, Radovan Kasarda

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Ústav výživy a genetiky

Cieľom práce bolo odhadnúť a porovnať plemenné hodnoty pre športovú činnosť parkúrových koní v Slovenskej republike na základe pôvodných a transformovaných výsledkov parkúrových súťaží vybratej skupiny teplokrvných koní. Vybratú skupinu teplokrvných koní tvorili kone u ktorých bolo uskutočnené genotypovanie na základe genomických testov na princípe SNP panelov s vysokou hustotou (high-density Equine SNP panels). Bol použitý GGP Equine70k chip (71,947 SNPs). Výsledky jednoznačne potvrdili, že aj vo vybratej (špecifickej) skupine koní sú odhadované plemenné hodnoty koní, uskutočnené na základe transformovaných výsledkov parkúrových súťaží, presnejšie a spoľahlivejšie, ako to je pri plemenných hodnotách odhadnutých z pôvodných výsledkov parkúrových súťaží.

Kľúčové slová: kone, parkúrové súťaže, normalizácia výsledkov, genetické hodnotenie

1 Úvod a prehľad literatúry

Šľachtenie koní si vyžaduje dlhšie časové obdobie pre jeho dlhý generačný interval. V súčasnosti sa okrem klasických metód šľachtenia dostávajú do popredia moderné metódy využívajúce odhady plemenných hodnôt, metódy vyplývajúce z genotypovania zvierat a využívanie nových bio-molekulárnych nástrojov pre dosiahnutie a upevnenie vybraných geneticky hodnotných vlastností.

Schröder (2010) uvádza, že kôň má dlhý generačný interval a preto zrealizovanie genetického pokroku si vyžaduje dlhšie časové rozpätie. Uvádza, že práve pre dlhý generačný interval u koní má aplikácia genetických markerov v selekčných systémoch pre zlepšenie fyzickej výkonnosti veľký význam.

Z hľadiska tradičných chovateľských a šľachtiteľských prístupov je u parkúrových koní dôležité zohľadniť ich vek a následne prispôbiť výcvik. Prvé preteky môže absolvovať v štyroch rokoch po dokončení základného jazdeckého výcviku. Pri skokovom tréningu je dôležité sa zamerať hlavne na prijazdenosť, podsadenie, správny atletický rozvoj, rýchlosť a reakcia končatín koňa (Dušek et al., 2011).

Podľa Hala et al. (2015) rozdeľujeme skokové súťaže na:

- klasické súťaže - tieto súťaže majú predpísanú výšku a šírku prekážok, stanovený časový limit podľa nameranej dĺžky dráhy a určený počet prekážok,
- netradičné súťaže - sem patria súťaže ako napríklad, hodnotenie štýlu jazdca, koňa, skok mohutnosti, bariérové skákanie, honebné skákanie, pohár národov, súťaž do prvej chyby, so stupňovanou náročnosťou, minútové skákanie, voľba dráhy, prekážok.

Pri analýzach výsledkov skokových súťaží koní sa často konštatuje, že analyzované údaje nemajú normálne rozdelenie. Preto je potrebné vykonať transformáciu údajov, ktorá vedie k stabilizácii rozptylu a symetrickému rozdeleniu. Po detailnejšej analýze asymetrického rozdelenia (pozitívne alebo negatívne asymetrické rozdelenie) je možné uplatniť základné metódy transformácie údajov ako sú logaritmus, dekadický logaritmus, druhá mocnina, druhá odmocnina, inverzia (Osborne, 2002).

V programových balíkoch SAS sú dostupné všeobecné metódy transformácie analyzovaných údajov na normálne distribuované dáta, sú to napr. (Blom formula, Tukey formula, van der Waerden formula). Uvedenú analýzu vstupných dát a následnú transformáciu na normálne skóre realizovali vo svojich prácach mnohí autori.

2 Materiál a metódy

2.1 Základný materiál

Základný materiál tvorili individuálne výsledky parkúrového skákania vybratej skupiny hodnotených koní za roky 2017 – 2020 a výkonnostné rebríčky koní a jazdcov za rovnaké časové obdobie, ktoré boli použité ako doplnkové ukazovatele zohľadňujúce hlavné znaky. Celkovo bolo hodnotených 2646 individuálnych súťaží 96-tich genotypovaných koní. Pri hodnotených koňoch boli zhromaždené všetky dostupné rodokmeňové a identifikačné údaje.

2.2 Hodnotené ukazovatele parkúrových súťaží

- umiestnenie koňa na pretekoch - Umiestnenie, počet trestných bodov - Trestné body,
- transformované umiestnenie koňa na pretekoch Umiestnenie - (T), transformovaný počet trestných bodov - Trestné body (T),

2.3 Vlastná metodika

Vlastnú metodiku tvorila základná popisná štatistika, distribučná analýza hodnotených ukazovateľov, uskutočnenie transformácie údajov a samotný odhad plemenných hodnôt pôvodných a transformovaných údajov. Modelové rovnice, použité pri odhade plemenných hodnôt:

$$Y_{ijklm} = \mu + PR_i + SV_j + RR_k + A_l + GEN_m + E_{ijklm}, \quad [1]$$

kde Y_{ijklm} = hodnotené ukazovatele, PR_i = pevný efekt parkúr – rok, SV_j = pevný efekt pohlavie – vek, RR_k = pevný efekt jazdec – rok, A_l = náhodný efekt zvieraťa, GEN_m = efekt genomickej informácie, E_{ijklm} = reziduálny efekt. V rámci náhodného efektu zvieraťa boli zohľadnené všetky dostupné rodokmeňové informácie.

Druhá modelová rovnica bola identická ako rovnica [1], iba pri efekte jazdca bola zohľadnená hodnota výkonnostného rebríčka jazdca a pri efekte koňa bola zohľadnená hodnota výkonnostného rebríčka koňa.

3 Výsledky a diskusia

3.1 Popisná štatistika a distribučná analýza

V tabuľke 1 uvádzame základné popisné charakteristiky individuálnych súťaží hodnotených koní v parkúrovom skákaní za obdobie rokov 2017-2019.

Tab. 1 Popisné charakteristiky analyzovaných údajov

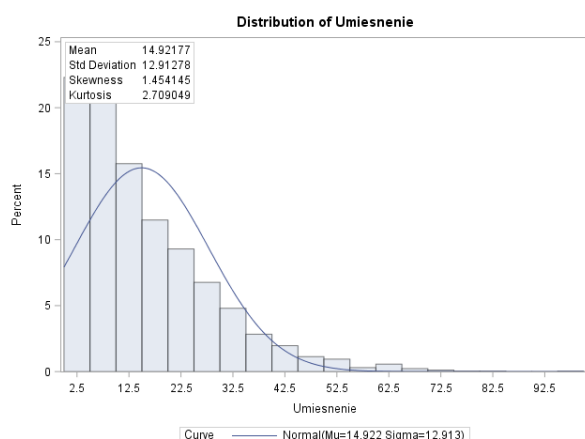
Ukazovateľ	priemer	s _x	minimum	maximum	počet
Umiestnenie	14.92	12.91	1.00	99.00	2646
Trestné body	4.57	10.36	0.00	75.00	
Umiestnenie (T)	-0.00	0.99	-1.89	3.50	
Trestné body (T)	0.00	0.90	-0.78	3.06	

Podobné výsledky publikovala Brcková (2019) na podstatne väčšej skupine koní (19102 individuálnych súťaží koní, roky 2017 - 2018, celoslovenské výsledky), čo znamená, že naša menšia vzorka je porovnateľná so základným súborom údajov.

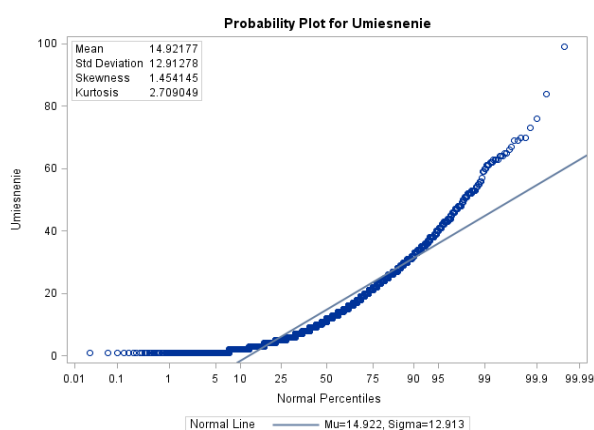
Z dôvodu predpokladaného porušenia normality ukazovateľov parkúrového skákania koní sme uskutočnili pomerne detailnú distribučnú analýzu týchto dvoch ukazovateľov. Ďalším dôvodom jej použitia bolo to že, následné zohľadnenie genomických informácií pri odhade plemenných hodnôt koní je veľmi citlivé na porušenie normality údajov. Pre porovnanie sme uskutočnili aj distribučnú analýzu výsledkov výkonnostného rebríčka koní a jazdcov.

V obrázkoch 1 a 2 uvádzame grafické znázornenie uskutočnenej distribučnej analýzy umiestnenia koňa na pretekoch.

Obr.1 Rozdelenie početnosti (poradie)



Obr.2 Graf pravdepodobnosti (poradie)

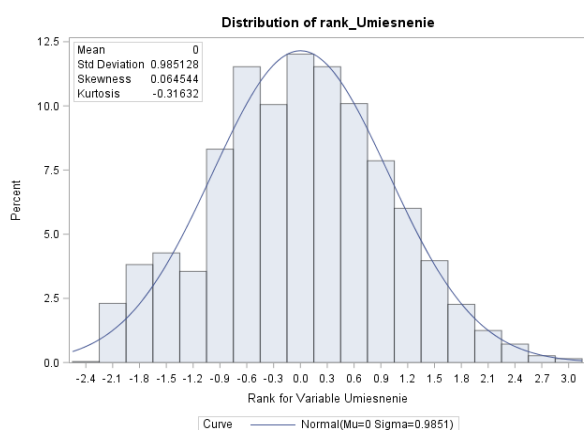


Grafické znázornenia a aj uskutočnené testy normality jednoznačne poukazujú na narušenie normality umiestnenia koňa na pretekoch. Rovnaký výsledok porušenia normality bol dosiahnutý aj pri ukazovateli tresné body a tak isto aj pri distribučnej analýze výkonnostných rebríčkov koní a jazdcov. K rovnakým záverom dospeli Zurovacová (2009) a Schubertová, Candrák (2014) pri analýzach parkúrových súťaží v Slovenskej republike. Na základe našich uvedených výsledkov sme preto uskutočnili odporúčanú logaritmickú transformáciu pôvodných údajov.

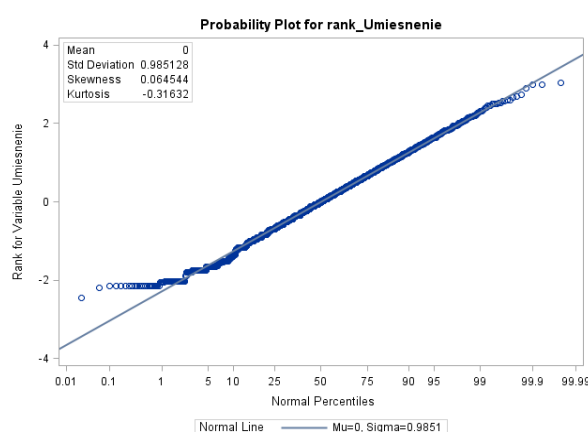
3.2 Transformácia údajov

V obrázkoch 3 a 4 uvádzame grafické znázornenie uskutočnenej distribučnej analýzy transformovaného umiestnenia koňa na pretekoch.

Obr.3 Rozdelenie početnosti (transformácia)



Obr.4 Graf pravdepodobnosti (transformácia)



Transformované umiestnenie koňa na pretekoch už spĺňa pomerne dobre (aj keď nie ideálne) podmienku zachovania normality. V prípade trestných bodov, ale ani transformácia nepomohla dosiahnuť želaný stav. Tresné body preto neodporúčame používať v následných analýzach pri odhade plemenných hodnôt koní v parkúrovom skákaní. Naopak transformácia výkonnostných rebríčkov koní a jazdcov bola skoro ideálna a preto v tomto prípade odporúčame pri zohľadňovaní týchto rebríčkov (ako doplnkových znakov) využívať transformovanú formu.

3.3 Odhad plemenných hodnôt

Na základe modelovej rovnice boli, na porovnanie presnosti, odhadnuté plemenné hodnoty pre obe formy umiestnenia koňa na pretekoch (pôvodná a transformovaná). Výsledky a spoľahlivosť odhadu plemenných hodnôt potvrdili, že transformované poradie koňa na pretekoch dosahuje vyššiu spoľahlivosť odhadu a analýzy. V tabuľke 2 uvádzame výsledky vplyvu efektov na transformované umiestnenie koňa.

Tab. 2 Vplyv jednotlivých efektov pri odhade plemenných hodnôt (transformované poradie)

Efekty	df	SS	MS	F test	Pr > F
ROK	3	2.6856297	0.8952099	1.15	0.3268
Výška	14	64.8935118	4.6352508	5.96	<.0001
Pohlavie	2	14.4298073	7.2149037	9.28	<.0001
Jazdec	53	163.6685481	3.3401745	4.30	<.0001
Vek	1	0.2575885	0.2575885	0.33	0.5649
SNP	1	129.6547182	129.6547182	166.84	<.0001

Pri spoľahlivosti uvedeného modelu odhadnutých plemenných hodnôt koní pre transformované umiestnenie bolo na základe informačnej hodnoty (AIC) modelov zistené jej zvýšenie oproti odhadu plemenných hodnôt pôvodného umiestnenia o približne 10 %. Akaikeho informačné kritérium (AIC) dosiahlo nižšie hodnoty pri transformovaných údajoch.

4 Záver

Výsledky práce a analýz potvrdili, že odhad plemenných hodnôt pre športovú činnosť parkúrových koní v Slovenskej republike je spoľahlivejší na základe transformovaných výsledkov umiestnenia parkúrových súťaží teplokrvných koní v Slovenskej republike aj na skupine genotypovaných zvierat.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

ARNASON, T. – VAN VLECK, L. D. 2000. Genetic Improvement of the Horse. In The Genetics of the Horse. New York: CABI Publishing, 2000. 527 s. ISBN 0 85199 429 6.

DUCRO, Bart. 2011. Relevance of test information in horse breeding: Thesis. Wageningen: Wageningen University, 2011. 170 p.

DUŠEK, J. et al. 2001. Chov koní. Praha: Brázda, 2001, 352 s., ISBN 80-209-0282-1.

HALO, M. – MLYNEKOVÁ, E. – GÁLIK, B. 2015. Chov koní. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 172 s. ISBN 978-80-552-1438-2

JISKROVÁ, I. 2009. Využití odhadu plemenné hodnoty metodou BLUP Animal Model ve šlechtění českého teplokrevníka. In Acta fytotechnica et zootechnica, roč. 12, 2009, mimoriadne číslo 2009, s. 149-152.

OSBORNE, J. W. 2002. Notes on the use of data transformations. In Practical Assessment, Research & Evaluation [online], vol. 8, no. 6, [cit. 2023-02-20]. Dostupné na internete <http://pareonline.net/getvn.asp?v=8&n=6>

SCHRÖDER, Wiebke. 2010. Athletic performance and conformation in Hanoverian warmblood horses - population genetic and genome-wide association analyses: Thesis. Hannover: University of Veterinary Medicine Hannover, 2010. 203 p.

SCHUBERTOVIÁ, Z. – CANDRÁK, J. 2014. Genetické hodnotenie parkúrových koní v Slovenskej republike. Nitra: SPU, ISBN 978-80-552-1289-0

ZUROVACOVÁ, B. 2005. Odhad plemenných hodnôt parkúrových koní na Slovensku metódou BLUP – Animal model: diplomová práca. Nitra: SPU, 2005. 67 s.

Korešpondenčná adresa: Juraj Candrák, SPU v Nitre, FAPZ, Ústav výživy a genomiky, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Juraj.Candrak@uniag.sk, ORCID 0000-0002-5689-3536.

VPLYV NÁHLEJ ZMENY KŮRMNEJ DÁVKY NA TEPLITU BACHOROVÉHO PROSTREDIA A PITNÝ REŽIM DOJNÍC

The effect of a sudden change of feeding on the temperature of the rumen environment and the drinking regime of dairy cows

Ondrej Hanušovský, Daniel Bíro, Milan Šimko, Miroslav Juráček, Branislav Gálik, Michal Rolínek, Mária Kalúzová, Stanislava Drotárová, Mária Kapusniaková
Ústav výživy a genómiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra

Cieľom tohto experimentu bolo zistiť vplyv náhlej zmeny kŮrmnej dávky na teplotu bachorového prostredia a pitný režim dojníc pomocou kontinuálneho monitoringu bachorového prostredia bolusmi. Celkovo 7 dojníc Holštajnského plemena malo orálnou cestou aplikovaný bolus (eCow Devon, Ltd., Veľká Británia) s možnosťou monitoringu teploty bachorového prostredia každých 15 minút s presnosťou ± 0.1 . Pre účely porovnávania vplyvu zmeny kŮrmenia bolo vybrané obdobie 3 dní na začiatku laktácie a následne 3 dni na vrchole laktácie, kde došlo k zmene príjmu sušiny, energie, dusíkatých látok, neutrálne detergentnej vlákniny a škrobu. Základná popisná štatistika bola vyhodnotená pomocou jednosmernej ANOVY (priemerná teplota bachorového prostredia) a štatistické rozdiely medzi hodinami boli porovnávané post-hoc Tukey Testom ($p < 0.05$) a T-testom nezávislých hodnôt (porovnanie zmeny kŮrmenia). Zmena v zložení kŮrmnej dávky pre dojnice, sa prejavila v štatisticky preukaznom rozdieli v teplote bachorového prostredia za celý deň ako aj v priebehu dňa. Rovnako došlo aj k zmene príjmu vody, kde náhla zmena kŮrmnej dávky štatisticky preukazne znížila frekvenciu príjmu vody ako aj celkovú početnosť príjmu vody.

Kľúčové slová: kontinuálny monitoring, teplota bachora, príjem vody, zmena kŮrmenia

1 Úvod a prehľad literatúry

Telesná teplota u dojníc sa často meria prostredníctvom rektálnej teploty Burfiend (2010). Avšak, táto metóda však vyžaduje pravidelnú manipuláciu a má praktické obmedzenia (Rose-Dye, et al. 2011). Okrem toho môže dôjsť k prehliadnutiu výkyvov teploty v dôsledku odstupu jednotlivých meraní (Buckham Sporer, 2008). Bolusy na meranie teploty v bachore sú novou technológiou, ktorá umožňuje nepretržité neinvazívne monitorovanie (Timsit et al., 2011; Rutherford et al., 2019). Komerčne sa využívajú na viaceré účely vrátane zisťovania zlého zdravotného stavu, ruje a začiatku pôrodu (Cooper-Prado et al., 2011; Costa et al., 2016; Timsit et al., 2011). V bachore vzniká teplo v dôsledku fermentácie a aktivity mikrobiómu (Bewley et al., 2008). V dôsledku toho sa uvádza, že teplota v bachore zostáva o 0.57°C vyššia ako rektálna teplota (Timsit et al., 2011). V dôsledku stravy sa však dajú očakávať rozdiely v teplote bachora. Koncentráty sú ľahko fermentovateľné (Kleen et al., 2003), a preto by ich vysoký podiel v strave mohol viesť k zvýšenej produkcii tepla v porovnaní so stravou založenou na krmive. Viacero prác skúmalo vplyv príjmu vody na teplotu bachora a uvádza sa, že spôsobuje jej rýchly pokles. Jeho rozsah a trvanie závisí najmä od teploty a objemu skonsumovanej vody (Bewley et al., 2008; Cantor et al., 2018). Cieľom tohto experimentu bolo zistiť vplyv náhlej zmeny kŮrmnej dávky na teplotu bachorového prostredia a pitný režim dojníc pomocou kontinuálneho monitoringu bachorového prostredia bolusmi.

2 Materiál a metódy

Experiment bol realizovaný v spolupráci s Vysokoškolským poľnohospodárskym podnikom Kolíňany, farma Oponice. Dohromady 7 dojníc Holštajnského plemena v priemernom veku 42 mesiacov. Krmná dávka bola pokladaná na krmný stôl. Pre 20 dojníc boli k dispozícii 2 napájačky v každej sekcii. Dojnice boli kŕmené raz denne zmiešaninovou krmnou dávkou *ad libitum* medzi 4:00 a 5:00. Krmné dávky boli zložené z kukuričnej siláže, lucernovej siláže, krmnej zmesi, vlhkého miaganého kukuričného zrna, bavlníkového semena a slamy. Po zmene krmnej dávky došlo k zvýšeniu koncentrácie sušiny o 8.64 kg, zvýšeniu príjmu energie o 55,39 MJ NEL a škrobu o 4,97 % bodov, zníženiu koncentrácie dusíkatých látok o 0,7 % bodov a neutrálne detergentnej vlákniny o 1,5 % bodov. Každá dojnica mala orálnou cestou implementovaný bolus pomocou špeciálneho aplikátora. Teploty bachora boli zaznamenávané každých 15 minút (96 údajov za dojnicu denne) s presnosťou ± 0.1 . Použité bolusy (eCow Devon, Ltd., Veľká Británia) sú charakteristické malými rozmermi (135 x 27 mm) a nízkou hmotnosťou 207 g. Základná popisná štatistika bola vyhodnotená pomocou jednosmernej ANOVY (priemerná teplota bachorového prostredia) a štatistické rozdiely medzi hodinami boli porovnávané post-hoc Tukey Testom ($p < 0,05$) a T-testom nezávislých hodnôt (porovnanie zmeny kŕmenia).

3 Výsledky a diskusia

Vplyv zmeny krmnej dávky na teploty bachorového prostredia a pitný režim dojníc je uvedený v tabuľke 1. Na základe frekvenčnej analýzy je zrejmé, že presun dojníc do skupiny na vrchol laktácie, mal vplyv na príjem vody. V tomto prípade frekvencia príjmu vody po porovnaní 3 posledných krmných dní na začiatku laktácie a 3 prvých dní na vrchole laktácie poklesla o 27 prípadov. Aj naprej zníženej frekvencii príjmu vody na vrchole laktácie ($10,08 \pm 3.03$ denne) sme nezaznamenali štatisticky preukazný rozdiel ($p = 0,124$) v porovnaní so začiatkom laktácie ($12,33 \pm 3,83$ denne). Frekvenciu príjmu vody vo svojich prácach vyhodnocovali Na druhej strane sme však zistili, štatisticky preukazne vyššiu teplotu na vrchole laktácie v porovnaní so začiatkom laktácie. Okrem toho, sme po zmene kŕmenia zaznamenali štatisticky preukazne rozdielny priebeh teplôt bachorového obsahu počas dňa ($p < 0,05$). Konkrétne išlo nultú hodinu, šrtú hodinu, šiestu, dvanásť, štrnásť, päťtnásť, deväťtnásť, dvadsiatu druhú a dvadsiatu tretiu hodinu. Z pohľadu vývoja teploty počas dňa, sme pred zmenou kŕmenia zaznamenali najvyššiu teplotu bachorového prostredia ráno pred nakŕmením o 2:00 a po prechode na krmnú dávku na vrchole laktácie o 0:00. Súvisí to s nižšou frekvenciou príjmu vody v nočných hodinách. Na druhej strane, najnižšie namerané priemerné hodnoty teploty bachorového prostredia sme zistili o 13:00 po zmene kŕmenia a 14:00 pred zmenou kŕmenia. Vyššie minimálne a maximálne priemerné hodnoty teploty bachorového prostredia boli pozorované po náhlej zmene krmnej dávky. Teploty medzi 38 a 40 °C sú optimálne pre bachorovú mikrobiálnu fermentáciu. Vrchol mikrobiálnej fermentácie nastáva po kŕmení a bachorová teplota môže stúpnuť až na 41 °C (Dehority, 2004). Teplota bachora súvisí s režimom dojníc, ako je príjem vody, kŕmenie a dojenie (Ammer et al., 2016). Je dôležité poznamenať, že normálna telesná teplota dojníc je v rozmedzí od 38,0 do 39,17 °C. Preto sú dojnice s teplotou tela presahujúcou 39,1 °C definované ako febrilné alebo abnormálne (Divers a Peek, 2008). Gasteiner et al. (2009) pozorovali v experimente priemerné hodnoty bachora od $38,12 \pm 0,80$ °C do $38,55 \pm 0,83$ °C. Na druhej strane Bodas (2014) zistili teplotu bachora od 34,57 °C do 39,78 °C s priemerom 38,77 °C. Bewley et al. (2008) pozorovali dramatický pokles teploty bachora o $9,2 \pm 0,2$ °C po príjme studenej vody. Gasteiner et al (2009) zistili vo svojom experimente priemernú teplotu bachora od $38,12 \pm 0,80$ °C do $38,55 \pm 0,83$ °C. Následne, Ammer et al. (2016) vo svojom výskume zistili priemerný priemer teploty bachora 38,5 °C v rozmedzí od 36,9 °C do 41.5°C. Podobne ako v našom výskume, najvyššia teplota bachora

bola v ranných hodinách (38,8 – 38,9 °C), po ktorých nasledovali večerné hodiny (38,4 – 38,8 °C) a na poludnie (38,2 – 38,5 °C) (Ammer et al., 2016).

Tabuľka 1 Priemerná teplota bachorového prostredia a frekvencia príjmu vody počas dňa u dojnic pred zmenou a po zmene kŕmnej dávky.

H	Začiatok laktácie					Vrchol laktácie				
	FPV	$\bar{x}$	SD	Min	Max	FPV	$\bar{x}$	SD	Min	Max
0	2	39.13 ^{Aacd}	0.79	35.20	39.90	0	39.77 ^{Ba}	0.30	39.10	40.30
1	3	39.03 ^{abcde}	1.15	35.50	40.40	5	39.37 ^{abc}	1.11	35.90	40.50
2	0	39.59 ^c	0.56	38.50	40.60	1	39.50 ^{ab}	0.88	35.80	40.70
3	3	39.45 ^{cd}	0.84	36.10	40.30	3	39.50 ^{ab}	0.80	36.70	40.70
4	0	39.58 ^{Ac}	0.46	38.60	40.20	10	38.93 ^{Babcefg}	0.97	35.90	40.10
5	9	39.08 ^{acde}	1.33	33.00	40.10	9	38.84 ^{bcefg}	1.19	34.50	40.20
6	18	37.84 ^{Afgh}	1.44	34.10	40.00	5	38.51 ^{Bdefgh}	1.43	34.60	40.20
7	3	38.42 ^{abefgij}	1.00	35.80	40.60	4	38.00 ^d	1.28	32.50	39.70
8	4	39.11 ^{acd}	0.95	35.30	41.30	3	39.05 ^{abcefh}	0.74	36.80	40.10
9	4	38.95 ^{abcdef}	1.27	34.70	40.60	7	39.11 ^{abcefh}	1.10	35.00	40.20
10	13	37.97 ^{ghij}	1.58	34.00	40.70	5	38.26 ^{deg}	1.59	32.70	40.10
11	4	38.56 ^{abdefgij}	1.29	33.20	40.60	3	38.85 ^{bcefg}	1.29	32.90	40.20
12	9	38.22 ^{Abefghij}	1.59	32.50	39.80	4	38.93 ^{Babcefg}	1.13	35.30	40.10
13	5	38.03 ^{fghij}	1.08	35.70	39.50	12	38.04 ^d	1.39	34.10	40.10
14	8	37.48 ^{Ah}	1.71	32.20	39.40	3	38.51 ^{Bcefg}	1.18	34.90	40.20
15	0	38.70 ^{Aabcdefij}	0.84	35.30	39.60	3	39.12 ^{Babcfh}	0.89	36.20	40.40
16	5	38.98 ^{abcde}	1.02	35.30	39.80	7	38.94 ^{abcefg}	1.50	33.40	40.80
17	4	38.84 ^{abcdej}	1.39	35.30	40.30	3	39.15 ^{abch}	1.21	36.20	40.80
18	11	38.25 ^{abefghij}	1.83	32.90	40.30	10	38.48 ^{defgh}	1.01	36.20	40.10
19	13	37.77 ^{Agh}	1.19	35.10	39.80	8	38.52 ^{Bcefg}	1.24	35.90	40.20
20	12	37.82 ^{fgh}	1.28	33.40	40.10	7	38.18 ^{dg}	1.40	33.10	40.30
21	6	38.18 ^{befghij}	0.96	35.40	39.40	6	38.27 ^{defg}	1.62	33.20	40.70
22	10	37.98 ^{Afghij}	1.43	33.50	39.70	3	38.84 ^{Bbcefg}	1.08	34.70	40.90
23	2	38.89 ^{Aabcde}	0.73	35.60	39.80	0	39.51 ^{Bab}	0.61	36.90	40.50
C	148	38.57 ^A	1.34	32.20	41.30	121	38.84 ^B	1.25	32.50	40.90

skratky: H – hodina, FPV – frekvencia príjmu vody, $\bar{x}$ – priemer, SD – smerdajná odchýlka, min – minimálna hodnota, max – maximálna hodnota, C – celkovo. Rozdielne písmená v superskriptoch indikujú štatisticky preukazné rozdiely (Tukey test, $p < 0,05$) medzi hodinami (malé písmená) a medzi kŕmnymi dávkami (veľké písmená).

4 Záver

Náhla zmena v zložení kŕmnej dávky pre dojnice, sa prejavila v štatisticky preukaznom rozdieli v teplote bachorového prostredia za celý deň ako aj v priebehu dňa. Rovnako došlo aj k zmene príjmu vody, kde náhla zmena kŕmnej dávky štatisticky preukazne znížila frekvenciu príjmu vody ako aj celkovú početnosť príjmu vody.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

Ammer, S., Lambertz, C. and Gauly, M. (2016). Comparison of different measuring methods for body temperature in lactating cows under different climatic conditions. *In J Dairy Res*, 83,(2). 165–172. doi:10.1017/s0022029916000182

Bewley, J.M., Einstein, M.E., Grott, M.W. and Schutz, M.M. (2008). Comparison of Reticular and Rectal Core Body Temperatures in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci*, 91, 4661–4672. doi: 10.3168/jds.2007-0835.

Bewley, J.M., Grott, M.W., Einstein, M.E. and Schutz, M.M. (2008). Impact of Intake Water Temperatures on Reticular Temperatures of Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci*, 91, 3880–3887. doi: 10.3168/jds.2008-1159.

Bodas, R., Posado, R., Bartolomé, D. J., Tabernero de Paz, M. J., Herráiz, P., Rebollo, E. and García, J. J. (2014). Ruminant pH and temperature, papilla characteristics, and animal performance of fattening calves fed concentrate or maize silage-based diets. *In Chil. J. Agr. Res.*, 74, (3), 280-285. doi:10.4067/s0718- 58392014000300005.

Buckham Sporer, K.R., Weber, P.S.D., Burton, J.L., Earley, B., Crowe, M.A. (2008). Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress. *J. Anim. Sci.*, 86, 1325–1334. doi: 10.2527/jas.2007-0762.

Burfeind, O., Keyserlingk, M.A.G.V., Weary, D.M., Veira, D.M., and Heuwieser, W. (2010). Short communication: Repeatability of measures of rectal temperature in dairy cows. *In J Dairy Sci* 93, 624–627. doi: 10.3168/jds.2009-2689.

Cantor, M.C., Costa, J.B.G. and Bewley, J.M. (2018). Impact of Observed and Controlled Water Intake on Reticulorumen Temperature in Lactating Dairy Cattle. *Animals*. 2018, 8, 194. doi: 10.3390/ani8110194.

Cooper-Prado, M.J., Long, N.M., Wright, E.C., Goad, C.L. and Wettemann, R.P. (2011). Relationship of ruminal temperature with parturition and estrus of beef cows. *J. Anim. Sci*, 89, 1020–1027. doi: 10.2527/jas.2010-3434.

Costa, J.B.G., Ahola, J.K., Weller, Z.D., Peel, R.K., Whittier, J.C. and Barcellos, J.O.J. (2016). Reticulo-rumen temperature as a predictor of calving time in primiparous and parous Holstein females. *J Dairy Sci*, 99, 4839–4850. doi: 10.3168/jds.2014-9289.

Dehority, B. A. (2004). Cellulose digesting rumen bacteria. In: Dehority BA (ed) Rumen microbiology. Nottingham University Press, Nottingham, pp 177–208.

Divers, T.J. and Peek, S.F. (2008). Rebhun's Diseases of Dairy Cattle (2nd Ed.), Saunders

Elsevier, St. Louis, Missouri. ISBN 978-1-4160-3137-6

Gasteiner, J., Fallast, M., Rosenkranz, S., Hausler, J., Schneider, K. and Guggenberger, T. (2009). Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and wireless data transmitting unit and application under different feeding conditions. In: *Proc. Fourth Eur. Conf. Prec. Livestock Farming*, Wageningen, the Netherlands. 2009. pp. 127-133.

Kleen, J.L., Hooijer, G.A., Rehage, J. and Noordhuizen, J. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *J Vet Med Ser A Physiol Pathol Clin Med*, 50, 406–414. doi: 10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x.

Rose-Dye, T.K., Burciaga-Robles, L.O., Krehbiel, C.R., Step, D.L., Fulton, R.W., Confer, A.W. and Richards C.J. (2011). Rumen temperature change monitored with remote rumen

temperature boluses after challenges with bovine viral diarrhoea virus and Mannheimia haemolytica. *J Anim Sci*, 89, 1193–1200. doi: 10.2527/jas.2010-3051.

Rutherford, N.H., Lively, F.O. and Arnott, G. (2019). Evaluation of rumen temperature as a novel indicator of meat quality: Rumen temperature, and haematological indicators of stress during the pre-slaughter period as predictors of instrumental meat quality in bulls. *Meat Sci*, 158, 107913. doi: 10.1016/j.meatsci.2019.107913.

Timsit, E., Assié, S., Quiniou, R., Seegers, H. and Bareille, N. (2011). Early detection of bovine respiratory disease in young bulls using reticulo-rumen temperature boluses. *Vet. J.*, 190, 136–142. doi: 10.1016/j.tvjl.2010.09.012.

Korešpondenčná adresa: Ondrej Hanušovský, Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, e-mail: ondrej.hanusovsky@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9039-7467>

DLHODOBÝ VPLYV APLIKÁCIE BIOUHLIA NA EMISIE SKLENÍKOVÝCH PLYNOV (N₂O), FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ VLASTNOSTI PÔDY A ÚRODY **Long-term effect of biochar application on greenhouse gas (N₂O) emissions, physical and chemical properties of soil and yields**

Ján Horák¹, Dušan Igaz¹, Elena Aydin¹, Vladimír Šimanský²

¹Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU v Nitre, Slovensko

²Ústav agronomických vied, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre, Slovensko

Potenciál aplikácie biouhlia na zníženie emisií skleníkových plynov z pôd na celom svete je evidentný, avšak vplyv rôznych dávok dusíka na emisie oxidu dusného (N₂O) v pôdach po zapracovaní biouhlia si vyžaduje detailný výskum. Preto sme skúmali zmeny vlastností pôdy a emisie N₂O z pôd po aplikácii biouhlia (prvá aplikácia a reaplikácia), ktoré sú ovplyvnené rôznymi úrovňami N-hnojenia. V tejto štúdii bol skúmaný vplyv biouhlia (prvá aplikácia v roku 2014 a reaplikácia v roku 2018 v dávkach 0, 10 a 20 t ha⁻¹) v kombinácii s N-hnojivom (úrovne N0, N1 a N2) počas vegetačného obdobia kukurice v roku 2019 na: (1) emisie N₂O z pôdy, (2) fyzikálne vlastnosti pôdy (redukovaná objemová hmotnosť, hmotnostná vlhkosť pôdy, teplota pôdy) a (3) chemické vlastnosti pôdy (pH, pôdny organický uhlík, NH₄⁺ a NO₃). Výsledky ukázali, že aplikácia a opätovná reaplikácia biouhlia sa ukázala ako vynikajúci nástroj na zvýšenie pH pôdy (v rozmedzí 7–13 %), organického uhlíka v pôde – Corg (2–212 %) a zníženie NH₄⁺ v pôde (41 –69 %); avšak výraznejšie pozitívne účinky sa prejavili pri kombinácii biouhlia s N-hnojivom na vyššej úrovni (N2). Rovnaké účinky boli zistené aj v prípade emisií N₂O (zníženie v rozmedzí 33–83 %). Biouhlie aplikované bez N-hnojiva a v kombinácii s vyššou hladinou hnojiva malo tlmivý účinok na emisie N₂O. Biouhlie nemalo žiadny vplyv na úrodu kukurice v roku 2019.

Kľúčové slová: biouhlie, N-hnojenie, Luvisol, emisie N₂O, vlastnosti pôdy

1 Úvod a prehľad literatúry

Vzhľadom na fyzikálne a chemické vlastnosti biouhlia sa aplikácia biouhlia do pôdy považuje za potenciálnu stratégiu manažmentu na zlepšenie fyzikálnych a chemických vlastností pôdy na zvýšenie úrod poľných plodín a zníženie emisií skleníkových plynov z pôdy (Lehmann and Joseph, 2015). Potenciál aplikácie biouhlia na zníženie emisií skleníkových plynov z pôd na celom svete je evidentný, avšak vplyv rôznych úrovní aplikácie dusíka na emisie oxidu dusného (N₂O) v pôdach po zapracovaní biouhlia si vyžaduje detailnejší výskum. Zároveň existuje len málo poľných experimentov s meraniami po dobu dlhšiu ako 5 rokov. Preto sme v tejto štúdii skúmali vplyv aplikácie rôznych dávok biouhlia (prvotná aplikácia a reaplikácia po niekoľkých rokoch) na zmeny pôdnych vlastností a emisií N₂O, ktoré sú ovplyvnené rôznymi úrovňami N-hnojenia.

2 Materiál a metódy

2.1 Popis experimentálnej lokality

Poľný experiment bol založený na lokalite Dolná Malanta (Nitra) na Slovensku (súradnice 48°19'23" s. z. š.; 18°09'01" v. z. d.) v roku 2014. Lokalita sa nachádza v miernom klimatickom

pásme s priemernou ročnou teplotou vzduchu 9,8 °C a priemerným ročným úhrnom zrážok 539 mm (30-ročný klimatický normál, 1961 – 1990). Priemerná ročná teplota vzduchu počas skúmaného obdobia v roku 2019 bola 8,5 °C s ročným úhrnom zrážok 625,4 mm. Pôda na výskumnej lokalite Dolná Malanta je stredne ťažká (hlinitá) a pôdnym typom je hnedozem kultizemná (Tobiašová, Šimanský, 2009). Pred založením samotného poľného experimentu boli na danej lokalite uskutočnené odbery pôdných vzoriek (hĺbka pôdy 0–0,10 m) na zistenie iniciačných vlastností pôdy. Obsah pôdneho organického uhlíka bol 9,13 g.kg⁻¹ a priemerná hodnota pH pôdy bola 5,71.

2.2 Varianty poľného experimentu

Poľný experiment bol založený v roku 2014. Biouhlie bolo aplikované v marci (v roku 2014) v dávkach 0, 10 a 20 t.ha⁻¹ v kombinácii s tromi úrovňami dusíkatých priemyselných hnojív (N0, N1 a N2). Úroveň hnojenia N0 zahŕňa variant bez aplikácie N–hnojív. Úroveň N1 predstavuje dávku hnojiva vypočítanú podľa požiadaviek pestovaných plodín v danom roku stanovenú bilančnou metódou a úroveň N2 obsahuje o 50 % viac N–hnojív ako úroveň N1. V roku 2019 bolo na úrovni hnojenia N1 aplikovaných 108 kg N.ha⁻¹ a v prípade N2 to bolo 162 kg N.ha⁻¹ a použité hnojivo bol liadok amónny. Experiment zahŕňal 9 variantov v troch opakovaníach a usporiadaný bol do 27 pokusných plôch (4 m x 6 m) v náhodnom rozdelení blokov oddelených 0,5 m širokými ochrannými pásmi. Biouhlie bolo druhý krát aplikované (reaplikované) v apríli 2018 na polovici pôvodných pokusných plôch (4 x 3 m) v rovnakých dávkach ako v roku 2014 (0, 10 a 20 t.ha⁻¹). Osevný postup v roku 2019 zahŕňal pestovanie kukurice siatej (*Zea mays* L.). Biouhlie použité v tomto experimente bolo vyrobené z papierenského kalu a obilných pliev (v pomere 1:1, firma Sonnenerde, Rakúsko) procesom pyrolýzy pri teplote 550 °C počas 30 minút v reaktore Pyreg (Pyreg GmbH, Dörthe, Nemecko).

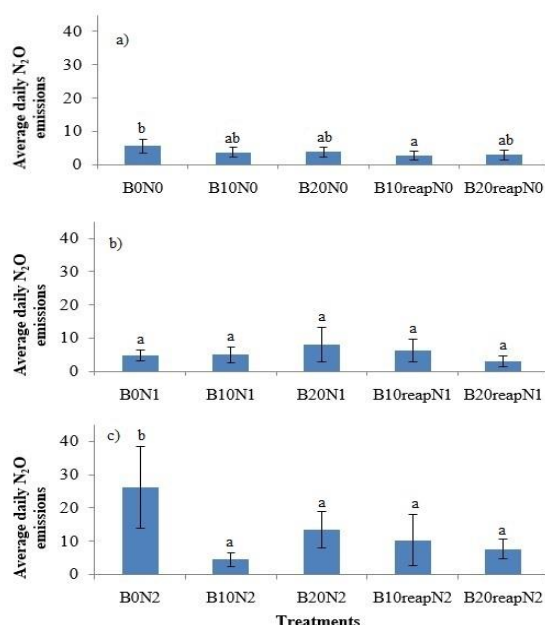
2.3 Skúmané parametre a štatistika

V tejto štúdií boli analyzované tieto parametre: vlhkosť pôdy, teplota pôdy, pH pôdy, koncentrácie minerálneho dusíka (NO₃⁻, NH₄⁺) v pôde, pôdny organický uhlík (Corg) a oxid dusný (N₂O) z pôdy. Na porovnanie rozdielov medzi priemernými hodnotami výsledkov jednotlivých variantov s rôznymi úrovňami biouhlia a úrovňami hnojenia N–hnojivami bola použitá jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA) a LSD test na hladine významnosti $P < 0,05$.

3 Výsledky a diskusia

Výsledky ukázali, že aplikácia a opätovná reaplikácia biouhlia sa ukázala ako vynikajúci nástroj na zvýšenie pH pôdy (v rozmedzí 7–13 %), organického uhlíka v pôde – Corg (2–212 %), avšak výraznejšie pozitívne účinky sa prejavili pri kombinácii biouhlia s N–hnojivom na vyššej úrovni (N2). Rovnaké účinky boli zistené aj v prípade emisií N₂O (zníženie v rozmedzí 33–83 %). Biouhlie aplikované bez N–hnojiva a v kombinácii s vyššou hladinou hnojiva malo tlmivý účinok na emisie N₂O. Biouhlie nemalo žiadny vplyv na úrodu kukurice v roku 2019. Rovnaké výsledky zvýšenia pH po aplikácii uvádzajú aj iní autori. Títo autori uvádzajú, že, či už v krátkodobých, resp. dlhodobých experimentoch počiatočná aplikácia biouhlia výrazne zvýšila pH pôdy, pričom výraznejšie zvýšenie bolo spojené s aplikáciou vyššej dávky. Keďže biouhlie je alkalické (v našom prípade biouhlie pH 8,8), môže zvýšiť pH pôdy, ale tento efekt môže byť ovplyvnený pridaním dusíkatého hnojenia (Kubaczyński a kol., 2022). Štúdia Zhang a kol., 2022 tiež uvádza, že obsah NH₄⁺ po zapracovaní biouhlia klesol o 10,3–18,5 % v porovnaní s kontrolou. Táto štúdia rovnako potvrdila naše výsledky zvýšenia sekvestrácie Corg po aplikácii biouhlia (20 t ha⁻¹). Okrem toho štúdia Cross a kol., 2016, uvádza, že aplikácia 20 t ha⁻¹ biouhlia zvyšuje Corg približne o 0,5 %. Rovnaký pozitívny účinok biouhlia

na znižovanie emisií N_2O uvádzajú aj iné štúdiá. Štúdiá Castaldi a kol., 2011 uvádza, že aplikácia vyšších dávok biouhľia má významný vplyv na zníženie emisií N_2O v pôde (o 79 %). Výsledky metaanalýzy 85 štúdií publikovaných Shakoorom a kol., 2021 tiež ukázala, že aplikácia biouhľia významne znižuje N_2O o 19,7 %, zatiaľ čo aplikačná dávka biouhľia 30 t ha^{-1} mala významný vplyv (štatisticky významne znížila emisie N_2O o 22,5 %).



Obrázok 1. Priemerné emisie N_2O za skúmané obdobie z nehnojeného variantu N0 (a), hnojeného variantu N1 (b) a N2 (c) v kombinácií s biouhlím a bez neho.

Tabuľka 1. Vplyv aplikácie biouhľia na vybrané chemické vlastnosti pôdy (pH pôdy, NH_4^+ , NO_3^- , SOC) v roku 2019 (priemery $\pm$ štandardné chyby).

Varianty	pH (KCl)	NH_4^+ (mg kg ⁻¹)	NO_3^- (mg kg ⁻¹)	C_{org} (jar) (g kg ⁻¹)	C_{org} (jeseň) (g kg ⁻¹)
	n = 3	n = 3	n = 3	n = 3	n = 3
Nehnojené varianty – N0 úroveň (0 kg N ha⁻¹)					
B0N0	5.21 $\pm$ 0.2 ^(a)	15.39 $\pm$ 10.1 ^(b)	18.78 $\pm$ 7.5 ^(b)	12.00 $\pm$ 0.3 ^(a)	14.29 $\pm$ 2.5 ^(a)
B10N0	5.21 $\pm$ 0.2 ^(a)	5.55 $\pm$ 0.5 ^(a)	14.49 $\pm$ 1.5 ^(a)	12.26 $\pm$ 2.1 ^(a)	10.67 $\pm$ 2.4 ^(a)
B20N0	5.51 $\pm$ 0.2 ^(b)	6.05 $\pm$ 1.0 ^(a)	12.09 $\pm$ 1.9 ^(a)	14.22 $\pm$ 1.5 ^(a)	11.63 $\pm$ 1.6 ^(a)
B10reapN0	5.44 $\pm$ 0.1 ^(b)	5.43 $\pm$ 0.8 ^(a)	12.25 $\pm$ 2.0 ^(a)	16.57 $\pm$ 2.6 ^(a)	12.43 $\pm$ 2.2 ^(a)
B20reapN0	5.59 $\pm$ 0.1 ^(b)	5.71 $\pm$ 1.2 ^(a)	11.46 $\pm$ 2.8 ^(a)	17.02 $\pm$ 2.9 ^(a)	20.83 $\pm$ 1.2 ^(b)
Hnojené varianty – N1 úroveň (108 kg N ha⁻¹)					
B0N1	4.81 $\pm$ 0.2 ^(a)	42.05 $\pm$ 18.2 ^(a)	28.20 $\pm$ 7.1 ^(a)	9.51 $\pm$ 0.8 ^(a)	10.10 $\pm$ 0.7 ^(a)
B10N1	5.35 $\pm$ 0.5 ^(b)	24.94 $\pm$ 8.2 ^(a)	25.85 $\pm$ 6.6 ^(a)	13.98 $\pm$ 2.2 ^(ab)	14.90 $\pm$ 2.7 ^(ab)
B20N1	5.13 $\pm$ 0.2 ^(ab)	28.87 $\pm$ 9.1 ^(a)	26.91 $\pm$ 6.7 ^(a)	15.68 $\pm$ 1.4 ^(b)	14.93 $\pm$ 1.5 ^(ab)
B10reapN1	5.44 $\pm$ 0.6 ^(b)	41.87 $\pm$ 11.2 ^(a)	27.41 $\pm$ 7.5 ^(a)	13.39 $\pm$ 1.8 ^(ab)	13.23 $\pm$ 0.7 ^(a)
B20reapN1	5.25 $\pm$ 0.1 ^(b)	35.81 $\pm$ 7.3 ^(a)	32.15 $\pm$ 5.1 ^(a)	17.22 $\pm$ 2.8 ^(b)	18.80 $\pm$ 2.2 ^(b)
Hnojené varianty – N2 úroveň (162 kg N ha⁻¹)					
B0N2	4.40 $\pm$ 0.1 ^(a)	80.19 $\pm$ 14.6 ^(b)	28.53 $\pm$ 8.1 ^(a)	9.94 $\pm$ 0.8 ^(a)	10.31 $\pm$ 2.1 ^(a)
B10N2	4.90 $\pm$ 0.3 ^(b)	25.11 $\pm$ 11.0 ^(a)	30.20 $\pm$ 7.5 ^(a)	14.98 $\pm$ 1.6 ^(ab)	9.43 $\pm$ 2.6 ^(a)
B20N2	4.97 $\pm$ 0.3 ^(b)	41.68 $\pm$ 14.4 ^(a)	33.97 $\pm$ 8.1 ^(a)	15.96 $\pm$ 0.8 ^(b)	13.80 $\pm$ 2.7 ^(a)
B10reapN2	5.09 $\pm$ 0.4 ^(b)	34.49 $\pm$ 20.7 ^(a)	34.82 $\pm$ 9.0 ^(a)	17.07 $\pm$ 1.3 ^(bc)	13.77 $\pm$ 1.2 ^(a)
B20reapN2	5.12 $\pm$ 0.2 ^(b)	30.05 $\pm$ 8.2 ^(a)	35.62 $\pm$ 3.6 ^(a)	21.11 $\pm$ 2.7 ^(c)	17.30 $\pm$ 3.8 ^(a)

Tabuľka 2. Vplyv aplikácie biouhlia na vybrané fyzikálne vlastnosti pôdy (teplota pôdy, objemová hmotnosť, vlhkosť pôdy) merané počas vegetačného obdobia v roku 2019

Varianty	Teplota pôdy (°C)	Redukovaná objemová hmotnosť pôdy (jar)	Redukovaná objemová hmotnosť pôdy	Vlhkosť pôdy (% hm.)
		(g cm ⁻³)	(jeseň) (g cm ⁻³)	
	n = 3	n = 3	n= 3	n = 3
Nehnojené varianty – N0 úroveň (0 kg N ha ⁻¹)				
B0N0	18.60 ± 0.4 ^(a)	1.37 ± 0.01 ^(ab)	1.48 ± 0.02 ^(a)	14.63 ± 0.8 ^(a)
B10N0	18.87 ± 0.3 ^(a)	1.36 ± 0.06 ^(ab)	1.50 ± 0.04 ^(a)	14.04 ± 0.7 ^(a)
B20N0	18.71 ± 0.3 ^(a)	1.27 ± 0.01 ^(a)	1.49 ± 0.03 ^(a)	15.23 ± 0.9 ^(a)
B10reapN0	19.02 ± 0.3 ^(a)	1.38 ± 0.04 ^(b)	1.52 ± 0.03 ^(a)	14.23 ± 0.6 ^(a)
B20reapN0	18.97 ± 0.3 ^(a)	1.28 ± 0.04 ^(ab)	1.48 ± 0.04 ^(a)	15.20 ± 1.0 ^(a)
Hnojené varianty – N1 úroveň (108 kg N ha ⁻¹)				
B0N1	18.74 ± 0.3 ^(a)	1.40 ± 0.03 ^(a)	1.49 ± 0.03 ^(a)	12.85 ± 0.7 ^(a)
B10N1	18.60 ± 0.5 ^(a)	1.32 ± 0.03 ^(a)	1.53 ± 0.04 ^(a)	14.04 ± 1.0 ^(a)
B20N1	18.42 ± 0.3 ^(a)	1.35 ± 0.05 ^(a)	1.48 ± 0.07 ^(a)	14.65 ± 0.9 ^(a)
B10reapN1	18.57 ± 0.4 ^(a)	1.30 ± 0.02 ^(a)	1.51 ± 0.04 ^(a)	14.09 ± 0.7 ^(a)
B20reapN1	18.51 ± 0.3 ^(a)	1.32 ± 0.03 ^(a)	1.48 ± 0.03 ^(a)	15.07 ± 1.1 ^(a)
Hnojené varianty – N2 úroveň (162 kg N ha ⁻¹)				
B0N2	18.38± 0.3 ^(a)	1.41 ± 0.03 ^(a)	1.52 ± 0.04 ^(b)	14.15 ± 1.3 ^(a)
B10N2	18.84 ± 0.4 ^(a)	1.35 ± 0.03 ^(a)	1.49 ± 0.04 ^(ab)	13.97 ± 1.3 ^(a)
B20N2	18.66 ± 0.2 ^(a)	1.33 ± 0.03 ^(a)	1.38 ± 0.07 ^(a)	14.77 ± 0.8 ^(a)
B10reapN2	18.81 ± 0.4 ^(a)	1.30 ± 0.04 ^(a)	1.44 ± 0.01 ^(ab)	14.37 ± 1.0 ^(a)
B20reapN2	18.99 ± 0.3 ^(a)	1.34 ± 0.03 ^(a)	1.41 ± 0.03 ^(ab)	15.44 ± 0.9 ^(a)

4 Záver

Počiatočná aplikácia a opakovaná re aplikácia biouhlia, ako aj kombinácia biouhlia s vyššou úrovňou N-hnojiva mala pozitívny vplyv na zlepšenie chemických vlastností pôdy a zníženie emisií N₂O z pôdy. Výsledky tejto štúdie naznačujú, že pre zlepšenie vlastností pôdy a udržanie nižších emisií N₂O je mimoriadne dôležité aplikovať N-hnojivo v kombinácii s biouhlím, najmä pri vyššej úrovni aplikácie dusíkatých hnojív.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

Lehmann, J., & Joseph, S. (Eds.). (2015). Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation (2nd ed.). Routledge.

Kubaczyński, A.; Walkiewicz, A.; Pytlak, A.; Grządziel, J.; Gałązka, A.; Brzezinska, M. Biochar dose determines methane uptake and methanotroph abundance in Haplic Luvisol. Sci. Total Environ. 2022, 806, 151259.

Zhang, J.; Zhang, X.; Sun, H.; Wang, C.; Zhou, S. Carbon sequestration and nutrients improvement mediated by biochar in a 3-year vegetable rotation system. J. Soils Sediments 2022, 22, 1385–1396.

Cross, A.; Zwart, K.; Shackley, S.; Ruysschaert, G. The role of biochar in agricultural soils. In *Biochar in European Soils and Agriculture*; Shackley, S., Ruysschaert, G., Zwart, K., Glaser, B., Eds.; Routledge: London, UK; Taylor and Francis Group: New York, NY, USA, 2016; pp. 73–98.

Castaldi, S.; Riondino, M.; Baronti, S.; Esposito, F.R.; Marzaioli, R.; Rutigliano, F.A.; Vaccari, F.P.; Miglietta, F. Impact of biochar application to a Mediterranean wheat crop on soil microbial activity and greenhouse gas fluxes. *Chemosphere* 2011, 85, 1464–1471.

Shakoor, A.; Shahbaz, M.; Farooq, H.T.; Sahar, N.E.; Shahzad, S.M.; Altaf, M.M.; Ashraf, M. A global meta-analysis of greenhouse gases emission and crop yield under no-tillage as compared to conventional tillage. *Sci. Total Environ.* 2021, 750, 142299.

Korešpondenčná adresa: Ján Horák, Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76 Nitra, Slovensko, jan.horak@uniag.sk, ORCID: 0000-0003-0078-9083.

VPLYV HUMÍNOVÝCH LÁTOK NA GEOMETRICKÚ CHARAKTERISTIKU VAJEC PLEMENA ORAVKA

The effect of humic substances on the geometric characteristics of Oravka breed eggs

Cyril Hrnčár¹, Emília Hanusová², Anton Hanus², Nikoleta Šimonová³, Terézia Hegerová¹, Henrieta Arpášová¹, Marie Hamadová¹, Jozef Bujko⁴

¹*Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Institute of Animal Husbandry, Slovak Republic*

²*National Agricultural and Food Centre – Research Institute for Animal Production Nitra, Department of Small Farm Animals, Slovak Republic*

³*Slovak University of Agriculture in Nitra Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Institute of Applied Biology, Slovak Republic*

⁴*Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Institute of Nutrition and Genomics, Slovak Republic*

In this work we studied the effect of HS on egg geometrical characteristics of Oravka breed eggs. In total, 20 Oravka hens were allocated to 4 treatments, each containing 5 birds. While control birds were fed a diet without additives (0% HS), other treatment birds were fed with diets containing HS at 0.5, 0.75 and 1% during laying period. The birds in all groups had available drinking water and feed mixtures *ad libitum*. Chicken eggs were from Oravka breed in peak of laying period in sample size of 30 eggs from each treatment. Based on the measurements of egg length and width we calculated egg shape index, geometric mean diameter, surface area, degree of sphericity and volume of eggs. We found insignificant effects of HS supplementation on geometrical characteristics of eggs.

Key words: Oravka, hens, humic substances, egg, geometric characteristics

1 Introduction

Humates or humic substances (HS) are natural compounds that have been used in agriculture for many years due to their positive impact and nutritional benefits for domestic animals. Active components of HS consist of humic acid (HA), humus, ulmic acid, fulvic acid, humin and certain microelements. Such substances have the potential to stimulate growth by improving the micronutrient intake (Arif et al., 2016; Arif et al., 2019).

Humic substances have immuno-stimulatory, anti-inflammatory and anti-viral properties due to their ability to form a protective film on the mucosal epithelia of the intestine against infections and toxins (Bahadori et al., 2017).

Humic acids (HA) are natural organic compounds resulting from the chemical and biological decomposition of organic matter and the synthetic activity of microorganisms. Nowadays, HA are mainly used in agriculture, industry, environmental protection and medicine (Mvila et al., 2014; Kováčik et al., 2020; Gálík et al., 2023).

The aim of the work was to analyze the effect of HS including HA on geometric characteristics of Oravka breed eggs.

2 Material and Methods

Total 20 hens of Oravka breed were allocated to its own covered shelters with straw litter and with access to a grass paddock; feeders and drinkers were available both outdoors and

indoors. The environmental temperature ranged from 15 to 25°C and the relative humidity ranged from 65 to 75%. Artificial lighting was provided at a pattern of 18 hours of light altering with 6 hours of darkness. Ventilation in the house was natural with additional ventilators to provide a minimal air changes per hour.

In total, 20 Oravka hens were housed in 4 groups of 5 per pen and assigned to 4 treatments: 1 = basal diet without HS; 2 = basal diet with 0.50% HS in the feed mixture; 3 = basal diet with 0.75% HS in the feed mixture; and 4 = basal diet with 1.00% HS in the feed mixture in a powder form during laying period.

During the egg production period hens were fed commercial feed mixture with crude protein 200 g.kg⁻¹, metabolizable energy 11.7 MJ.kg⁻¹, calcium 35 g.kg⁻¹, phosphorus 5, g.kg⁻¹ lysine 11 g.kg⁻¹ (TEKRO Ltd., Nitra, Slovak Republic). The poultry in all treatments had available drinking water and feed mixtures *ad libitum*.

The birds of the experimental treatments received HS (Humac Ltd., Košice, Slovak Republic) with an 85% dry matter content; there was a minimum of 62% humic acid in the dry matter, a minimum of 48% free humic acids in the dry matter, a minimum of 9% fulvonic acids in the dry matter and a minimum of 9% minerals in the dry matter.

Chicken eggs were from Oravka breed in peak of laying period in sample size of 30 eggs from each treatment, The egg length and width were measured using digital caliper (INSIZE Ltd., China) with an accuracy of 0,01 mm. Based on the measurements of egg length (L) and width (W), 5 geometrical parameters were calculated:

- egg shape index (SI) was calculated from the formula $SI = (W/L)*100$ (Sarica and Erensayin, 2009),
- geometric mean diameter of eggs (Dg) was calculated from the formula $Dg = (L*W^2)^{1/3}$ (Mohsenin, 1970),
- surface area of eggs (S) was calculated from the formula $S = \pi * Dg^2$ (Mohsenin, 1970; Baryeh and Mangope, 2003),
- degree of sphericity of eggs (Φ) calculated from the formula $\Phi = (Dg/L)*100$ (Severa et al., 2013; Kumbar et al., 2016),
- volume of eggs (V) = $(\pi/6)*L*W^2$ (Wang et al., 2021).

The differences among the treatments were analyzed with a one-way analysis of variance (ANOVA) by using the statistical program JASP 0.8.6 (2018). The results were evaluated using Duncan's multiple range test (Duncan, 1955).

3 Results and Discussion

Egg shape index (SI) is the classic geometrical parameter to describe eggshell shape (Sarica and Erensayin, 2009). In addition to SI, some other egg geometrical parameters and their mathematical equations have also been derived to promote the description of egg contours (Narushin, 1997). The surface area (S) and the geometric mean diameter of eggs (Dg) were given by Mohsenin (Mohsenin, 1970); based on these results, the degree of sphericity (Φ) and the volume (V) of eggs were further deduced (Severa et al., 2013).

Table 1. The effect of HS on the geometrical characteristics of Oravka eggs

Parameter	0% HS	0.5% HS	0.75% HS	1% HS
Egg length (cm)	5.62±0.43	5.64±0.53	5.66±0.52	5.63±0.47
Egg width (cm)	4.21±0.22	4.25±0.24	4.27±0.24	4.22±0.21
Egg shape index (%)	74.92±2.31	75.35±2.34	75.44±2.38	74.95±2.35
Geometric diameter (mm)	46.36±0.93	46.71±0.95	46.91±0.96	46.45±0.94
Surface area (cm ²)	67.52±2.67	68.54±2.81	69.13±2.77	67.78±2.71
Sphericity (%)	82.49±1.67	82.81±1.69	82.88±1.71	82.51±1.68
Volume (cm ³)	52.16±3.18	53.34±3.21	54.04±3.22	52.49±3.21

It was observed that there were no significant differences among treatments with respect to egg shape index. This trait was not affected by addition of humic acid to layer hen diet and we can characterize eggs in all treatments as normal eggs. According to this the eggs were classified with respect to shape index (SI), namely as a sharp egg ($SI < 72$), a normal (standard) egg ($SI = 72-76$) or a round egg ($SI > 76$) (Sarica and Erensayin, 2009; Duman et al., 2016).

The present results are in agreement with those reported by Yorük et al. (2004); Kucukersan et al. (2005), Yalcin et al. (2006), Wang et al. (2007), Ozturk et al. (2012) and Samya (2016), who found insignificant effects of HS supplementation in different inclusion level, form, characteristics and origin on egg quality traits.

4 Conclusions

According to these results, it was concluded that the supplementation of humic acid at 0.5, 0.75 and 1% during laying period into layer diet no affected geometrical characteristics of Oravka breed eggs.

Acknowledgments

This publication was supported by the Operational Programme Integrated Infrastructure within the project: Sustainable smart farming systems taking into account the future challenges 313011W112, cofinanced by the European Regional Development Fund.

References

- ARIF, M. – REHMAN, A. – SAEED, M. – ABD EL-HACK M.E. – ARAIN, M.A. – HASEEBARSHAD, M. – ZAKRIA, H.M. – ABBASI, I.H. 2016. Impacts of dietary humic acid supplementation on growth performance, some blood metabolites and carcass traits of broiler chicks. In *Indian Journal of Animal Sciences*, vol. 86, 2016, pp. 1073-1078.
- ARIF, M. – ALAGAWANY, M. – ABD EL-HACK, M.E. – SAEED, M. – ARAIN, M.A. – ELNESR, S.S. 2019. Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. In *Iranian Journal of Veterinary Research*, vol. 20, 2019, pp.167-172.
- BAHADORI, Z. – ESMAIELZADEH, L. – KARIMI-TORSHIZI, M.A. – SEIDAVI, A. – OLIVARES, J. – ROJAS, S. – SALEM, A.Z.M. – KHUSRO, A. – LÓPEZ, S. 2017. The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. In *Livestock Science*, vol. 202, 2017, pp. 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.010>
- BARYEH, E. A. – MANGOPE, B. K. 2003. Some physical properties of QP-38 variety pigeon pea. In *Journal of Food Engineering*, vol. 56, 2003, pp. 59-65. DOI:10.1016/S0260-8774(02)00148-6
- DUMAN, M. – ŞEKEROĞLU, A. – YILDIRIM, A. – ELEROĞLU, H. – CAMCI, Ö. 2016. Relation between egg shape index and egg quality characteristics. In *Archiv für Geflügelkunde*, vol. 80, 2016, pp. 1-9. DOI:10.1399/eps.2016.117
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple ranges and multiple F-test. In *Biometric*, vol. 11, 1955, pp. 10-42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- GÁLIK, B. – HRNČÁR, C. – GAŠPAROVIČ, M. – ROLINEC, M. – HANUŠOVSKÝ, O. – JURÁČEK, M. – ŠIMKO, M. – ZÁBRANSKÝ, L. – KOVÁČIK, A. 2023. The effect of humic substances on the meat quality in the fattening of farm pheasants (*Phasianus colchicus*). *Agriculture-Basel*, vol. 13, 2023, no. 2, art. no. 295. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020295>
- JASP 0.8.6 software 2018. Available on <https://jasp-stats.org/>

- KOVÁČIK, A. – GAŠPAROVIČ, M. – TVRDÁ, E. – TOKÁROVÁ, K. – KOVÁČIKOVÁ, E. – ROLINEC, M. – RUMANOVÁ, L. – CAPCAROVÁ, M. – GÁLIK, B. 2020. Effects of humic acid diet on the serum biochemistry and oxidative status markers in pheasants. In *Veterinarni Medicina*, vol. 65, 2020, pp. 258-268. <https://doi.org/10.17221/174/2019-VETMED>
- KUCUKERSAN, S. – KUCUKERSAN, K. – COLPAN, I. – GONCUOGLU, E. – REISLI, Z. – YESILBAG, D. 2005. The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. In *Veterinarni Medicina*, vol. 50, 2020, pp. 406-410. DOI:10.17221/5640-VETMED
- KUMBAR, V. – NEDOMOVA, S. – TRNKA, J. – BUCAR, J. – PYTEL R. 2016. Effect of storage duration on the rheological properties of goose liquid egg products and eggshell membranes. *Poultry Science*, vol. 95, 2016, pp. 1693-1701. DOI:10.3382/ps/pew094
- MOHSENIN, N. N. 1970. *Physical Properties of Plant and Animal Material*. Gordon and Breach, New York, 1970, pp. 742.
- MVILA, B.G. – PILAR-IZQUIERDO, M.C. – BUSTO, M.D. – PEREZ-MATEOS, M. – ORTEGA, N. 2016. Synthesis and characterization of a stable hu-mic-urease complex: Application to barley seed encapsulation for improving N uptake. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 96, 2016, pp. 2981-2989. DOI: 10.1002/jsfa.7466
- NARUSHIN, V.G. 1997. The avian egg: geometrical description and calculation of parameters. In *Journal of Agricultural Engineering Research*, vol. 68, 1997, pp. 201-205 <https://doi.org/10.1006/jaer.1997.0188>
- OZTURK, E. – OCAK, N. – TURAN, A. – ERENER, G. – ALTOP A. – CANKAYA S. 2012. Performance, carcass, gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 92, 2012, no. 1, pp. 59-65. DOI:10.1002/jsfa.4541
- SAMYA, E.I. 2016. Effect of dietary humic acid supplementation on egg production, egg quality and fertility of turkey hens. In *Journal of Animal and Poultry Production*, vol. 7, 2016, no. 2, pp. 59-65. DOI: 10.21608/JAPPMU.2016.48284
- SARICA, M. – ERENSAYIN, C. 2009. *Poultry Products*. Ankara: Bey-Ofset, pp. 89-138.
- SEVERA, L. – NEDOMOVÁ, Š. – BUCAR, J. – ČUPERA J. 2013. Novel approaches in mathematical description of hen egg geometry. *International Journal of Food Properties*, vol. 16, 2013, pp. 1472-1482. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.595028>
- WANG, Q. – KIM, H.J. – CHO, J.H. – CHEN Y.J. – YOO, J.S. – KIM I.H. 2007. Effects of supplemental humic substances on egg production and quality in laying hens. In *Poultry Science*, vol. 86, 2007, pp. 519-526.
- WANG, L.C. – RUAN, Z.T. – WU, Z.W. – YU, Q.L. – CHEN, F. – ZHANG, X.F. – ZHANG, F.M. – LINHARDT R.J. – LIU, Z.G. 2021. Geometrical characteristics of eggs from 3 poultry species. In *Poultry Science*, vol. 100, 2021, no. 3, art. no. 100965. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.062>
- YALCIN, S. – ERGUN, A. – OZSOY, B. – YALCIN, S. – EROL, H. – ONBASILAR, I. 2006. The effects of dietary supplementation of l-carnitine and humic substances on performance, egg traits and blood parameters in laying hens. In *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 19, 2006, pp. 1478-1483. <https://doi.org/10.5713/ajas.2006.1478>
- YORÜK, M.A. – GUUL, M. – HAYIRLI, A. – MACIT, M. 2004. The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens. In *Poultry Science*, vol. 83, 2004, pp. 84-88. <https://doi.org/10.1093/ps/83.1.84>

Contact address: Cyril Hrnčár, Institute of Animal Husbandry, Faculty of Agrobiological and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak Republic, e-mail: cyril.hrnecar@uniag.sk, ORCID: 0000-0002-6149-2331

VÝSKYT ENDOPARAZITOV KONÍ NA SLOVENSKU The prevalence of Equine Endoparasites in the Slovakia

Ivan Imrich, Eva Mlyneková, Juraj Mlynek

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav chovu zvierat, Slovensko

Gastrointestinálne parazity predstavujú v chove koní významný problém ovplyvňujúci zdravie a pohodu zvierat. Odčervovanie koní v pravidelných intervaloch bez koprologického vyšetrenia a selektívne zvolenej liečby prináša riziko vzniku rezistentných populácií endoparazitov na antihelmintiká. Cieľom štúdie bolo preto zistiť výskyt a intenzitu invázie gastrointestinálnych parazitov v chove koní na Slovensku. Najvyššia prevalencia bola zistená pri malých strongilidoch (47,7 %), nasledoval *Parascaris equorum* (6,8 %) a najnižšia bola pri veľkých strongilidoch (2,3 %) a *Eimeria leucarti* (2,3%). Vo väčšine pozitívnych vzoriek bola zistená slabá intenzita invázie (do 500 ks.g⁻¹), stredná intenzita invázie (500 – 1 000 ks.g⁻¹) bola zistená pri matých strongilidoch a *Parascaris equorum*, silná (nad 1 000 ks.g⁻¹) len pri malých strongilidoch. Z uvedeného vyplýva, že kone chované na Slovensku sú infestované predovšetkým malými strongilidmi, čo môže pravdepodobne súvisieť so vznikom rezistencie tejto skupiny parazitov na antihelmintiká používané na Slovensku.

Kľúčové slová: endoparazity, invázia, kone, prevalencia

1 Úvod a prehľad literatúry

Gastrointestinálne parazity predstavujú v chove koní významný problém ovplyvňujúci zdravie a pohodu zvierat na celom svete vrátane Slovenska. Veľké a malé Strongylidy (*Strongylidae*) sú hlavnými vnútornými parazitmi koní a tvoria viac ako 75 % z celkového počtu parazitov (Bucknell et al., 1996; Lichtenfels et al., 2008). Medzi často vyskytujúce sa nestrongylidové nematódy možno zaradiť *Parascaris equorum*, *Habronema* spp., *Draschia megastoma*, *Oxyuris equi*, *Trichostrongylus axei* a *Strongyloides westeri* (Boxell et al., 2004; Bucknell et al., 1995; Dunsmore a Jue Sue, 1985). Invázie spôsobené gastrointestinálnymi nematódami spôsobujú koňom rôzne klinické poruchy ako napríklad znížená výkonnosť, spomalenie rastu, koliky, hnačky, chudnutie. Tieto príznaky sa vyskytujú najmä u žriebät a koní s narušenou imunitou (Corning, 2009; Pfister a van Doorn, 2018). Väčšina majiteľov koní zvyčajne realizuje odčervenie v pravidelných intervaloch bez koprologického vyšetrenia a bez ohľadu na klimatické podmienky počas ročných období (Thompson et al., 2018). Intenzívne používanie antihelmintík v chove koní môže viesť ku vzniku populácií rezistentných parazitov na používané antihelmintiká ako napr. benzimidazoly, makrocyclické laktóny a tetrahydropyrimidíny (Wilkes et al., 2017; Beasley et al., 2015). Preto by sa mali kone pravidelne vyšetrovať a selektívne liečiť v prípade prekročenia vopred stanoveného prahu invázie parazitmi, napr. pri strongylidoch nad 200 ks.g⁻¹ trusu (Duncan a Love, 1991; Gomez a Georgi, 1991; Nielsen et al., 2014). Cieľom experimentu bolo zistiť výskyt a intenzitu invázie gastrointestinálnych parazitov v chove koní na Slovensku.

2 Materiál a metódy

2.1 Zber a uskladnenie vzoriek

Vzorky exkrementov na koprologické vyšetrenie boli odoberané v priebehu roku 2022 z rôznych chovov teplokrvných koní na Slovensku. Vzorky boli odoberané bezprostredne po defekácii zo stredu exkrementov vo veľkosti vlašského orecha a uskladnené až do analýzy v laboratóriu pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2 Analýza vzoriek

Na stanovenie počtu vajčiek jednotlivých druhov gastrointestinálnych parazitov boli použité McMaster počítacie komôrky. Na prípravu suspenzie, v ktorej bol zisťovaný počet vajčiek, boli použité 4 g exkrementov a 26 ml flotačného roztoku. Flotačný roztok bol pripravený podľa Breza zmiešaním roztoku MgSO_4 (v 100 ml vody bolo rozpustených 72,5 g MgSO_4) s roztokom $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (v 100 ml vody bolo rozpustených 142,5 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) a destilovanou vodou v pomere 3:3:1. Pripravené preparáty boli analyzované pri 200x zväčšení. Počet vajčiek na 1 g exkrementov bol vypočítaný podľa vzorca: $\text{EC}=25 \times \text{C}$ (ks.g^{-1}), kde EC bol počet vajčiek v exkrementoch a C počet vajčiek zistený v dvoch poliach McMaster počítacej komôrky.

2.3 Štatistická analýza

Spracovanie výsledkov sme uskutočnili v štatistickom programe IBM (2011) SPSS Statistics 20 (IBM, New York). Intenzita invázie parazitmi bola na základe počtu vajčiek v exkrementoch hodnotená nasledovne: bez invázie, slabá (počet vajčiek do 500 ks.g^{-1}), stredná (počet vajčiek $500 - 1\,000\text{ ks.g}^{-1}$), silná (počet vajčiek nad $1\,000\text{ ks.g}^{-1}$) (Letková, 1993).

3 Výsledky a diskusia

V tejto štúdii boli vyšetrené exkrementy od 44 koní chovaných na Slovensku. Identifikované parazity a ich prevalencia je uvedená v tabuľke 1. Najvyššia prevalencia bola zistená u malých strongilidov (47,7 %), druhým najčastejšie sa vyskytujúcim parazitom bol *Parascaris equorum* (6,8 %), prevalencia veľkých strongilidov a *Eimeria leucarti* bola na úrovni 2,3 %. Konigová et al. (2001) zistili na Slovensku v rokoch 1998 – 2001 vyššiu prevalenciu strongilidov (63,75 %) aj *Parascaris equorum* (10,95 %). Uvádzajú tiež, že *Strongyloides westeri*, *Dicrocoelium dendriticum*, *Anoplocephala* spp. sa vyskytovali v malom počte. V nami analyzovaných vzorkách exkrementov sa vajčka týchto parazitov nevyskytovali. Podstatne vyšší výskyt veľkých strongilidov zistili u koní v Poľsku Studzińska et al. (2012), podľa výsledkov ich štúdie bola prevalencia veľkých strongilidov na úrovni 26,5 %.

Tabuľka 1 Výskyt vajčiek endoparazitov vo vyšetrených vzorkách výkalov/Prevalence of Endoparasite Eggs in Examined Feces Samples

Parazit ¹	Výskyt vajčiek ²	
	pozitívny ³	negatívny ⁴
Malé strongilidy ⁵	47,7 %	52,3 %
Veľké strongilidy ⁶	2,3 %	97,7 %
<i>Parascaris equorum</i>	6,8 %	93,2 %
<i>Eimeria leucarti</i>	2,3 %	97,7 %

Legend: 1 – parasite, 2 – prevalence of eggs, 3 – positive, 4 – negative, 5 – small strongyles, 6 – large strongyles

Intenzita invázie na základe počtu vajčiek identifikovaných parazitov je uvedená v tabuľke 2. Pri malých strongilidoch bola zistená slabá intenzita invázie v 61,9 % pozitívnych vzoriek, stredná a silná intenzita invázie v 19 % pozitívnych vzoriek. Pri *Parascaris equorum* bolo 66,7 % vzoriek so slabou a 33,3 % vzoriek s miernou intenzitou invázie. Pri veľkých strongilidoch a *Eimeria leucarti* bola zaznamenaná len slabá intenzita invázie. Ogbein et al. (2022) zistili vo väčšine analyzovaných vzoriek exkrementov koní slabú intenzitu invázie (46,30 %), strednú a silnú inváziu zistili v 24,07 % a 9,26 % vzoriek. K porovnateľným výsledkom intenzity invázie strongilidmi dospeli Scala et al. (2020), ktorí zistili intenzitu invázie do 500 ks.g⁻¹ v 26 % vzoriek, intenzitu invázie od 500 do 1 000 ks.g⁻¹ v 6 % vzoriek a nad 1 000 ks.g⁻¹ v 8 % vzoriek.

Tabuľka 2 Intenzita invázie endoparazitov vo vyšetrených vzorkách trusu/Intensity of Endoparasite Invasion in Examined Feces Samples

Parazit ¹	Intenzita invázie ²			
	bez invázie ³	slabá ⁴	stredná ⁵	silná ⁶
Malé strongilidy ⁷	52,3 %	29,5 %	9,1 %	9,1 %
Veľké strongilidy ⁸	97,7 %	2,3 %		
<i>Parascaris equorum</i>	93,2 %	4,5 %	2,3 %	
<i>Eimeria leucarti</i>	97,7 %	2,3 %		

Legend: 1 – parasite, 2 – intensity of invasion, 3 – without invasion, 4 – poor, 5 – medium, 6 – strong, 7 – small strongyles, 8 – large strongyles

4 Záver

Parazity u koní môžu negatívne ovplyvňovať zdravotný stav a pohodu koní. Po správnej diagnostike parazita a aplikácii vhodného antiparazitika dochádza pomerne rýchlo k uzdraveniu bez ďalších následkov. Z toho dôvodu je veľmi dôležité zvoliť selektívnu liečbu na základe výskytu a invázie konkrétnych druhov parazitov. Na Slovensku bola zistená najvyššia prevalencia malých strongilidov, nasledoval *Parascaris equorum* a len ojedinele sa vo vzorkách výkalov nachádzali veľké strongilidy a *Eimeria leucarti*. Vo väčšine pozitívnych vzoriek bola zistená slabá intenzita invázie.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla s podporou projektu 11-GASPU-2021 a v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

- Beasley A., Coleman G., Kotze A.C. Suspected ivermectin resistance in a south-east Queensland *Parascaris equorum* population. *Aust Vet J.*, 2015, 93, p.305–307.
- Boxell A.C., Gibson K.T., Hobbs R.P., Thompson R.C.A. Occurrence of gastrointestinal parasites in horses in metropolitan Perth, Western Australia. *Aust Vet J.*, 2004, 82, p. 91–5.
- Bucknell D., Gasser R., Beveridge I. The prevalence and epidemiology of gastrointestinal parasites of horses in Victoria, Australia. *Int J Parasitol.*, 1995, 25, p. 711–724.
- Corning S. Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasit Vectors.* 2009, 2(Suppl. 2):S1.
- Duncan J.L., Love S. Preliminary observations on an alternative strategy for the control of horse strongyles. *Equine Vet. J.*, 1991, 23, p. 226–228.

Dunsmore J., Jue Sue L.P. Prevalence and epidemiology of the major gastrointestinal parasites of horses in Perth, Western Australia. *Eq Vet J.*, 1985, 17, p. 208–13.

Gomez H.H., Georgi J.R. Equine helminth infections: Control by selective chemotherapy. *Equine Vet. J.*, 1991, 23, p. 198–200.

IBM. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp., 2011

Konigová A., Várady M., Čorba, J. (2001). The prevalence of equine gastrointestinal parasites in the Slovak Republic. *Helminthologia*, 2001, 38, p. 211–214.

Letková V. Parazitologická diagnostika. In *Veterinárna parazitológia*, 1 vyd.;Príroda: Bratislava, Slovensko,1993, p.355–369.

Lichtenfels J.R., Kharchenko V.A., Dvojnós G.M. Illustrated identification keys to strongylid parasites (Strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Vet Parasitol.*, 2008, 156, p. 4–161.

Nielsen M.K., Reinemeyer C.R., Donecker J.M., Leathwick D.M., Marchiondo A.A., Kaplan R.M. Anthelmintic resistance in equine parasites-current evidence and knowledge gaps. *Vet. Parasitol.*, 2014, 204, p. 55–63.

Ogbein K. E., Dogo A. G., Oshadu D. O., Edeh E. R. Gastrointestinal parasites of horses and their socio-economic impact in Jos Plateau – Nigeria. *Applied Veterinary Research*, 2022, 1(2), e2022010.

Pfister K., van Doorn D. New perspectives in equine intestinal parasitic disease: insights in monitoring helminth infections. *Vet Clin North Am Equine Pract.*, 2018, 34, p. 141–153.

Scala A., Tamponi C., Sanna G., Predieri G., Dessi G., Sedda G., Buono F., Cappai M.G., Veneziano V., Varcasia A. Gastrointestinal Strongyles Egg Excretion in Relation to Age, Gender, and Management of Horses in Italy. *Animals*, 2020, 10(12), p. 2283.

Studzińska M.B., Tomczuk K., Demkowska-Kutrzepa M., Szczepaniak K. The Strongylidae belonging to Strongylus genus in horses from southeastern Poland. *Parasitol Res.*, 2012,111(4), p.1417–1421.

Thompson K.R., Clarkson L., Riley C.B., van den Berg M. Horse husbandry and preventive health practices in Australia: an online survey of horse guardians. *J Appl Anim Welf Sci.*, 2018, 21, p.347–361.

Wilkes E.J.A., McConaghy F.F., Thompson R.L., Dawson K., Sangster N.C., Hughes K.J. Efficacy of a morantel–abamectin combination for the treatment of resistant ascarids in foals. *Aust Vet J.*, 2017, 95, p. 85–88.

Korešpondenčná adresa: Ivan Imrich, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav chovu zvierat, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, E-mail: ivan.imrich@uniag.sk, ORCID ID: 0000-0003-0093-7728

VPLYV SYSTÉMU USTAJNENIA NA REPRODUKČNÉ UKAZOVATELE PRASNÍC The Effect of the Housing System on the Reproductive Parameters of Sows

Ivan Imrich, Eva Mlyneková, Juraj Mlynek
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko

Prosperita chovu ošípaných je podmienená výbornou reprodukčnou úžitkovosťou prasníc. Plodnosť je výraznou mierou ovplyvňovaná viacerými faktormi chovateľského prostredia, ku ktorým možno zahrnúť aj systém ustajnenia, preto bolo cieľom experimentu posúdiť vplyv technológie ustajnenia na reprodukčné ukazovatele prasníc. V technológii ustajnenia s trvalo obmedzeným pohybom prasnice bolo hodnotených 492 vrhov a 314 prasníc. V technológii ustajnenia s voľným ustajnením bolo hodnotených 308 vrhov a 286 prasníc. Sledované boli nasledovné reprodukčné parametre: počet všetkých narodených prasiatok, živo narodených prasiatok, mŕtvo narodených prasiatok, počet odstavených prasiatok na vrh a dĺžka medziobdobia prasníc. V technológii s voľným ustajnením bol síce preukazne menší počet všetkých narodených prasiatok, ale zároveň preukazne vyšší počet živo narodených a odstavených prasiatok a menší počet mŕtvo narodených prasiatok. Vo voľnom ustajnení bola zistená aj kratšia dĺžka medziobdobia, avšak rozdiely medzi systémami ustajnenia neboli v tomto ukazovateli štatisticky významné. Z výsledkov experimentu je zrejmé, že voľné ustajnenie priaznivejšie pôsobilo na reprodukčné parametre ošípaných.

Kľúčové slová: prasnica, reprodukčná úžitkovosť, technológia chovu

1 Úvod a prehľad literatúry

Kvalitné prasnice tvoria základ dobrého chovu ošípaných. Ich plodnosť je podmienená mnohými faktormi. Hlavným cieľom všetkých chovateľov ošípaných je dosahovať zodpovedajúci zisk, ktorý zabezpečuje rozvoj podniku a predovšetkým jeho konkurencieschopnosť na celosvetovom trhu. Je nutné si uvedomiť, že v chove ošípaných zohráva veľmi dôležitú úlohu dodržiavanie zásad správneho chovu, ku ktorým patrí predovšetkým zabezpečenie adekvátnej výživy, podmienok ustajnenia a technológií, hygieny prostredia, welfare a v neposlednom rade korektné preškoleného a spoľahlivého personálu.

Wiechers et al. (2022) uvádzajú, že prasnice ustajnené s obmedzeným pohybom majú obmedzené prirodzené správanie, hlavne materské správanie. Porovnávali pôrodné koterce s voľným ustajnením a pôrodné koterce s obmedzeným pohybom, sledovali správanie prasníc prostredníctvom video analýz počas štyroch týždňov. Dospeli k záveru, že materské správanie bolo ovplyvnené systémom ustajnenia, keďže v kotercoch s voľným pohybom zistili kratšie trvanie a väčší počet dojčení ako v kotercoch s obmedzeným pohybom. Zároveň sa domnievajú, že prasnice v kotercoch s voľným pohybom budú s väčšou pravdepodobnosťou prejavovať prirodzené materské správanie.

Koketsu et al. (2017) uvádzajú, že medzi skupinovým ustajnením a individuálnym ustajnením prasníc nezaznamenali žiadny rozdiel v počte živo narodených prasiat, hoci je skupinové ustajnenie spojené s viacerými rizikovými faktormi pre reprodukčnú výkonnosť ako individuálne ustajnenie.

Peltoniemi et al. (2021) konštatujú, že pôrodná klieťka je nielen zastaraná pokiaľ ide o welfare z pohľadu verejnosti, ale tiež neposkytuje prostredie, ktoré prasnica potrebuje na podporu fyziologického pôrodu, dojčenia a materského správania. Uvádzajú tiež, že voľný systém ustajnenia s primeraným priestorom a podstielkou spolu s primeranou možnosťou izolácie možno považovať za základ úspešného oprasenia prasnice.

Cieľom experimentu bolo posúdiť vplyv technológie ustajnenia na reprodukčné ukazovatele prasníc.

2 Materiál a metódy

V rámci faktorov chovateľského prostredia sme skúmali technológiu ustajnenia. Vplyv chovateľského prostredia na reprodukčné ukazovatele sme sledovali na vybranej farme, zameranej na chov hybridov z programu PIC a plemien landras a biela ušľachtilá.

V technológii ustajnenia s trvalo obmedzeným pohybom matky bolo hodnotených 492 vrhov a 314 prasníc. Rodiace a dojčiacie prasnice boli ustajnené v pôrodných kotercoch s trvalo obmedzeným pohybom. Podlaha v pôrodných kotercoch bola tvorená plastovými roštami. Koterce boli vybavené zábranami proti zaľahnutiu prasiatok. Súčasťou kotercoch bol žľab pre prasnicu s kolíkovou napájačkou. Priestor pre prasiatka bol vyhrievaný podložkou a infralampou. Prasiatka mali v pôrodnom koteri tiež kolíkovú napájačku a krmidlo.

V technológii ustajnenia s voľným ustajnením bolo hodnotených 308 vrhov a 286 prasníc. V kotercoch s voľným ustajnením boli umiestnené 3 prasnice, ktoré boli na hlboké podstielke. Ciciaky mali vytvorené miesto s vyhrievaním pomocou infralampy. K dispozícii mali napájačku a žľab.

Sledované boli nasledovné reprodukčné parametre:

- počet všetkých narodených prasiatok na vrh,
- počet živo narodených prasiatok na vrh,
- počet mŕtvo narodených prasiatok na vrh,
- počet odstavených prasiatok na vrh,
- dĺžka medziobdobia prasníc.

Matematicko-štatistické spracovanie údajov sme vykonali v štatistickom programe SAS verzia 9.1. V rámci základnej štatistiky sme sledovali počet (n), priemer (x), minimum (min.), maximum (max.) a smerodajnú odchýlku (s).

Na zistenie štatisticky preukazných rozdielov medzi skupinami sme použili jednofaktorovú analýzu rozptylu.

3 Výsledky a diskusia

V tabuľke 1 sú uvedené reprodukčné parametre prasníc podľa technológie ustajnenia. Z uvedených údajov vyplýva, že prasnice dosahovali vyššiu hodnotu priemerného počtu všetkých narodených prasiatok na vrh pri ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky v hodnote 14,1 ks pri smerodajnej odchýlke $\pm 2,4$ ks. V ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky bolo dosiahnuté aj minimum (2 ks) všetkých narodených prasiatok a maximum (14 ks) všetkých narodených prasiatok. Medzi voľným a ustajnením s trvalo obmedzeným pohybom matky bol preukazný rozdiel ($P \leq 0,05$), pričom v ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky bolo o 1,4 prasiatok viac.

V počte živo narodených prasiatok na vrh sme zaznamenali, že prasnice dosahovali vyššiu hodnotu priemerného počtu živo narodených prasiatok na vrh pri voľnom ustajnení v počte 11,9 ks pri smerodajnej odchýlke $\pm 1,4$ ks. Pri voľnom ustajnení bolo dosiahnuté maximum (14 ks) živo narodených prasiatok. Minimum (1 ks) bolo dosiahnuté pri ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky. Medzi voľným a ustajnením s trvalo obmedzeným pohybom matky bol zaznamenaný vysoko preukazný rozdiel ($P \leq 0,01$), vo voľnom ustajnení bolo viac živo narodených prasiatok o 1,6 ks.

V počte mŕtvo narodených prasiatok na vrh sme zaznamenali, že prasnice dosahovali vyššiu hodnotu priemerného počtu mŕtvo narodených prasiatok na vrh v ustajnení s trvalo

obmedzeným pohybom matky v hodnote 3,8 ks pri smerodajnej odchýlke $\pm 1,2$ ks. V ustajnení s trvalo obmedzeným ustajnením matky bolo dosiahnuté maximum (13 ks) mŕtvo narodených prasiatok. Minimum (0 ks) bolo dosiahnuté aj pri ustajnení s trvalo obmedzeným ustajnením matky aj pri voľnom ustajnení, nakoľko väčšina vrhov prasníc (81 %) bola bez jedinej straty narodeného prasiatka na vrh. Medzi voľným a ustajnením s trvalo obmedzeným pohybom matky bol zaznamenaný vysoko preukazný rozdiel ($P \leq 0,01$), ktorý bol o 3,0 ks prasiatka viac v ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky ako vo voľnom ustajnení.

V počte odstavených prasiatok na vrh sme zistili, že prasnice dosahovali vyššiu hodnotu priemerného počtu odstavených prasiatok na vrh pri voľnom ustajnení v počte 9,8 ks pri smerodajnej odchýlke $\pm 1,9$ ks. Vo voľnom ustajnení bolo dosiahnuté aj maximum (14 ks) odstavených prasiatok. Minimum (5 ks) bolo dosiahnuté pri ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky. Medzi voľným a ustajnením s trvalo obmedzeným pohybom matky bol zaznamenaný vysoko preukazný rozdiel ($P \leq 0,01$), ktorý bol o 1,1 ks odstaveného prasiatka viac vo voľnom ustajnení ako v ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky.

Tabuľka 1: Vplyv technológie ustajnenia na počet prasiatok vo vrhu/Effect of the Housing System on the Number of the Piglets per Litter

Ukazovateľ/počet ¹	Voľné ustajnenie ² (n = 308)				Obmedzený pohyb ³ (n = 492)				Preukaznosť ⁴
	$\bar{x}$	S _d	min.	max.	$\bar{x}$	S _d	min.	max.	
Všetky narodené ⁵	12,7	1,9	4	13	14,1	2,4	2	14	$P \leq 0,05$
Živo narodené ⁶	11,9	1,4	3	14	10,3	2,9	1	13	$P \leq 0,01$
Mŕtvo narodené ⁷	0,8	0,3	0	10	3,8	1,2	0	13	$P \leq 0,01$
Odstavené ⁸	9,8	1,9	4	14	8,7	1,5	5	13	$P \leq 0,01$

Legenda: $\bar{x}$ – priemer/mean, S_d – smerodajná odchýlka/standard deviation, min. – minimum, max. – maximum, n – počet/count, 1 – parameter/count, 2 – Loose-farrowing pens, 3 – Crates-farrowing pens, 4 – Significance, 5 – All born piglets, 6 – Liveborn piglets, 7 – Stillborn piglets, 8 – Weaned piglets

Tabuľka 2: Vplyv technológie ustajnenia na dĺžku medziobdobia prasníc/Effect of the Housing System on the Sows' Farrowing Interval

Ukazovateľ/dni ¹	Voľné ustajnenie ² (n = 286)				Obmedzený pohyb ³ (n = 314)				Preukaznosť ⁴
	$\bar{x}$	S _d	min.	max.	$\bar{x}$	S _d	min.	max.	
Medziobdobie ⁵	168	18,4	158	309	183	15,5	164	322	$P \geq 0,05$

Legenda: $\bar{x}$ – priemer, S_d – smerodajná odchýlka, min. – minimum, max. – maximum, n – počet, 1 – parameter/days, 2 – Loose-farrowing pens, 3 – Crates-farrowing pens, 4 – Significance, 5 – Farrowing interval

V hodnotách dĺžky medziobdobia prasníc (tabuľka 2) sme zaznamenali priemernú dĺžku medziobdobia, ktorá bola najdlhšia v rámci ustajnenia s trvalo obmedzeným pohybom matky na úrovni 183 dní pri smerodajnej odchýlke $\pm 15,5$ dní. Najlepšia prasnica mala dĺžku medziobdobia 158 dní pri voľnom ustajnení a najhoršia mala 322 dní dĺžku medziobdobia pri ustajnení s trvalo obmedzeným pohybom matky. Pri skúmaní vplyvu technológie ustajnenia na dĺžku medziobdobia sme nezistili štatisticky preukazné rozdiely ($P \geq 0,05$).

Schwarz et al. (2020) konštatujú, že výber vhodných podmienok ustajnenia pre prasnice je rozhodujúci pre ich fyzické zdravie a dlhodobú reprodukčnú úžitkovosť. Poukazujú na to, že v komerčnom prostredí skupinové ustajnenie po odstave zlepšilo takmer všetky reprodukčné parametre prasníc. Singh et al. (2016) konštatujú, že voľné ustajnenie prasníc od 3. dňa laktácie minimalizuje úmrtnosť prasiatok a zároveň zlepšuje materské správanie prasníc.

a sociálne správanie prasiatok. Podľa viacerých autorov voľný skupinový systém ustajnenia prasníc má viacero výhod, medzi ktoré patrí podpora prirodzeného fyziologického pôrodu (Peltoniemi et al., 2021), skrátenie jeho trvania (Ferket a Hacker, 1985) a vyšší počet všetkých a živo narodených prasiatok (Morgan et al., 2018; Seguin et al., 2006). V súlade s uvedenými autormi môžeme konštatovať, že voľný systém ustajnenia mal pozitívny vplyv na počet živo a mŕtvo narodených prasiatok vo vrhu, čo sa v konečnom dôsledku prejavilo aj na vyššom počte odstavených prasiatok.

4 Záver

Zistili sme väčší počet živo narodených prasiatok na vrh vo voľnom ustajnení a aj menší počet mŕtvo narodených a väčší počet odstavených prasiatok. Vo voľnom ustajnení bola zistená aj kratšia dĺžka medziobdobia. Z uvedenej analýzy vidieť, že voľné ustajnenie priaznivejšie pôsobilo na reprodukčné parametre ošipáných.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a v rámci projektu KEGA 019SPU-4/2021 „Spracovanie modernej vysokoškolskej učebnice Chov ošipáných“.

Použitá literatúra

Ferket S.L., Hacker R.R. 1985. Effect of forced exercise during gestation on reproductive performance of sows. *Can J Anim Sci.*, 65, p. 851–859. doi: 10.4141/cjas85-100.

Koketsu Y., Iida R. 2017. Sow housing associated with reproductive performance in breeding herds. *Mol. Reprod. Dev.*, 84(9), p. 979-986. doi: 10.1002/mrd.22825. Epub 2017 Jun 8.

Morgan L., Klement E., Novak S., Eliahoo E., Younis A., Abells Sutton G., Abu-Ahmad W., Raz T. 2018. Effects of group housing on reproductive performance, lameness, injuries and saliva cortisol in gestating sows. *Prev Vet Med.*, 160, p.10–17. doi: 10.1016/j.prevetmed.2018.09.026.

Peltoniemi O., Han T., Yun J. 2021. Coping with large litters: management effects on welfare and nursing capacity of the sow. *J. Anim. Sci. Technol.*, 63(2), p. 199-210. doi: 10.5187/jast.2021.e46. Epub 2021 Mar 31.

Seguin M.J., Barney D., Widowski T.M. 2006. Assessment of a group-housing system for gestating sows: effects of space allowance and pen size on the incidence of superficial skin lesions, changes in body condition, and farrowing performance. *J Swine Health Prod.*, 14, p. 89–96.

Schwarz T., Małopolska M., Nowicki J., Tuz R., Lazic S., Kopyra M., Bartlewski P.M. 2021. Effects of individual versus group housing system during the weaning-to-estrus interval on reproductive performance of sows. *Animal*, 15(2), p. 100122. doi: 10.1016/j.animal.2020.100122.

Singh C., Verdon M., Cronin G.M., Hemsworth P.H. 2017. The behaviour and welfare of sows and piglets in farrowing crates or lactation pens. *Animal*, 11(7), p. 1210-1221. doi: 10.1017/S1751731116002573.

Wiechers D.H., Herbrandt S., Kemper N., Fels M. 2022. Does Nursing Behaviour of Sows in Loose-Housing Pens Differ from That of Sows in Farrowing Pens with Crates? *Animals*, 12(2), p. 137. doi: 10.3390/ani12020137.

Korešpondenčná adresa: Ivan Imrich, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, ivan.imrich@uniag.sk, ORCID ID: 0000-0003-0093-7728

ANALÝZA VZŤAHU MEDZI HLADINAMI TESTOSTERÓNU GRAVIDNÝCH PRASNÍC A POMEROM DĺŽKY PRSTOV POTOMKOV

Analysis of relation between testosterone levels in pregnant sows and digit length ratio in the offspring

Peter Juhás, Ondřej Bučko, Klára Vavrišínová, Jaroslav Dóbi, Ján Strašífták

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko

Predložená práca predstavuje pilotný projekt analýzy vplyvu hladiny testosterónu v tele prasnice počas gravidity (MSTS) na rast prstových kostí a pomer dĺžok prstov potomkov. Analýza bola vykonaná na prasiatkach dvoch prasníc s prirodzene rozdielnou hladinou MSTS meranou 14 dní pred očakávaným pôrodom. Zaznamenaný bol preukazný rozdiel v pomere dĺžky tretieho a piateho prstu aj pomere dĺžky štvrtého a piateho prstu.

Kľúčové slová: prasnica, gravidita, testosterón, prsty, prasiatka

1 Úvod a prehľad literatúry

Počas prenatalného obdobia vývoja dochádza pod vplyvom rôznych faktorov k organizačným zmenám a formovaniu orgánov aj orgánových systémov. Vplyv týchto faktorov na plod je závislý na načasovaní (fáze vývojového štádia plodu) a fyziologických procesoch v organizme matky. Pri expozícii v senzitivnej perióde má konkrétny faktor dlhodobý alebo aj trvalý efekt (Davis a Sandman, 2010, Godfrey et al., 2011). Jedným z faktorov významne ovplyvňujúcich vývoj sexuálneho dimorfizmu, CNS a výkonnosť CNS a správanie je hladina testosterónu v tele matky (Ford a Christenson 1987, Petric et al., 2004, Hines 2006). Zaujímavým dôsledkom vplyvu testosterónu na rast, vývoj a pravdepodobne aj sexuálny dimorfizmus je rozdiel v pomere dĺžky druhého a štvrtého prsta (2D:4D) pri jedincoch s rôznou hladinou testosterónu v tele matky počas vnútromaternicového vývoja. Pri vystavení vyšším dávkam testosterónu počas vnútromaternicového vývoja sa pri ľuďoch pomer 2D:4D znižuje, kvôli predĺžovaniu 4 prsta. Tento efekt sa výraznejšie prejavuje na pravej ruke (Manning et al., 1998, Peters et al., 2002). Rovnaký vplyv na pomer 2D:4D bol potvrdený na pavianoch (Roney et al., 2004), laboratórnych myšiach (Brown et al., 2002) a laboratórnych potkanoch (Talarovičová et al., 2009), vo všetkých prípadoch autori merania vykonávali na pravej prednej končatine. V predloženej pilotnej práci bol preskúmaný vzťah dĺžky prstov ošípaných vo vzťahu k hladine slinného testosterónu matky počas gravidity. Testovali sme hypotézu že prenatalná expozícia rozdielnou hladinou testosterónu ovplyvní rast prstových kostí a pomer dĺžok medzi niektorými prstami.

2 Materiál a metódy

2.1 Zber dát

V analýze bolo použité potomstvo po dvoch prasniciach plemena biela ušľachtilá s prirodzene rôznymi hladinami slinného testosterónu počas gravidity (MSTS). Sliny boli prasniciam odoberané 14 dní pred očakávaným termínom pôrodu. Prasnica 498 mala v slinách 422,19 pg/mL MSTS a prasnica 510 mala 345,99 pg/mL MSTS. Pre určenie obsahu testosterónu bola použitá metóda ELISA s komerčným kitom DiaMetra Testosterone saliva. Optická absorbancia bola meraná zariadením Microplate Reader Model DV 990BV4, UniEquip Deutschland.

Potomstvo po prasnici 498 bolo 6 prasiatok (4 prasničky a 2 kančekov), po prasnici 510 10 prasiatok (5 prasničiek a 5 kančekov).

Pre meranie bola vybratá pravá predná končatina. Dĺžka prstov bola meraná po prednej strane od kĺbu medzi metakarpálnou kosťou prvou prstovou kosťou po koniec prsta zbaveného rohového puzdra. Z dôvodu odlišnej anatomickej stavby končatiny v porovnaní s primátmi, myšami a potkanmi boli merané a porovnávané všetky 4 prsty pravej prednej paprčky. Prsty boli označované nasledovne: druhý prst – 21D, tretí prst – 3D, štvrtý prst – 4D a piaty prst – 51D). Pri druhom a piatom prste bola meraná aj dĺžka prsta po vnútornej strane medzi prstami (Obrázok 1.). Tieto ukazovatele dĺžky druhého a piateho prsta boli označené 22D a 52D. Meranie bolo vykonané posuvným meradlom s presnosťou na 0,1 mm.



Obrázok 1. Spôsob merania dĺžky prsta 21D a 22D.

Figure 1. Method of measuring digit length 21D and 22D.

2.2 Analýza dát

Pre jednotlivé ukazovatele (dĺžky prstov aj pomery dĺžok) sme vypočítali základné variačno-štatistické charakteristiky. Vzťah medzi MSTS a dĺžkou prstov ako aj pomerom dĺžok sme hodnotili korelačnou analýzou (Spearmanova korelácia ρ). Pre porovnanie rozdielov medzi pohlaviami sme použili Mann-Whitneyho test.

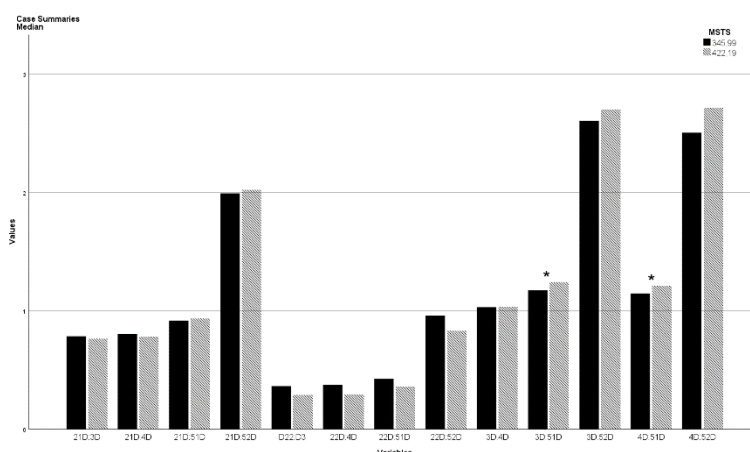
Porovnanie pomerov dĺžky jednotlivých prstov medzi prasiatkami od matiek s rozdielnym MSTS sme vykonali Mann-Whitneyho testom. Pre štatistickú analýzu bol použitý program IBM SPSS v. 26.

3 Výsledky a diskusia

Dĺžka každého z prstov ošípaných v našom meraní negatívne koreluje s hladinou MSTS. Na rozdiel od ľudí, pavíánov, laboratórnych myší aj potkanov (Manning et al., 1998, Peters et al., 2002, Roney et al., 2004, Brown et al., 2002, Talarovičová et al., 2009) žiaden prst pri zvýšenej hladine MSTS nie je predlžovaný. Preukazná korelácia dĺžky prstov a MSTS bola zaznamenaná pri D21 ($\rho = -0,63$, $P < 0,05$) a D51 ($\rho = -0,819$, $P < 0,001$).

Pomer 2D:4D sa s vyšším obsahom MSTS znižuje, podobne ako pri iných modelových druhoch, ale vzťah nie je preukazný. Pre pomer 21D:4D bol zaznamenaný $\rho = -0,504$, ($P = 0,055$) a pre dĺžku 22D:4D bol $\rho = -0,472$, ($P = 0,075$). S vyšším obsahom MSTS sa preukazne znižuje pomer 22D:3D ($\rho = -0,535$, $P < 0,05$) a naopak preukazne rastie pomer 3D:51D ($\rho = 0,756$, $P < 0,01$) a 4D:51D ($\rho = 0,639$, $P < 0,01$).

Výsledné pomery medzi dĺžkou jednotlivých prstov zobrazuje Obrázok 1.

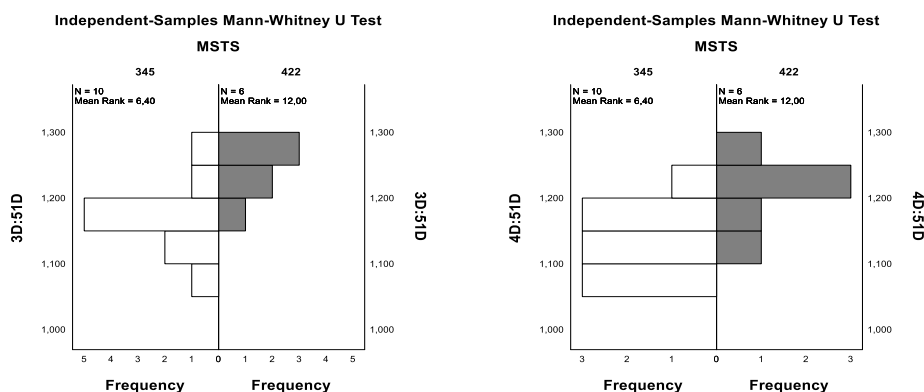


Obrázok 2. Porovnanie pomeru dĺžky jednotlivých prstov (n = 16), asterix označuje preukazný rozdiel (*P < 0,05).

Figure 2. Comparison of individual finger length ratio (n = 16), asterisks indicate significant differences (*P < 0,05).

Preukazný rozdiel v pomere prstov medzi potomkami matiek s rozdielnou hladinou MSTs bol zaznamenaný v dvoch prípadoch 3D:5D a 4D:5D (P < 0,05). Rozdielny výsledok voči iným modelovým zvieratám je možné vysvetliť inou anatomicou stavbou končatiny ošípanej. Rozdielnu frekvenciu pomerov 3D:5D a 4D:5D pri prasniciach s rozdielnou hladinou MSTs zobrazuje Obrázok 3.

Analýza neodhalila rozdiel medzi pohlaviami v dĺžke prstov ani pomere medzi jednotlivými prstami neboli preukazné. Pravdepodobne z dôvodu, že všetky hodnotené samce boli kastráti – bravce.



Obrázok 3. Priemerné poradie a frekvencia pomerov prstov 3D:5D a 4D:5D pri rôznych hladinách MSTs (n = 16).

Figure 3. Mean Rank and frequency of digit ratio 3D:5D and 4D:5D for different MSTs levels (n = 16).

4 Záver

Analýza pomeru dĺžok prstov odhalila existenciu preukazných rozdielov v pomere dĺžok prstov 3D:5D a 4D:5D pri potomstve matiek s rozdielnou hladinou MSTs. Rozdiely pri prstoch 2D:4D, bežné pri doteraz preskúmaných druhoch neboli zaznamenané. Rozdiel voči iným doteraz skúmaným druhom môže byť spôsobený odlišnou anatomicou stavbou končatiny

ošípanej. Výsledky pilotného projektu bude potrebné overiť na väčšom počte matiek. Bude potrebné určiť aj priebeh zmien hladín testosterónu počas gravidity a presne určiť senzitívnu periódu vplyvu MSTS na vývoj plodu.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

Brown, W.M., Finn, C.J., Breedlove, S.M. 2002. Sexual dimorphism in digit-length ratios of laboratory mice. *The Anatomical Record*, 267(3), s. 231 – 234. <https://doi.org/10.1002/ar.10108>

Davis, E.P., Sandman, C.A. 2010. The timing of prenatal exposure to maternal cortisol and psychosocial stress is associated with human infant cognitive development. *Child Development*, 81, s. 131 – 148. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01385.x>

Ford, J.J., Christenson, R.K. 1987. Influences of pre – and postnatal testosterone treatment on defeminization of sexual receptivity in pigs. *Biology of Reproduction*, 36(3), s. 581 – 587. <https://doi.org/10.1095/biolreprod36.3.581>

Godfrey, K., Inskip, H., Hanson, M. 2011. The Long-Term Effects of Prenatal Development on Growth and Metabolism. *Seminars in Reproductive Medicine*, 29(3), s. 257 – 265. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1275518>

Hines, M. 2006. Prenatal testosterone and gender-related behaviour. *European Journal of Endocrinology*, 155, s. S115 – S121. <https://doi.org/10.1530/eje.1.02236>

Manning, J.T., Scott, D., Wilson, J., Lewis-Jones, D.I. 1998. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen. *Human Reproduction* 13(11), s. 3000 – 3004. <https://doi.org/10.1093/humrep/13.11.3000>

Peters, M., Mackenzie, K., Bryden, P. 2002. Finger length and distal finger extent patterns in humans. *American Journal of Physical Anthropology*. 117(3), s. 209 – 217. <https://doi.org/10.1002/ajpa.10029>

Petric, N., Kato, Y., Elsaesser, F. 2004. Influence of prenatal testosterone treatment on foetal and prepubertal LH β -subunit mRNA and plasma LH concentrations in the female pig. *Domestic Animal Endocrinology*, 27, s. 25 – 38. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.01.003>

Roney, J.R., Whitham, J.C., Leoni, M., Bellem, A., Wielebnowski, N., Maestripieri, D. 2004. Relative digit lengths and testosterone levels in Guinea baboons. *Hormones and Behavior*, 45(4), s. 285 – 290. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2003.12.008>

Talarovičová, A., Kršková, L., Blažeková, J. 2009. Testosterone enhancement during pregnancy influences the 2D:4D ratio and open field motor activity of rat siblings in adulthood. *Hormones and Behavior*, 55(1), s. 235 – 239. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2008.10.010>

Korešpondenčná adresa: Peter Juhas, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Peter.Juhas@uniag.sk, ORCID 0000-0002-2546- 3680

VPLYV PRÍDAVKU BIOLOGICKÉHO ADITÍVA NA OBSAH FRAKCIÍ VLÁKNINY V RAŽNÝCH SILÁŽACH

The effect of the addition of a biological additive on the content of fiber fractions in rye silages

Miroslav Juráček, Daniel Bíro, Mária Kalúzová, Milan Šimko, Branislav Gálik, Michal Rolinec, Ondrej Hanušovský, Mária Kapusniaková, Stanislava Drotárová, Eva Mixtajová

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

Cieľom práce bolo zistiť vplyv prídavku biologického aditíva (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus paracasei*, *Pediococcus acidilactici*) na obsah frakcií vlákninového komplexu ražných siláží. Celkovo sa zasilážovali dva varianty, kontrolný bez prídavku aditíva (CN) a variant AD s prídavkom biologického aditíva. Na silážovanú uvädnutú hmotu raže sa aplikoval inokulant v dávke 2 g aditíva + 25 ml vody na 1 tonu. Silážna hmota sa naplnila do plastových minivakov a pomocou vákuovacieho zariadenia sa hermeticky uzavrela. Po 2 mesiacoch uskladnenia sa minivaky otvorili a siláže sa podrobili chemickým analýzám na obsah acidodetergentnej, neutrálnedetergentnej frakcie vlákniny a neutrálnedetergentného lignínu. Výsledky potvrdili, že prídavok biologického aditíva preukazne ($P < 0,05$) ovplyvnil obsah frakcií vlákniny v ražných silážach. Inokulované siláže sa vyznačovali štatisticky preukazne ($P < 0,05$) vyšším obsahom lignínu a preukazne ($P < 0,05$) nižším obsahom acidodetergentnej, neutrálnedetergentnej vlákniny, celulózy a hemicelulózy v porovnaní so silážami bez prídavku aditív.

Kľúčové slová: ražná siláž, frakcie vlákniny, biologické aditívum

1 Úvod a prehľad literatúry

Raž ako objemové krmivo je možné využívať v čerstvom stave (v podobe pastvy), alebo ju konzervovať silážovaním. Efektívne je po zbere ozimnej raže pestovanie kukurice na siláž (West et al., 2020). Raž poskytuje viac krmnej biomasy v skoršom jarnom období, avšak na úkor nutričnej kvality, pričom výživná hodnota sa s postupujúcim rastom výrazne mení. S fázami rastu sa zvyšuje obsah neutrálnedetergentnej frakcie vlákniny a klesá obsah dusíkatých látok a stráviteľnosť neutrálnedetergentnej frakcie vlákniny (Phillips et al., 2021; Zhao et al., 2020). Vo všeobecnosti má raž vyšší obsah vlákniny a nižšiu stráviteľnosť a chuťnosť ako pšenica, tritikale, jačmeň a ovos v podobe siláže z dôvodu najmä vyššieho podielu stebiel (Marsalis, 2018). Baktérie mliečneho kvasenia používané ako silážne aditíva napomáhajú účine znižovať pH v ošetrovaných silážach, čím inhibujú rozvoj nežiaducich mikroorganizmov, niektoré sa podieľajú na zvyšovaní aeróbnej stability, ale aj využiteľnosti živín (Mitrík, 2018; Ávila a Carvalho, 2019; Bíro et al., 2020).

2 Materiál a metódy

V spolupráci s PD Bzince pod Javorinou sa silážovala raž siata (*Secale cereale* L.) odroda Borfuro. Po 48 hodinovom uvädaní sa uvädnutá hmota raže narezala na dĺžku rezanky 2 cm pomocou rezačky Class Jaguar 850. Narezaná hmota sa následne zasilážovala v dvoch variantoch: CN (kontrola bez prídavku aditíva) and AD (s prídavkom biologického aditíva). Vo variante AD sa aplikovalo biologické aditívum v zložení: *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus paracasei*, *Pediococcus acidilactici* (obsahujúce aktívne baktérie $1,25 \cdot 10^{11}$ KTJ.g⁻¹) aplikované

v dávke 2 g aditíva + 25 ml vody na 1 tonu silážovanej hmoty. Uvädnutá hmota v jednotlivých variantoch ($n=3$) sa plnila do plastových minivakov a pomocou vákuovacieho zariadenia (MSW Motor Technics) sa hermeticky uzavrela. Minivaky boli uskladnené v Laboratóriu konzervovania krmív pri konštantnej teplote 22 ± 2 °C. Po dvoch mesiacoch od naplnenia sa minivaky otvorili a odobrali sa priemerné vzorky na chemické analýzy. Vo vzorkách ražných siláží sa stanovil obsah sušiny (sušením pri teplote 103 ± 3 °C, vážením), acidodetergentnej vlákniny: ADV (hydrolyzou v kyslom detergente), neutrálnedetergentnej vlákniny: NDV (hydrolyzou v neutrálnom detergente), acidodetergentného lignínu (po 3 hodinovej hydrolyze 72 % roztokom kyseliny sírovej), celulózy (výpočtom: ADV-Lignín) a hemicelulóza (výpočtom NDV-ADV).

3 Výsledky a diskusia

Po prídavku biologického aditíva sa štatisticky preukazne ($P<0,05$) znížil obsah ADV v ražných silážach o 3,65 %. Všetky ražné siláže (kontrolné aj s aditívom) mali priemerný obsah ADV $278,70 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Simionatto et al. (2019) zaznamenali silážach raže obsah ADV 244,5 g a $288,2 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny v závislosti od fázy zberu (odnožovanie vs. začiatok kvitnutia). Lineárne zvyšovanie hodnôt ADV v silážach raže v závislosti od fázy zberu potvrdili aj Zhao et al. (2021), $286,80 \text{ g}$ (zber 30.4.), $345,51 \text{ g}$ (zber 9.5.) a $434,60 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny (zber 15.5 - fáza kvitnutia). Aj rozdiely v hodnotách NDV boli štatisticky preukazné ($P<0,05$), pričom siláže bez ošetrenia mali vyšší obsah NDV o $45,87 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny ako siláže variantu AD, čo predstavovalo 10,06 %. Priemerný obsah NDV v ražných silážach celkovo bol $433,09 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Horst et al. (2018) zaznamenali vyšší priemerný obsah NDV v silážach raže, čo mohlo byť spôsobené najmä vplyvom odrody a štádia rastu raže v čase silážovania. Simionatto et al. (2019) zistili v silážach raže obsah NDV $417,0 \text{ g}$ a $510,0 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny v závislosti od fázy zberu (odnožovanie vs. začiatok kvitnutia). Lineárne zvyšovanie hodnôt NDV v silážach raže v závislosti od fázy zberu potvrdili aj Zhao et al. (2021), $485,29 \text{ g}$ (zber 30.4.), $578,29 \text{ g}$ (zber 9.5.) a $671,41 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny (zber 15.5 - fáza kvitnutia). V ražných silážach s prídavkom inokulantu sa zaznamenal štatisticky preukazne vyšší obsah lignínu ($P<0,05$). Zvýšenie obsahu lignínu bolo v súlade s výsledkami Du et al. (2020) po aplikácii baktérií mliečneho kvasenia (*L. plantarum*). Vo všetkých ražných silážach celkovo sa zistil priemerný obsah lignínu $27,09 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Štatisticky preukazne nižší obsah celulózy v porovnaní s kontrolou mali siláže s prídavkom biologického aditíva (o 6,36 %), pričom vo všetkých silážach priemerná hodnota celulózy dosiahla $251,61 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Siláže s inokulantom sa vyznačovali preukazne ($P<0,05$) nižším obsahom hemicelulózy než siláže bez prídavku aditív (o 20,63 %). Všetky ražné siláže (variantu CN aj AD) mali priemerný obsah hemicelulózy $154,38 \text{ g.kg}^{-1}$ sušiny. Pokles obsahu frakcií vlákniny pravdepodobne súvisel s enzymatickou aktivitou baktérií mliečneho kvasenia (Soundharrajan et al., 2021; Nsereko, 2008).

Tabuľka 1 Vplyv prídavku aditíva na frakcie vlákniny ražných siláží

Parameter	Jednotky	CN		AD		Celkovo
		priemer	SD	priemer	SD	priemer
ADV	g.kg^{-1} sušiny	283,88*	1,66	273,52*	1,95	278,70
NDV	g.kg^{-1} sušiny	456,02*	3,53	410,15*	1,41	433,09
Lignín	g.kg^{-1} sušiny	24,01*	3,85	30,18*	4,07	27,09
CEL	g.kg^{-1} sušiny	259,87*	4,30	243,35*	5,98	251,61
HEMI	g.kg^{-1} sušiny	172,14*	4,85	136,63*	2,65	154,38

CN: kontrola, AD: s prídavkom biologického aditíva, SD: smerodajná odchýlka, ADV: acidodetergentná vláknina, NDV: neutrálnedetergentná vláknina, CEL: celulóza, HEMI: hemicelulóza, *štatisticky preukazné hodnoty v riadku ($P<0,05$)

4 Záver

Prídavok biologického aditíva (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus paracasei* a *Pediococcus acidilactici*) preukazne ovplyvnil obsah frakcií vlákniny v ražných silážach. Inokulované siláže sa vyznačovali preukazne vyšším obsahom acidodetergentného lignínu a preukazne nižším obsahom acidodetergentnej, neutrálnedetergentnej vlákniny, celulózy a hemicelulózy v porovnaní s kontrolnými silážami.

PodĎakovanie

Autori vyslovujú poďakovanie za spoluprácu Ing. Danielovi Laššákovi, ako aj jeho kolegom z PD Bzince pod Javorinou. Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

- Ávila, C.L.S., Carvalho, B.F. 2020. Silage fermentation-updates focusing on the performance of micro-organisms. *Journal of Applied Microbiology*, 128(4), 966-984.
- Bíro, D., Juráček, M., Šimko, M., Gálik, B., Rolinec, M. 2020. Konzervovanie a úprava krmív. 2. vyd. Nitra: SPU. 223 s., ISBN 978-80-552-2149-6.
- Du, Z., Sun, L., Chen, C., Lin, J., Yang, F., Cai, Y. Exploring the microbial community structure and metabolic gene clusters during silage fermentation of paper mulberry, and developing the high-protein woody plant as ruminant feed. *bioRxiv* 2020, 275, 114766.
- Horst, E.H., Neumann, M., Mareze, J., Leão, G.F.M., Bumbieris Júnior, V.H., Mendes, M.C. 2018. Nutritional composition of pre-dried silage of different winter cereals. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40. doi: 10.4025/actascianimsci.v40i1.42500
- Marsalis, M. 2018. Small Grain Forages for New Mexico. Cooperative Extension Service. College of agricultural, consumer and environmental sciences. Circular 630. aces.nmsu.edu/pubs
- Mitrik, T. 2018. Silážovanie. Spišská Nová Ves: FEED LAB s.r.o., 3. vyd., 277 s., ISBN 978-80-969658-2-3.
- Nsereko, V.L., Smiley, B.K., Rutherford, W.M., Spielbauer, A., Forrester, K.J., Hettinger, G.H., Harman, E.K., Harman, B.R. 2008. Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. *Animal feed science and technology*, 145(1-4), 122-135.
- Phillips, H.N.; Heins, B.J.; Delate, K.; Turnbull, R. Biomass Yield and Nutritive Value of Rye (*Secale cereale* L.) and Wheat (*Triticum aestivum* L.) Forages While Grazed by Cattle. *Crops* 2021, 1, 42–54. <https://doi.org/10.3390/crops1020006>
- Simionatto, M., Maeda, E.M., Fluck, A.C., Silveira, A.P., de Paula, F.L.M., Costa, O.A.D., Olmar, A.D.C., Mayer L.R.R., Macedo, V.D.P. 2019. Nutritional and morphostructural characterization of pre-dried winter grass silage. *Semina: Ciências Agrárias (Londrina)*, 40 (5 Suppl. 1), 2375-2385.
- Soundharrajan, I., Park, H.S., Rengasamy, S., Sivanesan, R., Choi, K.C. Application and Future Prospective of Lactic Acid Bacteria as Natural Additives for Silage Production—A Review. *Appl. Sci.* 2021, 11, 8127. <https://doi.org/10.3390/app11178127>
- West, J.R., Ruark, M.D., Shelley, K.B. 2020. Sustainable intensification of corn silage cropping systems with winter rye. *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 1-12.
- Zhao, G.Q., Wei, S.N., Li, Y.F., Jeong, E.C., Kim, H.J., Kim, J.G. 2020. Comparison of forage quality, productivity and β -carotene content according to maturity of forage rye (*Secale cereale* L.). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, 40(3), 123-130.

Zhao, G.Q., Wei, S.N., Liu, C., Kim, H.J., Kim, J.G. 2021. Effect of harvest dates on β -carotene content and forage quality of rye (*Secale cereale* L.) silage and hay. Journal of animal science and technology, 63(2), 354.

Korešpondenčná adresa: Miroslav Juráček, Katedra výživy zvierat, Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, miroslav.juracek@uniag.sk, <https://orcid.org/0000-0003-1260-2319>

VYUŽITIE GENOMICKÝCH ÚDAJOV NA KVANTIFIKÁCIU ÚROVNE DIVERZITY SLOVENSKEHO STRAKATÉHO DOBYTKA

Using genomic data to quantify diversity level in Slovak Spotted cattle

Radovan Kasarda¹, Nina Moravčíková¹, Juraj Candrák¹, Ján Prišťák¹, Ivan Pavlík²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko

²NPPC – VÚŽV Nitra, Slovensko

Cieľom práce bolo vyhodnotiť stav genetickej diverzity slovenského strakatého plemena na základe genomických informácií o plemenných býkoch, matkách býkov a kravách z aktívnej populácie. Celkovo bolo genotypovaných 176 zvierat prostredníctvom dvoch boviných SNP 50k čipov. Databáza genomických informácií po kontrole kvality dát obsahovala informácie o 36609 informatívnych SNP markeroch. Vzhľadom na cieľ práce boli stanovené tieto ukazovatele: individuálny inbríding (F_{ROH}), efektívna veľkosť populácie (N_{eLD}) a genetická štruktúra populácie. Podľa očakávaní boli v genóme plemena najfrekventovanejšie krátke ROH úseky reflektujúce informácie zdedené od najviac vzdialených predkov (~ 50 generácií) a naopak najmenej často sa v genóme vyskytovali ROH úseky s dĺžkou 8 – 16 Mbp a >16 Mbp (6 – 3 generácie predkov). Priemerná hodnota koeficienta inbrídingu ($F_{ROH8-16Mbp}=1,65\%$, $F_{ROH>16Mbp}=1,43\%$) reflektujúca súčasnú úroveň príbuzenskej plemenitby korešpondovala s hodnotou efektívnej veľkosti populácie ($N_{eLD}=75,49$ jedinca). Výsledky analýzy genetickej štruktúry preukázali genetickú prepojenosť plemenných býkov a matiek býkov a rovnako aj genetický posun súvisiaci s preferenčným využívaním určitých línií býkov.

Kľúčové slová: hovädzí dobytok, genomická diverzita, lokálne populácie, SNP markery

1 Úvod a prehľad literatúry

V posledných desaťročiach došlo k výraznému poklesu genetickej diverzity hovädzieho dobytku. Táto genetická erózia bola spôsobená najmä špecializáciou produkcie uprednostňujúcej svetovo najrozšírenejšie a vysoko produkčné plemená. Okrem toho, intenzívna selekcia najlepších plemenníkov s vysokou genetickou nadradenosťou a ich preferenčné využívanie v inseminácii veľkého počtu kráv vedie k zníženiu genetickej diverzity v rámci plemena (Kadlečík et al., 2017). Sekundárnym efektom preferenčného využívania obmedzeného počtu línií a rodín v pripárovacích plánoch je párenie príbuzných jedincov a nárast inbrédnej depresie, ktorá negatívne ovplyvňuje reprodukciu a kondíciu zvierat (Gutiérrez-Reinoso et al., 2022). Monitorovanie genetickej diverzity nadobúda v tomto kontexte dôležitú úlohu a to najmä pri riadení programov rozvoja jednotlivých plemien. V súčasnosti sú na monitorovanie genetickej diverzity používané panely SNP v podobe čipov s vysokou hustotou genetických markerov, ktoré umožňujú presnejšie odhady ukazovateľov vzťahujúcich sa mieru inbrédnosti jedincov a príbuznosti populácií, vysoko presné odhady fylogenetického pôvodu jednotlivých druhov či plemien a možnosť používať zdieľané haplotypy na vyhodnotenie interakcie fenotypu a prostredia (Moravčíková et al., 2020; Kasarda et al., 2021).

Cieľom práce bolo vyhodnotiť mieru genetickej diverzity populácie slovenského strakatého plemena, reprezentovanej plemennými býkmi, matkami býkov a kravami z aktívnej populácie, na základe stanovenia genomického inbrídingu, efektívnej veľkosti populácie a jej štruktúry.

2 Materiál a metódy

Vzorky biologického materiálu (insemináčnej dávky a chlповé cibulky) pre extrakciu DNA pochádzali od 37 plemenných býkov narodených v rokoch 1972 – 2011, 50 matiek býkov a 89 kráv z aktívnej populácie. Cieľom bolo vybrať jedince tak, aby reflektovali genofond slovenského strakatého plemena. Po extrakcii jadrovej DNA boli vzorky genotypované pomocou dvoch SNP čipov a to BovineSNP50v2 BeadChip a International Dairy & Beef Chip. V rámci kontroly kvality genotypových dát v prostredí programu PLINK v1.9 (Chang et al., 2015) boli za informatívne považované výlučne autozomálne markery so známou pozíciou v genóme (bp), podielom chýbajúcich údajov nižším ako 10%, frekvenciou minoritnej alely vyššou ako 1%. V prípade testovania genetickej rovnováhy bola za hraničnú hodnotu považovaná $P=0.00001$. Po štandardnej kontrole kvality genotypových údajov výsledná databáza obsahovala informácie pre celkovo 174 zvierat a 36609 SNP markerov.

Miera inbrédnosti jedincov bola stanovaná prostredníctvom skríningu distribúcie homozygotných úsekov (ROH) v ich genóme na základe konzekutívneho prístupu implementovaného v balíku programu R detectRUNS (Biscarini et al., 2018). ROH úseky boli definované ako genomické oblasti obsahujúce minimálne 15 za sebou idúcich SNP markerov v homozygotnom stave s maximálnou vzájomnou vzdialenosťou 1 Mbp a minimálnou denzitou 1 SNP marker na 100 kbp. Minimálna dĺžka ROH úsekov bola stanovená na 1 Mbp. Individuálny koeficient inbrídingu (F_{ROH}) bol vypočítaný samostatne pre 5 dĺžkových kategórií ROH a to ako podiel sumy dĺžky ROH úsekov v genóme jedinca a celkovej dĺžky autozomálneho genómu odvodená na základe fyzickej pozície testovaných SNP markerov. Efektívna veľkosť populácie (N_{eLD}) bola vyhodnotená pomocou programu SNeP (Barbato et al., 2015) na základe jej vzťahu k úrovni väzbovej nerovnováhy (LD) v genóme. Historická efektívna veľkosť bola vyjadrená ako funkcia času a fyzickej vzdialenosti medzi dvoma markermi za predpokladu konštantného lineárneho rastu N_{eLD} s časom vyjadreným minulými generáciami. V dôsledku nízkej spoľahlivosti odhadu N_{eLD} pre prvých 9 generácií bola súčasná efektívna veľkosť testovanej populácie odhadnutá na základe lineárnej regresie hodnôt N_{eLD} pre maximálne 60 generácií predkov.

Genetická štruktúra populácie bola testovaná pomocou analýzy hlavných komponentov (PCA) a balíka programu R adegenet Adegnet v2.1.3 (Jombart a Ahmed, 2011). Na vizualizáciu boli použité prvé dva hlavné komponenty, popisujúce najväčší podiel variability v hodnotenom súbore.

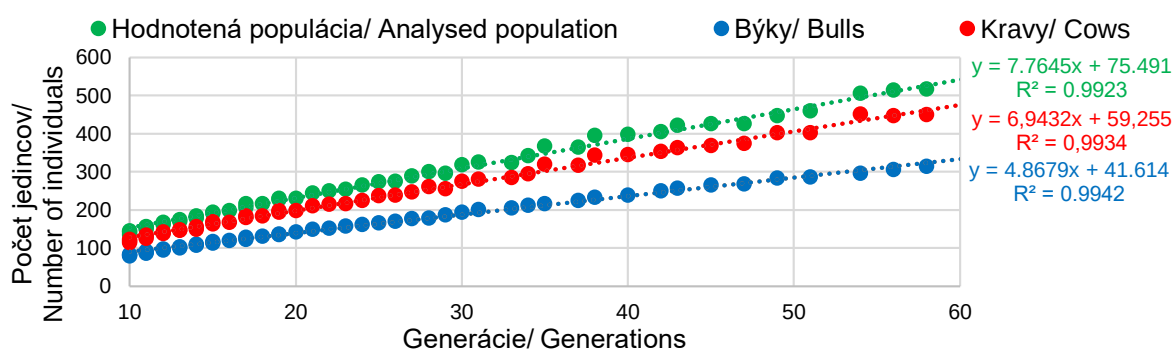
3 Výsledky a diskusia

V rámci jednotlivých dĺžkových kategórií ROH bolo v genóme býkov identifikovaných celkovo 9719 ROH úsekov s priemernou dĺžkou 8,73 Mbp a v genóme kráv 35487 s priemernou dĺžkou 8.96 Mbp. Podľa očakávaní najvyšší podiel z identifikovaných ROH úsekov tvorili veľmi krátke úseky (0-2 Mbp) reflektujúce genetické informácie zdedené od najviac vzdialených predkov (~ 50 generácií) (Tab. 1). Naopak najmenej často sa v genóme kráv aj býkov vyskytovali úseky s dĺžkou 8-16 Mbp resp. dlhšie ako 16 Mbp, ktoré zodpovedajú 6 – 3 generácie predkov a teda súčasnej úrovni príbuzenskej plemenitby. Pozorovaná úroveň súčasného inbrídingu $1,65 \pm 1,30\%$ ($F_{ROH8-16Mbp}$) resp. $1,43 \pm 1,27\%$ ($F_{ROH>16Mbp}=1,43\%$) bola z pohľadu udržateľnosti populácie dobrá, avšak medzi hodnotenými jedincami boli výrazné rozdiely, čo potvrdila aj analýza individuálneho koeficienta inbrídingu v závislosti od pohlavia (Tab. 1). V priemere boli viac inbrédne kravy ($F_{ROH8-16Mbp}=1,46 \pm 1,29\%$) ako býky ($F_{ROH8-16Mbp}=0,92 \pm 0,29\%$), čo však možno vysvetliť štruktúrou hodnotených údajov, kedy boli do analýz zapojené aj býky, ktoré pochádzajú z génovej banky a teda sa v súčasnosti v aktívnej populácii na pripárovanie nevyužívajú. Podobné hodnoty individuálneho inbrídingu zistili u plemenných býkov pomocou rodokmeňovej analýzy aj Kasarda et al. (2019).

Súčasná efektívna veľkosť populácie (Obr. 1) na úrovni 75,49 jedinca poukázala na fakt, že preferenčné využívanie línií býkov ako aj celkový pokles záujmu chovateľov viedli k pomerne vysokému medzigeneračnému poklesu (7,76 jedinca). Toto spolu s faktom, že je pozorovaná hodnota N_{eLD} výrazne pod hranicou, ktorú definovalo FAO ako minimálnu v prípade uchovávaní málopočetných plemien hospodárskych zvierat, potvrdzuje mimoriadne dôležitú úlohu pravidelného monitorovania stavu populácie. Podobný pokles možno pozorovať aj v prípade iných plemien chovaných na Slovensku, vrátane slovenského pinzgauškého dobytky (Kukučková et al., 2017).

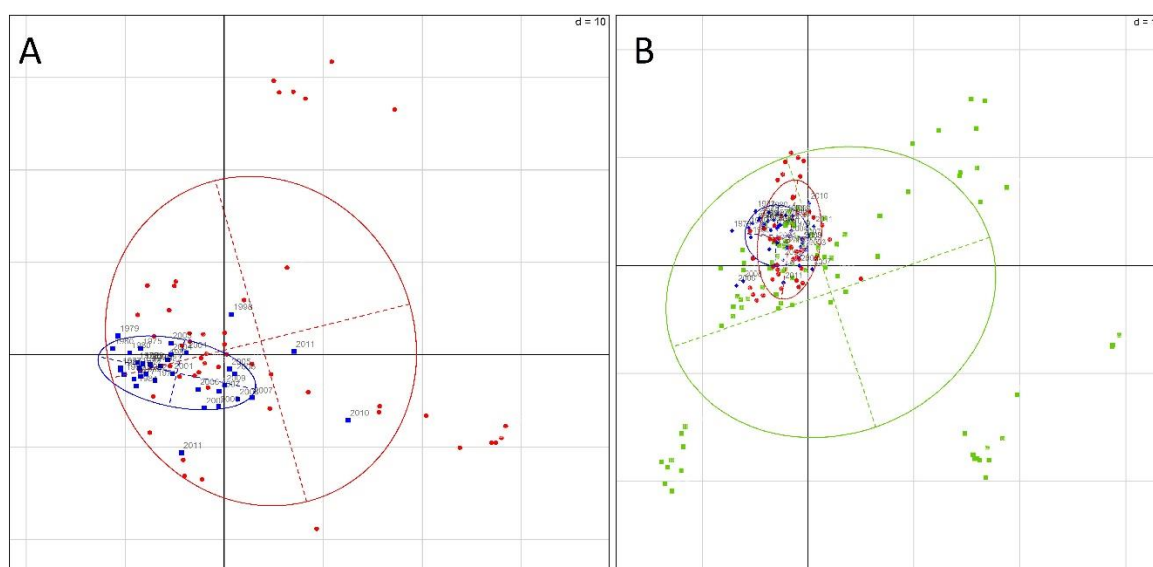
Tab. 1: Distribúcia ROH úsekov v genóme býkov a kráv slovenského strakatého plemena
Tab. 1: Distribution of ROH regions in the genome of Slovak Spotted bulls and cows

Dĺžková kategória Length category	Počet ROH ROH number	Priemerná dĺžka (Mbp) Average length (Mbp)	F_{ROH} (%)
Býky			
ROH 0-2 Mbp	7660	1,35	18,72 ± 1,78
ROH 2-4 Mbp	1638	2,60	7,54 ± 1,53
ROH 4-8 Mbp	351	5,26	2,98 ± 1,33
ROH 8-16 Mbp	62	10,88	0,93 ± 0,62
ROH >16 Mbp	8	23,70	0,92 ± 0,29
Krávy			
ROH 0-2 Mbp	28018	1,35	18,65 ± 2,31
ROH 2-4 Mbp	5975	2,59	7,61 ± 2,10
ROH 4-8 Mbp	1146	5,30	3,09 ± 1,77
ROH 8-16 Mbp	286	10,73	1,72 ± 1,34
ROH >16 Mbp	62	26,00	1,46 ± 1,29



Obr. 1: Efektívna veľkosť populácie odvodená od úrovne LD v genóme slovenského strakatého plemena

Fig. 1: Effective population size derived from the LD level in the genome of Slovak spotted breed



Obr. 2: Genetická štruktúra populácie plemenných býkov a matiek býkov (A) a celkovo (B) na základe PCA analýzy (modrá – býky, červená – matky býkov, zelená - kravy)

Fig. 2: Genetic structure of the sires and dams population (A) and overall population (B) based on PCA analysis (blue – sires, red – dams, green - cows)

Ako vyplýva z analýzy hlavných komponentov (Obr. 2) plemenné býky a matky býkov, ktoré predstavujú plemenné jadro tvoria jeden zhluk. Pri detailnejšej analýze je možné pozorovať genetický posun populácie v smere osi x, ktorý korešponduje s rokmi narodenia plemenných býkov a vyjadruje vývoj populácie. Kravy, ktoré sú mimo plemenného jadra vytvárajú niekoľko zhlukov, ktoré sú výsledkom preferenčného využívania obmedzeného počtu plemenníkov v jednotlivých chovoch.

4 Záver

Moderné riadenie populácií hospodárskych zvierat v súčasnosti musí popri genetickom pokroku zohľadňovať aj komponent udržateľnosti, ktorým je zachovanie genetickej diverzity. Celogenómové analýzy umožňujú detailné posúdenie tak historického vývoja v populácii, súčasného stavu ako aj naznačiť trendy vývoja do budúcnosti. Trend vývoja efektívnej veľkosti populácie s medzigeneračným poklesom o viac ako 7 jedincov naznačuje potrebu zamerať sa na rovnomerné využívanie línií plemenných býkov, resp. zvýšenie diverzity v ponuke používaných plemenných býkov. Miera genetickej diverzity v chovoch mimo plemenného jadra vytvára potenciál pre selekciu vhodných genotypov budúcich plemenníkov, ktorých zaradenie do plemenitby môže mať pozitívny vplyv na vývoj efektívnej veľkosti populácie. Zároveň môže byť motiváciou pre chovateľov na aktívne zapojenie sa do šľachtiteľského programu.

PodĎakovanie

Táto štúdia bola realizovaná s podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja (projekty APVV-17-0060 a APVV-20-0161). Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

Barbato, M. et al. 2015. SNeP: a tool to estimate trends in recent effective population size trajectories using genome-wide SNP data. *Front Genet*, 6:109.

Biscarini, F. et al. 2018. detectRUNS: Detect Runs of Homozygosity and Runs of Heterozygosity in Diploid Genomes. R package version 0.9. 5.

Gutiérrez-Reinoso, M.A. et al. 2022. A review of inbreeding depression in dairy cattle: current status, emerging control strategies, and future prospects. *J Dairy Res*, 28:1-10.

Chang, C.C. et al. 2015. Second-generation PLINK: rising to the challenge of larger and richer datasets. *GigaScience*, 4:7.

Kadlečík, O. et al. 2017. Inbreeding and genetic diversity loss in Slovak Pinzgau breed. *Agriculturae conspectus scientificus*, 82:259-262.

Kasarda, R. et al. 2019. Genomic and pedigree-based inbreeding in Slovak Spotted cattle. *Agrofor*, 4: 102-110.

Kasarda, R. et al. 2021. Food resources biodiversity: The case of local cattle in Slovakia. In *Sustainability*, vol. 13, pp. 1296.

Kukučková, V. et al. 2017. Genomic characterization of Pinzgau cattle: genetic conservation and breeding perspectives. *Conservation Genetics*, 18: 893-910.

Moravčíková, N. et al. 2020. Use of High-density SNP analyses to develop a long-term strategy for conventional populations to prevent loss of diversity - review. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 23:236-240.

Korešpondenčná adresa: Radovan Kasarda, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Ústav výživy a genomiky, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovensko, radovan.kasarda@uniag.sk, ORCID ID: 0000-0002-2723-3192.

DIFERENCOVANÁ IDENTIFIKÁCIA PARAMETROV KVALITY CHOVNÉHO PROSTREDIA PRE DOJNICE A OBSLUŽNÝ PERSONÁL

Differentiated identification of breeding environment quality parameters for dairy cows and service personnel

Jana Lendelová, Ingrid Karandušovská, Milada Balková, Miroslav Žitňák, Roman Gálik, Peter Hlaváč

Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko

Cieľom tejto štúdie bola identifikácia rizikových parametrov v chovnom prostredí dojníc počas horúcich letných dní v dvoch rôznych stavebných a konštrukčných typoch ustajnenia dojníc s dôrazom na hodnotenie vplyvu konštrukčných inovácií, chemizmu vzduchu a indexov hodnotenia tepelnej záťaže, ako aj príslušných parametrov kvality prostredia zamestnancov. Výsledky pozostávajúce z meraní mikroklimatických parametrov, meraní koncentrácií škodlivín a výpočtu indexov tepelnej záťaže THI a ETIC ukázali čiastočný odraz rôznych stavebných a konštrukčných riešení na kvalitu chovateľského prostredia. Počas horúcich letných dní neboli zistené výrazné rozdiely v indexoch tepelnej záťaže medzi maloobjemovým objektom (kde $V_A = 34,3 \text{ m}^3$ na zviera) s 5 košovými posuvnými ventilátormi (celkový výkon $82500 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) oproti hodnotám indexov vo veľkokubatúrnom objekte s prirodzeným vetraním (pričom $V_B = 82,5 \text{ m}^3$ na zviera). V objekte B boli významne nižšie koncentrácie CO_2 , NH_3 , CH_4 a H_2S ($P < 0,01$), čo vrátane konštrukčných podmienok predikuje efektívnejšie podmienky k zabezpečeniu požadovanej hygieny prostredia. Pre príslušnú triedu práce (1b) je prevažná časť protizáťažových opatrení vyhovujúcich pre dojnice opatreniami inverzne pôsobiacimi pre pracovníkov, čo je v zmysle platnej legislatívy iba čiastočne riešiteľné významnou zmenou organizácie práce.

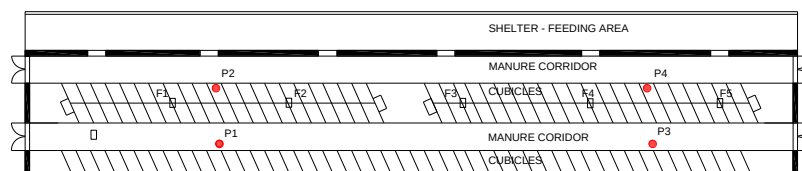
Kľúčové slová: ustajnenie dobytká, koncentrácie plynov, teplotno-vlhkostný index, ekvivalentný teplotný index

1 Úvod a prehľad literatúry

Poľnohospodárstvo a chov zvierat sú dôležitými zdrojmi emisií skleníkových plynov (GHG) a prispievajú k zmene klímy (Li et al., 2021). Živočíšna výroba je zodpovedná za 15 % emisií skleníkových plynov na celom svete a chov prežúvavcov predstavuje 18 % emisií skleníkových plynov v EÚ (Dimov et al., 2019). Emisie amoniaku (NH_3) a skleníkových plynov, napr. metán (CH_4), oxid uhličitý (CO_2) a oxid dusný (N_2O) zo systémov živočíšnej výroby vyvolávajú veľké obavy pre chovateľov dobytká aj environmentalistov kvôli ich negatívnemu vplyvu na okolité prostredie a globálnu klímu (Kavanagh, 2019). Chov dojníc je jedným z najväčších zdrojov NH_3 a CH_4 v rámci živočíšnej výroby (Poteko, 2019). Ich vysoká koncentrácia vo výrobných budovách má negatívny vplyv na zvieratá, chovateľov i krajinu. Dlhodobé vystavenie zvierat koncentrácii CO_2 nad 1 % vo vzduchu môže spôsobiť chronickú intoxikáciu, nižšiu produktivitu a odolnosť voči chorobám (Vtóri et al., 2017). Zlé vetranie môže zvýšiť relatívnu vlhkosť a koncentráciu škodlivých plynov, ako je oxid uhličitý a amoniak. Koncentrácia oxidu uhličitého závisí vo veľkej miere od typu budovy, systému vetrania a plošnej koncentrácie zvierat. Významným zdrojom CH_4 sú exkrementy, pretože obsahujú celulózu, ktorá je degradovaná baktériami produkujúcimi metán (Maurer et al., 2016). V letnom období horúce prostredie a obsah škodlivín v chovateľskom prostredí predstavujú mnoho rizikových faktorov ako pre zvieratá, tak aj pre obslužný personál.

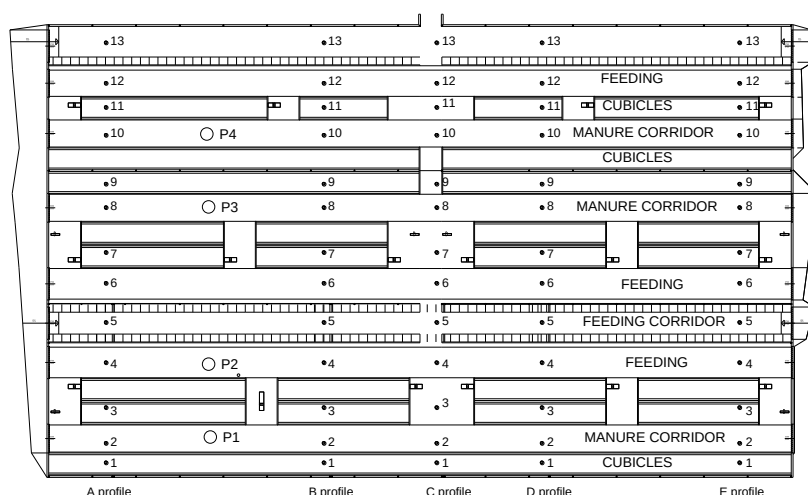
2 Materiál a metódy

Štúdia bola vykonaná počas letnej sezóny v dvoch typoch maštali pre dojnice s odlišnými procesnými a technickými systémami, v starej (A) a novej budove (B) na tej istej farme. Ustajňovacie objekty sa líšili veľkosťou, systémom ustajnenia a hospodárením s exkrementami (obr. 1 a 2). Koncentrácie CH_4 , NH_3 , N_2O a CO_2 boli merané pomocou fotoakustického multiplynového analyzátoru 1309 (Inova, Dánsko). Teplota vzduchu a relatívna vlhkosť boli merané každých 5 minút pomocou dataloggeru Comet. Tri dataloggery boli umiestnené blízko miest odberu vzoriek plynu vo vnútri maštale a dva dataloggery boli umiestnené mimo maštali. K hodnoteniu tepelnej záťaže bol použitý Teplotno-vlhkostný index (THI - vypočítaný podľa Kelly & Bond, 1971). Je najpoužívanejším indexom na hodnotenie tepelnej pohody dobytká. Tento index spája teplotu vzduchu a relatívnu vlhkosť do jednej hodnoty na odhad tepelnej záťaže. Ekvivalentný teplotný index dojníc (ETIC - počítaný podľa Wanga et al., 2018) zohľadňuje okrem teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu aj rýchlosť prúdenia vzduchu a intenzitu slnečného žiarenia (Hempel et al. 2019). Kvalita pracovného prostredia ošetrovateľov bola hodnotená podľa Zákona číslo 355/2007 a Vyhlášky č. 99/2016. Cieľom tejto štúdie bolo určiť koncentrácie škodlivých plynov a mikroklimatických parametrov interiérového vzduchu v dvoch rôznych stavebno-konštrukčných typoch ustajnenia dojníc v letnom období s dôrazom na zhodnotenie efektu konštrukčnej inovácie na chemizmus vzduchu a indexy tepelnej záťaže zvierat, ako aj parametre kvality prostredia zamestnancov. Bola vykonaná jednofaktorová analýza ANOVA a významnosť rozdielov medzi strednými hodnotami koncentrácií plynov v objektoch bola stanovená Tukeyovým testom. Všetky namerané údaje boli vyhodnotené pomocou programu Statistica 10 pre Windows (StatSoft, CZ).



Obr. 1 Pôdorys objektu A s meracími bodmi P1 – P4 k meraniam koncentrácií plynov a bodmi merania parametrov mikroklimy 1 - 4

Fig. 1 Floor plan of object A with measuring points P1 – P4 of gases and points 1 – 4 of measuring microclimate parameters



Obr. 2 Pôdorys objektu B s meracími bodmi P1 – P4 k meraniam koncentrácií plynov a bodmi merania parametrov mikroklimy 1 - 13

Fig. 2 Floor plan of object B with measuring points P1 – P4 of gases and points 1 - 13 of measuring microclimate parameters

3 Výsledky a diskusia

Výsledky meraní na farme a výpočty klimatických indexov sú znázornené v tabuľke č. 1 a na obrázkoch č. 3 a 4. Optimálna teplota v ustajnení dojníc je 8 °C – 16 °C (Kolacz a Dobrzański, 2019), čo nebolo zabezpečené ani v jednom z oboch objektov. V oblasti strednej Európy je to v lete v otvorených budovách s prirodzeným vetraním takmer nemožné. Metodika experimentu bola navyše zameraná na monitorovanie situácií počas dní s extrémne vysokými vonkajšími teplotami vzduchu, aby sa pre kritické prípady posudzoval ako chemizmus vzduchu, tak i tepelná záťaž zvierat a ľudí. Klimatické údaje boli zaznamenané v období s teplotou vonkajšieho vzduchu $30\text{ °C} < T_{\text{ext}} < 32\text{ °C}$, relatívnou vlhkosťou $47\% < RH_{\text{ext}} < 53\%$ a rýchlosťou prúdenia vzduchu $0,2\text{ m.s}^{-1} < v_{\text{ext}} < 1,2\text{ m.s}^{-1}$. Pri hodnotení parametrov vnútornej klímy neboli zistené významné rozdiely medzi objektmi A a B ($p > 0,05$), avšak v súlade s metodikou - v objekte B neboli nainštalované ventilátory. Zámerom chovateľa bolo poskytnúť v novostavbe veľkokubatúrny priestor s nízkoenergetickou, málo hlučnou a nízkoemisnou prevádzkou. Priemerné koncentrácie skleníkových plynov a amoniaku sa medzi objektami výrazne líšili ($P < 0,01$). Budova B (nová) bola charakterizovaná nižšími ($P < 0,01$) priemernými koncentraciami skleníkových plynov a amoniaku v porovnaní s pôvodnou budovou A (Tabuľka 1). Zistené množstvá všetkých plynov boli počas experimentu nižšie ako odporúčané environmentálne limity pre pracovníkov a zvieratá. Mikroklima v ustajňovacích objektoch má priamy aj nepriamy vplyv na zdravie zvierat, pretože výrazne ovplyvňuje emitovanie a koncentrácie škodlivín, ako sú skleníkové plyny, čpavok. Uvoľňovanie NH_3 a CO_2 z exkrementov je okrem iných faktorov podmienené teplotou a obsahom vlhkosti slamy (Witkowska, 2017). Pozorované rozdiely v koncentráciách skleníkových plynov možno pripísať rôznym technologickým systémom v analyzovaných maštaliach počas rovnakých dní na tej istej farme. Podľa Dimova a kol. (2019), teplota a relatívna vlhkosť súvisia s hladinami koncentrácií CO_2 . V našom experimente bola priemerná koncentrácia CO_2 v novej maštali (B) o 9,8 % nižšia ako v maštali A. Výrazné zlepšenie chemizmu vzduchu bolo zistené pri NH_3 , ktorý bol v novom objekte o 34,2 % nižší. Koncentrácie CH_4 boli dokonca o 41,5 % nižšie ako v starom objekte.

Tab. 1 Minimálne, maximálne a priemerné hodnoty všetkých meraní koncentrácií plynov, teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu

Tab. 1 The minimum, maximum values and average values of all measurements of gases, temperature and relative humidity of air

konc. plynov mg.m ⁻³	starý trojradový objekt A				nový osemradový objekt B				Limit. hodno ty mg.m ⁻³
	priemer	min	max	sm. odch.	priemer	min	max	sm. odch.	
CO ₂	1422.9	852.1	2619.7	290.6	1295.3	912.5	2045.8	170.7	4582
NH ₃	2.5	1.1	5.1	0.6	1.8	0.7	4.1	0.4	17.6
CH ₄	22.9	6.8	60.4	9.1	16.2	7.9	76.8	5.0	666
N ₂ O	0.9	0.6	3.7	0.1	0.8	0.5	1.3	0.1	180
H ₂ S	1.5	0.7	3.3	0.2	1.3	0.4	2.7	0.3	14

Mikroklimatické parametre sú dôležitým fyzikálnym faktorom pracovného prostredia, ktorý ovplyvňuje pracovné podmienky na pracoviskách. Z tohto dôvodu sú v našej legislatíve (§ 37 zákona č. 355/2007) ustanovené základné povinnosti zamestnávateľov pri ochrane zdravia zamestnancov pred záťažou teplom a chladom pri práci, pričom vyhláška č. 99/2016 Z. z. MZSR ustanovuje k tomu konkrétne podrobnosti. Pre príslušnú triedu práce (1b) je optimálna teplota $T_{op} = 22\text{ }^{\circ}\text{C} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T_{min} = 19\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{max} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$), prípustná relatívna vlhkosť $RH = 30\text{ } \% - 70\text{ } \%$ a prípustná rýchlosť prúdenia vzduchu $v \leq 0,3\text{ m.s}^{-1}$. V otvorených objektoch ako boli aj skúmané maštale (kde sa využíva prirodzené vetranie, účelné prievany v niektorých zónach a priamy dosah vetracej sily ventilátorov v životnej zóne zvierat i ľudí), je z finančných dôvodov nemožné v tropických dňoch znížiť teplotu na $T_{max} = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo aj potvrdili výsledky vyhodnotenia meraní.

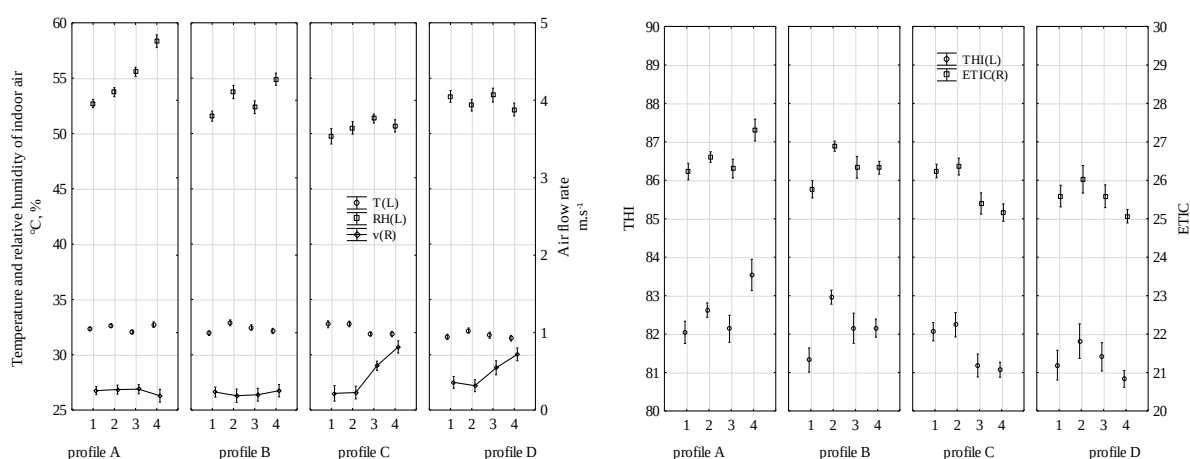
Každodenné úlohy zamestnancov zabezpečujúcich životné a hygienické potreby v efektívne budovaných ustajňovacích objektoch však nie sú nepretržite viazané na ich trvalý výkon len v týchto budovách v pracovnom čase. Najmä v novej maštali (objekt B) sa pracovný čas v prevádzkach skracuje na čas potrebný na obsluhu strojov, prípadné opravy a údržbu. Najdlhšie zotrvanie pracovníkov predstavuje čas na ošetrovanie zvierat, z ktorého väčšiu časť realizujú externí pracovníci – veterinárna služba. Vo väčšine prípadov je možné časovým manažmentom zákroky posúvať tak, aby sa minimalizovala táto práca v období extrémnych horúčav s posunom jej výkonu do mimokolíznych hodín dňa.

Vybudovaním objektu s novým konštrukčným riešením a inovatívnou technológiou ustajnenia sa zvýšil komfort ustajnených zvierat a kvalita ovzdušia z hľadiska produkcie čpavku, skleníkových plynov ako aj mikroklimatických parametrov. Zvýšila sa aj produktivita práce, zvýšil sa objem vzdušného prostredia z pôvodných $V_A = 34,3\text{ m}^3$ na nové $V_B = 82,5\text{ m}^3$ na zviera. Tieto výsledky sú v súlade s tvrdením Pograna a kol. (2011), že stavebno-technologické riešenie stavieb pre živočíšnu výrobu má významný vplyv na formovanie vnútorného prostredia, ktoré je tvorené kvalitatívnymi parametrami vzduchu v ustajňovacích priestoroch - teplotou a vlhkosťou vzduchu, jeho vekom a prúdením, množstvom pevných, plyných (CO₂, NH₃, H₂S) a bakteriálnych častí. Dlhé vlny horúčav majú silný vplyv na zhoršenie welfare a úžitkovosť dojníc (Herbut et al., 2021), čo bolo dlhodobo riešené aj v objekte A. Stratégie manažmentu kráv proti tepelnému stresu možno zhrnúť do nasledujúcich komponentov: fyzikálna modifikácia prostredia, genetický vývoj plemien odolných voči teplu a zlepšené postupy manažmentu výživy (Johnson, 2018). Konštrukčné parametre sú podstatné aj v kontexte intenzity vetrania (Drewry et al., 2018). Variabilita kvality ovzdušia ovplyvňuje aj kvalitu prostredia zvierat a pracovného prostredia ošetrovateľov (Šranková et al., 2019), ako aj kvalitu podstielky, čo sekundárne ovplyvňuje aj welfare zvierat. Rozdielnosť tejto variability bola zrejmá aj v sledovaných objektoch A a B. Dolejš (2006) zistil, že bežne dosahované hodnoty maštalej mikroklímy (teplota, vlhkosť a prúdenie vzduchu) boli v rozmedzí pre optimálny mikrobiálny vývoj pre rozklad močoviny na NH₃ a rozvoj pachotvorných látok. V sledovanom objekte A boli zistené vyššie koncentrácie amoniaku, no pri denne aktivovanej

motorickej ventilácii počas horúcich dní bol tento stav podlimitný a neboli nasadené olfaktometrické merania. Z dôvodu celoročnej potreby znižovania koncentrácií škodlivých plynov bol aj návrh vetracích otvorov v novostavbe dôležitým apelom pre zapracovanie prospešných inovatívnych zmien, čo uvádza v svojej práci aj Li et al. (2020). V súlade s jeho testovaním vyniká dizajn bočných stien maštale B našej experimentálnej farmy, kde otvory stien zaberali veľmi veľkú plochu, chránenú ovládateľným roletovým systémom, $P_{B,w}=882 \text{ m}^2$. Zvislé otvory medzi strešnými doskami s plochou horného otvoru $P_{B,1}=280 \text{ m}^2$ a spodného zvislého otvoru $P_{B,2}=127 \text{ m}^2$ účinne napomáhali toku vzduchu. Celkovo pripadalo v maštali B na jedno zviera $2,7 \text{ m}^2$ stavebných otvorov. Vek vzduchu v takto budovanej novej halovej konštrukcii (typu objektu B) má šancu byť aj celoročne oveľa nižší v porovnaní s klasickým typom ustajňovacích objektov ako bol experimentálny objekt A.

4 Záver

Veľkokubáturme ustajňovacie objekty zabrahujú rýchlym zmenám kvality prostredia a veľké otvory sú zárukou možnosti rýchlejšej výmeny vzduchu. Ak je strešná krytina tepelne izolovaná a dostatočne chráni pred prehrievaním konštrukcií, väčšie objemy vzduchu okolo zvierat pôsobia ako nárazníkový faktor pre výmenu vzduchu v objekte najmä počas poludňajšieho slnečného žiarenia. Preto je potrebný podrobnejší výskum na posúdenie celkového poklesu produkčných parametrov, ktorý možno pripísať výskytu extrémnych letných horúčav na konkrétnom mieste farmy a vyvážení výhod používania intenzívneho motorického vetrania, čo je problematické pre súlad s požiadavkami kvality pracovného prostredia pre ošetrovateľov.



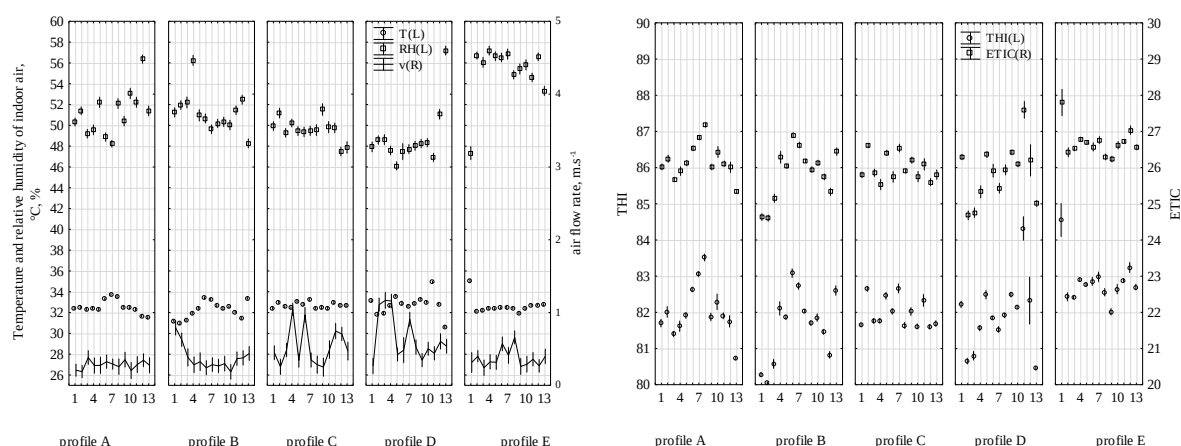
Obr. 3 vľavo: Výsledky vyhodnotenia meraní na farme v budove A s motorickou ventiláciou (počas obdobia s podmienkami vonkajších klimatických parametrov: teplota $30^\circ\text{C} < T_{\text{ext}} < 32^\circ\text{C}$, relatívna vlhkosť $47\% < RH_{\text{ext}} < 53\%$ a rýchlosť prúdenia vzduchu $0,2 \text{ m.s}^{-1} < v_{\text{ext}} < 1,2 \text{ m.s}^{-1}$). Priemerné hodnoty z meraní na 16 vnútorných bodoch boli: $T_{\text{int,AVG}}=32,22\pm0,45^\circ\text{C}$, $RH_{\text{int,AVG}}=52,92\pm2,14\%$, $v_{\text{int,AVG}}=0,37\pm0,23 \text{ m.s}^{-1}$

Obr. 3 vpravo: Výsledky hodnotenia indexov tepelnej záťaže THI a ETIC v budove A. Priemerné hodnoty zistené meraniami a výpočtom zo 16 meracích miest v starej budove boli: Teplotno-vlhkostný index (na ľavej osi) $THI_{A,AVG}=81.93\pm0.87$ a Ekvivalentný teplotný index pre dojnice (na pravej osi) $ETIC_{A,AVG}=26.09\pm0.71$

Fig. 3 left: Results of the evaluation of on-farm measurements in building A using motor ventilation (during the period with the test conditions of outdoor climatic parameters: temperature $30^\circ\text{C} < T_{\text{ext}} < 32^\circ\text{C}$, relative humidity $47\% < RH_{\text{ext}} < 53\%$ and airflow velocity $0.2 \text{ m.s}^{-1} < v_{\text{ext}} < 1.2 \text{ m.s}^{-1}$). The average values from the measurements at the 16 indoor points were: $T_{\text{int,AVG}}=32,22\pm0,45^\circ\text{C}$, $RH_{\text{int,AVG}}=52,92\pm2,14\%$, $v_{\text{int,AVG}}=0,37\pm0,23 \text{ m.s}^{-1}$

Fig. 3 right: Results of the evaluation of the THI and ETIC heat load indices in building A. The average values found by measurements and calculation from the 16 measurement locations in the

old building were: Temperature-Humidity Index (on the left axis) $THI_{A,AVG}=81.93\pm0.87$ and Equivalent Temperature index for Dairy Cow (on the right axis) $ETIC_{A,AVG}=26.09\pm0.71$



Obr. 4 vľavo: Výsledky vyhodnotenia meraní na farme v budove B bez použitia motorickej ventilácie (počas obdobia s podmienkami vonkajších klimatických parametrov: teplota $30^{\circ}\text{C} < T_{\text{ext}} < 32^{\circ}\text{C}$, relatívna vlhkosť $47\% < RH_{\text{ext}} < 53\%$ a rýchlosť prúdenia vzduchu $0,2 \text{ m.s}^{-1} < v_{\text{ext}} < 1,2 \text{ m.s}^{-1}$). Priemerné hodnoty z meraní na 65 vnútorných bodoch boli: $T_{\text{int},AVG}=32,61\pm0,71^{\circ}\text{C}$, $RH_{\text{int},AVG}=50,94\pm2,86\%$, $v_{\text{int},AVG}=0,47\pm0,28 \text{ m.s}^{-1}$

Obr. 4 vpravo: Výsledky hodnotenia indexov tepelnej záťaže THI a ETIC v budove B. Priemerné hodnoty zistené meraniami a výpočtom zo 65 meracích miest v starej budove boli: Teplotno vlhkosťný index (na ľavej osi) $THI_{B,AVG}=82,09\pm0,89$ a Ekvivalentný teplotný index pre dojnice (na pravej osi) $ETIC_{B,AVG}=26,12\pm0,71$.

Fig. 4 left: Results of the evaluation of on-farm measurements in building B without the use of motor ventilation (during the period with the test conditions of outdoor climatic parameters: temperature $30^{\circ}\text{C} < T_{\text{ext}} < 32^{\circ}\text{C}$, relative humidity $47\% < RH_{\text{ext}} < 53\%$ and airflow velocity $0.2 \text{ m.s}^{-1} < v_{\text{ext}} < 1.2 \text{ m.s}^{-1}$). The average values from measurements at 65 indoor points were: $T_{\text{int},AVG}=32,61\pm0,71^{\circ}\text{C}$, $RH_{\text{int},AVG}=50,94\pm2,86\%$, $v_{\text{int},AVG}=0,47\pm0,28 \text{ m.s}^{-1}$

Fig. 4 right: Results of the evaluation of the THI and ETIC heat load indices in building B. The average values found by measurements and calculation from 65 measurement locations in the old building were: Temperature-Humidity Index (on the left axis) $THI_{B,AVG}=82.09\pm0.89$ and Equivalent Temperature index for Dairy Cow (on the right axis) $ETIC_{B,AVG}=26.12\pm0.71$.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

Dimov, D., Marinov, I., Penev, T., Miteva, Ch. & Gergovska, Z. (2019). Animal hygienic assessment of air carbon dioxide concentration in semi-open freestall barns for dairy cows. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(2), 354-362.

Drewry, J.L., Mondaca, M.R., Luck, B.D. & Choi, C.Y. (2018). A computational fluid dynamics model of biological heat and gas generation in a dairy holding area. In *Transactions of the ASABE*, 61(1), 449-460.

Herbut, P., Hoffmann, G., Angrecka, S. Godyń, D. Vieira, F. M. C., Adamczyk, K. & Kupczyński, R. (2021). The effects of heat stress on the behaviour of dairy cows – a review. *Annals of Animal Science*, 21(2), 385-402.

Johnson, J.S. (2018). Heat stress: Impact on livestock well-being and productivity and mitigation strategies to alleviate the negative effects. *Animal production science journal*, 58, 1404-413.

Kavanagh, I., Burchill, W., Healy, M.G., Fenton, O., Krol, D.J. & Lanigan, G.J. (2019). Mitigation of ammonia and greenhouse gas emissions from stored cattle slurry using acidifiers and chemical amendments. *J. Clean Prod.*, 237, 117822.

Li, M., Liu, Sh., Sun, Y. & Liu, Y. (2021). Agriculture and animal husbandry increased carbon footprint on the Qinghai-Tibet Plateau during past three decades. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123963.

Pogran, Š., Bieda, W., Gálik, R., Lendelová, J. & Švenková, J. (2011). Kvalita vnútorného prostredia ustajňovacích objektov. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita.

Poteko, J., Záhner, M. & Schrade, S. (2019). Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming: A meta-analysis. *Biosystems Engineering*, 182, 16-28.

Šranková, V., Lendelová, J., Mihina, Š., Žitňák, M. & Nawalany, G. (2019). Mortality of broiler chickens during summer fattening periods affected by microclimatic conditions. *Acta technologica agriculturae*. 22(1), 22-30.

Vtoryi, V., Vtoryi, S., Gordeev, V. & Lantsova, E. (2017). Carbon dioxide emission from cattle manure removed by scrapers. In *International Scientific Conference: Engineering for Rural Development*, 16, Jelgava (Latvia), 328-332.

Witkowska, D. & Sowinska, J. (2017). Identification of microbial and gaseous contaminants in poultry farms and developing methods for contamination prevention at the source. *Poultry Science*, London: IntechOpen.

Korešpondenčná adresa: doc. Ing. Jana Lendelová, PhD., Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, phone: +421 37 641 5777, e-mail: jana.lendelova@uniag.sk, ORCID 0000-0002-0332-070X

BIOTECHNICKÉ PRÍSTUPY PRI ADAPTÁCII KRAJINNÝCH SYSTÉMOV NA ZMENY KLÍMY

Biotechnic approaches in the adaptation of landscape systems to climate change

Viera Paganová¹, Marek Hus², Helena Lichtnerová¹

¹Ústav krajinej architektúry, FZKI SPU Nitra, Slovensko

²Výskumné centrum AgroBioTech, SPU Nitra, Slovensko

Biotechnické prístupy pri adaptácii krajinných systémov na zmeny klímy využívajú vegetačné prvky drevín pre zabezpečenie trvalej pokrývnosti, vplyvu na kolobeh vody a biotickým funkciám. Výskum sa orientoval na zriedkavé dreviny autochtónnej flóry (*Pyrus pyraeaster*, *Sorbus torminalis*, *Tilia cordata*), ktoré môžu zvýšiť biodiverzitu a úspešne odolávať periódam sucha a zasoleniu pôd. Hodnotila sa fyziologická výkonnosť mladých rastlín pri nedostatku vody a zasolení pôdneho substrátu. Výsledky dokumentujú význam a úlohu koreňového systému pre odolnosť drevín a prekonanie stresu zo zasolenia. Hoci záujmové druhy prirodzene rastú na stanovištiach vystavených periódam sucha, uplatňujú odlišné stratégie pri zvládaní nedostatku vody, čo je dôležité zohľadniť pri úprave podmienok stanovišťa a biotechnike starostlivosti o sadenice a mladé stromy po výsadbe.

Kľúčové slová: sadenice, semenáčky, stromy, pestovanie, výsadba

1 Úvod a prehľad literatúry

Rozsiahle využívanie poľnohospodárskej pôdy znižuje štrukturálnu diverzitu a dostupnosť primeraných biotopov, čo nakoniec vedie k homogenizácii krajiny (Wania a kol., 2006). Pre udržanie vysokej a stabilnej úrovne poľnohospodárskej výroby je nevyhnutné udržanie biodiverzity krajinných ekosystémov. (Dainese a kol., 2019). Biodiverzita v tomto smere reprezentuje viac, než len rozmanitosť živočíšnych a rastlinných druhov, biotopov, ekosystémov a krajiny; je základom pre všetky ekologické procesy, ktoré udržiavajú život na Zemi a ľudské živobytie (Imboden a kol., 2010). Biotechnické riešenia aktívne využívajú vlastnosti drevín (tínenie, hospodárenie s vodou a pokrývnosť) pre zmiernenie procesov degradácie ekosystémov pod vplyvom sucha, erózie pôdy a ľudských aktivít. Sú založené na podpore prírodných a formovaní poloprírodných biotopov, zakladaní funkčných vegetačných prvkov a budovaní komplexných systémov zelenej infraštruktúry. Významným predpokladom úspešnosti biotechnických riešení je udržanie vysokej úrovne druhovej diverzity drevín.

Dreviny prítomné v poľnohospodárskej krajine sú z hľadiska druhového zloženia a početnosti výsledkom viacerých procesov – fragmentácie prírodných spoločenstiev, ochrany a obnovy drevín (najmä stromov) na pozemkoch aktívne využívaných farmármi, ale aj cielenej výsadby vybraných druhov pre určitú lokalitu. V celosvetovom meradle je súbor stromov (drevín), ktoré sa vyskytujú na poľnohospodárskej pôde, veľkej miere výsledkom interakcie ekologických a sociálno-ekonomicko-kultúrnych procesov (Ordonez a kol., 2014). Ide o súbor sociálnych, ekonomických alebo kultúrnych dôvodov pre ktoré človek stromy toleruje, zakladá alebo odstraňuje (Scales a Marsden, 2008).

V človekom regulovaných procesoch, napríklad kampane na výsadbu stromov alebo umelá obnova lesa sa často prejavuje nízka úspešnosť ujatia sadeníc a vegetatívneho materiálu, dokonca aj odrastených mladých stromov. Podmienky konkrétnej lokality a nezvládnutý manažment, môžu pre rastliny vytvárať stresujúce prostredie. Zdrojom stresov sú zmeny v prostredí (aridizácia) aj súbor biotických faktorov, akými sú konkurujúce druhy s inváznym

potenciálom, gradácia škodcov a chorôb, voľne žijúca zver alebo pasenie hospodárskych zvierat (Harvey a kol., 2011), ktoré obmedzujú aj úspešnosť prirodzenej obnovy. Ďalším dôvodom je výber drevín pre výsadby založený na pomerne jednoduchej štruktúre ponuky, resp. dostupnosti sadbového materiálu. Ak silne centralizovaní hráči na trhu (agentúry, monopolní obchodníci alebo dodávatelia) dominujú v dodávateľskom reťazci semien, celková diverzita môže byť pomerne nízka (Hudson, 2011). Často sa štandardom pre výsadby stávajú sadenice určitej kategórie (napríklad alejové stromy) rôzneho pôvodu, namiesto zohľadnenia kritérií genetickej kvality reprodukčného materiálu (známy pôvod, geografická variabilita). Pre diverzitu stromov je dôležité získať reprodukčný materiál lokálnym zberom z kvalifikovaných zdrojov v krajine a orientovať sa prioritne na sadbový materiál generatívneho pôvodu.

Očakáva sa, že zmena klímy celosvetovo zvýši počet regiónov náchylných na sucho (Dai, 2013; Huang a kol., 2016) a zmenené podmienky prostredia významne ovplyvnia rast a prežitie drevín v prírodnej aj kultúrnej krajine. Prebiehajúce zmeny v prostredí ovplyvňujú úspešnosť projektov budovania zelenej infraštruktúry a efektívnosť biotechnických opatrení. Najmä sadenice stromov s plytkým alebo nevyvinutým koreňovým systémom trpia a často zomierajú na sucho (Donovan a kol., 1992; McDowell a kol., 2008; Wang a kol., 2012). Preto je nevyhnutná identifikácia adaptabilných druhov, ktoré sú schopné prežiť napríklad v dlhších obdobiach sucha, pri zasolení pôd, alebo pod vplyvom termického stresu. Stromy odolné voči suchu, ktoré sú schopné preklenúť krátkodobé výkyvy v zásobovaní vodou v dôsledku ich fyziologických a metabolických funkcií.

Predmetom prezentovaného výskumu sú druhy autochtónnej flóry, ktoré prirodzene rastú na lokalitách vystavených periódam sucha (Lawesson a Oksanen, 2002; Paganová, 2003, 2008; Roper, 1993). Vo vegetačnom období odolávajú nedostatku vody aj termickému stresu. Tieto druhy disponujú ďalšími zaujímavými vlastnosťami – estetický habitus, kvitnutie, jedlé plody a vizuálna dynamika v priebehu roka. Výskum bol zameraný na identifikáciu druhov s vysokým adaptačným potenciálom na zmeny v prostredí (najmä sucho a zasolenie pôd) a modifikáciu konvenčných pestovateľských technológií smerom k zvyšovaniu tolerance mladých rastlín voči nedostatku vody a zasoleniu.

Cieľom výskumu bolo: (i) kvantifikovať fyziologickú výkonnosť juvenilných rastlín *Pyrus pyraeaster* a *Sorbus torminalis* v podmienkach sucha; (ii) určiť vplyv sucha na rast semenáčikov, parametre fotosyntézy a transpiráciu študovaných taxónov; (iii) zistiť ako vplyva zasolenie na sadenice *Tilia cordata* a *Pyrus pyraeaster* a najmä, ako silné zasolenie ovplyvňuje rast, vodný režim a fyziologickú výkonnosť týchto drevín v juvenilnej fáze rastu; (iv) aké mechanizmy tieto dreviny uplatňujú pri zvládaní stresu zo zasolenia. Identifikovať efektívne postupy pre uplatnenie odolných druhov do krajiny a navrhnúť úpravu biotechniky v rámci stabilizačných opatrení.

2 Materiál a metódy

V experimentoch sa použili rastliny vypestované zo semien z lokalít na Slovensku a v Českej republike. Pôvody predstavujú optimálne rastové podmienky študovaných taxónov v rámci ich prirodzeného areálu rozšírenia v strednej Európe; Semená sa po zbere plodov extrahovali a ošetrili stratifikáciou za studena počas 90 dní.

2.1 Dizajn experimentov a snímané parametre

Jednoročné semenáčky *P. pyraeaster* a *S. torminalis* boli pestované v rôznych vodných režimoch, kde sucho reprezentovalo 40 % vody a kontrolu 80 % vody podľa hmotnosti úplne nasýteného substrátu. Obsah vody v substráte bol vypočítaný na základe vlhkej hmotnosti (Trautmann a Richard, 1996). Meranými ukazovateľmi boli rast a distribúcia hmoty do orgánov, celková biomasa, pomer hmoty koreňa k výhonkom (R:S) a parametre výmeny plynov (g_s , E , A_n a efektívnosť využitia vody (WUE)).

Dvojiročné sadenice *T. cordata* a *P. pyraeaster* boli vystavené zasoleniu počas 50 dní, pričom každej rastline sa v pravidelných intervaloch aplikoval roztok 100 mM NaCl na úroveň kumulatívneho objemu 365 ml. Študovali sa adaptívne reakcie sadeníc pri zvládaní soľného stresu. Merané parametre boli rast a distribúcia hmoty do orgánov, pomer hmoty koreňa k výhonkom (R:S), obsah asimilačných pigmentov v listoch, parametre výmeny plynov (g_s , E , A_n) a efektívnosť využitia vody (WUE).

2.2 Spôsoby snímania parametrov a matematicko-štatistická analýza dát

Parametre koreňa vrátane dĺžky koreňa (RL), plochy povrchu koreňa (RSA), objemu koreňa (RV), priemernej hrúbky koreňa (ARD) a počtu koreňových vrcholov (NRT), boli merané pomocou systému WinRhizo REG 2009. (Regent Instruments, Quebec, QC, Kanada, SK0410192). Celková plocha listov (LA) bola stanovená skenovaním čerstvých listov pomocou softvéru ImageJ na konci experimentu. Parametre výmeny plynov boli snímané prenosným systémom CIRAS PP-3. Obsah asimilačných pigmentov v listoch bol stanovený spektrofotometrom (Lange DR 3900, Hach, Loveland, CO, USA). Hladiny každého pigmentu boli stanovené pomocou koeficientov a rovníc, ktoré stanovili Lichtenthaler a Buschmann (2001).

Obsah vybraných prvkov (K, Na) v rastlinných pletivách bola stanovená pomocou indukčne viazaného plazmového optického emisného spektrometra (ICP-OES 720, Agilent Technologies, Mulgrave, VIC, Austrália). Vodný potenciál listových pletív (Y_w) bol stanovený psychometrickým meraním na zariadení Wescor (model PSYPRO, EliTech Inc., Logan, UT, USA) s použitím vzorkovej komory C-52.

Na štatistickú analýzu údajov bol použitý softvér Statgraphics Centurion XVII (technológia StatPoint, Warrenton, VA, USA, XVIII, licenčné číslo: B480-E10A-00EA-P00S-60PO).

Na posúdenie rozdielov medzi sadenicami záujmových druhov sa použila dvojfaktorová analýza ANOVA porovnávajúca vplyv vlastností druhu (taxón), ošetrovania rastlín (zasolenie / sucho) a interakcie medzi nimi.

3 Výsledky a diskusia

V riadených experimentoch sa hodnotila odolnosť vybraných stromov autochtónnej flóry (*Pyrus pyraeaster*, *Sorbus torminalis*, *Sorbus domestica*, *Tilia cordata*) voči extrémnym prejavom sprevádzajúcim zmeny klímy a experimentálnu identifikáciu znakov určujúcich ich adaptabilitu na periódy sucha a zasolenie pôdneho substrátu.

Vo fyziologickej výkonnosti semenáčikov *P. pyraeaster* a *S. torminalis* vystavených suchu sa zistili preukazné rozdiely (Paganová a kol., 2020). *P. pyraeaster* aj v podmienkach nedostatku vody udržiava vyrovnaný pomer distribúcie hmoty medzi podzemnými a nadzemnými orgánmi. Formuje hrubšie listy a efektívne reguluje prieduchovú vodivosť a transpiráciu; udržiava vyššiu rýchlosť fotosyntézy. V reakcii na sucho semenáčky *S. torminalis* uplatnili stratégiu šetrenia vodou a udržiavali nízku prieduchovú vodivosť listov, čo dokumentujú aj výstupy štúdie o vplyve sucha na rozličné európske druhy drevín (Kunz a kol., 2016). *S. torminalis* kumuluje hmotu najmä v nadzemných orgánoch, pričom tento model distribúcie zachováva aj pri nedostatku vody a investuje do predlžovacieho rastu koreňa. Stratégiou, ktorú používa *S. torminalis*, je využívanie a mŕňanie dostupnej vody. Zhang a kol. (2018) tiež skúmali vplyv sucha na výmenu plynov z listov rôznych druhov stromov, bylín a popínavých rastlín a zistili významnú inhibíciu výmeny CO_2 v listoch listnatých drevín vyvolanú suchom. Inhibičný účinok sa stupňoval v závislosti od trvania stresu.

S. torminalis preferuje bohaté, hlboké a čerstvé pôdy, ktoré sú nepretržite zásobované vodou (Stephan a kol., 2003; Milner, 2011); rastie však aj na lokalitách ovplyvnených krátkodobým deficitom vody v pôdach (Paganová, 2008). Naproti tomu *P. pyraeaster* má širšiu ekologickú amplitúdu (Ellenberg, 1986). Vyskytuje sa v suchom stredomorskom alebo stepnom prostredí,

zároveň toleruje krátkodobé zaplavenie a rastie spoločenstvách lužných lesov s tvrdým drevom (*Ulmeto-Quercetum*) (Peniašteková, 1992; Machar, 2008). V súlade so zisteniami Heroult a kol. (2013) sme potvrdili, že v kontrolovaných podmienkach druhý s odlišnou ekologickou amplitúdou k pôdnej vlhkosti (*Sorbus* a *Pyrus*) majú odlišný rozsah odozvy na vodný režim.

Náš predchádzajúci výskum dokumentuje, že *P. pyraeaster* si zachováva vyvážený pomer rozloženia hmoty medzi podzemnými a nadzemnými orgánmi aj v podmienkach nedostatku vody (Paganová a kol., 2019, 2020). Podobný model alokácie hmoty v rastlinných orgánoch táto drevina uplatnila aj pri expozícii zasoleniu v substráte (Paganová a kol., 2022). Pri zasolení sadenice *P. pyraeaster* udržali vyvážený rast a akumuláciu biomasy v koreni, v reakcii na osmotický stres formovali menšie listy, účinne regulovali prieduchovú vodivosť a udržiavali vyrovnané hodnoty RWC a Ψ_{wl} . Štúdia preukázala, že *P. pyraeaster* blokuje príjem soli na úrovni koreňového systému a v stonke, čím chráni listový aparát pred intoxikáciou a poškodením. Rýchlosť fotosyntézy na jednotku plochy listu (A_n) zostala nezmenená aj pri stúpajúcom zasolení počas celého experimentu.

Sadenice *T. cordata* regulovali stratu vody (g_s) a udržiavali vyváženú fotosyntézu (A_n) v skorej reakcii na osmotický stres. Neboli však účinné pri obmedzovaní príjmu soli koreňovým systémom. Ióny Na^+ boli transportované do listov. Sadenice sa nedokázali vyrovnávať s iónovým stresom, ktorý dominuje pri vysokej úrovni zasolenia alebo u citlivých druhov, ktorým chýba schopnosť kontrolovať transport Na^+ . Napriek adaptívnym reakciám (regulácia g_s , obmedzenie rastu) sa prejavil významný pokles Ψ_{wl} a A_n u sadeníc *T. cordata* vystavených zasoleniu. Zistenia indikujú slabú toleranciu *T. cordata* voči zasoleniu v juvenilnej fáze rastu. Štúdia dokumentuje, že *P. pyraeaster* sa dokáže vyrovnávať so zasolením. Pochopenie mechanizmov tolerance zasolenia však vyžaduje hlbšie štúdium účinkov rôznych foriem a úrovní zasolenia na tieto dreviny.

4 Záver

Realizovaný výskum prezentuje potenciál zriedkavých druhov autochtónnej flóry odolať periódam sucha a prispôbiť sa zmenám v pôdnom prostredí (zasolenie). Zároveň poukazuje na význam hlbšej znalosti mechanizmov adaptácie drevín na zmeny v prostredí pri kvalifikovanom výbere druhov pre výsadby v krajine. Záujmové druhy – *P. pyraeaster* aj *S. torminalis* prirodzene rastú na stanovištiach vystavených periódam sucha, avšak uplatňujú odlišné stratégie pri zvládaní nedostatku vody, čo je dôležité zohľadniť pri úprave podmienok stanovišťa v prospech drevín. Získané výsledky dokumentujú význam a úlohu koreňového systému pre odolnosť drevín a prekonanie stresu zo zasolenia. Vyvážený rast koreňov *P. pyraeaster* zlepšuje zásobovanie vodou a má pozitívny vplyv na odolnosť sadeníc prostredníctvom zadržania a ukladania prijatých iónov solí mimo listového aparátu. Rozdielne stratégie, ktoré dreviny uplatňujú pri prekonávaní periód sucha a indikátory odlišnej miery ich tolerance voči nedostatku vody treba zohľadniť pri manažmente drevín v krajine, pri technikách výsadby a biotechnike starostlivosti o sadenice a mladé stromy po výsadbe.

Pre výsadby v krajine treba získať reprodukčný materiál z lokálnych zdrojov; Na rozdiel od výpestkov v z komerčných škôlok sú prispôsobené miestnym podmienkam (edafickým aj klimatickým). Treba cielene na základe fenotypu selektovať zdroje reprodukčného materiálu (stromy) bez rastových defektov s priebežným kmeňom; Sú predpokladom stabilnej štruktúry koruny a odolnosti potomstiev pri trvalom zaťažení aj dynamickom namáhaní pod vplyvom meteorologických javov. Mladé stromy treba pestovať bez priestorových obmedzení pre rast koreňov, optimálne ako sadenice s voľným koreňovým systémom. Pre úspešné ujetie mladých stromov na stanovišti treba vytvoriť dostatočný objem prekoreniteľného priestoru. Pri aktuálnej frekvencii epizód sucha vo vegetačnom období je nevyhnutné zlepšiť retenčné vlastnosti pôdy a zabrániť prehrievaniu koreňovej zóny drevín. Zásady a postupy úpravy podmienok v prospech drevín v zmysle Arboristického štandardu 7. (Paganová, 2023).

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

Dai, A. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nat. Clim. Chang.* 2013, 3, 52–58.

Dainese, M., Martin, E. A., Aizen, M. A., Albrecht, M., Bartomeus, I., Bommarco, R., ... & Steffan-Dewenter, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science advances*, 5(10), eaax0121.

Donovan, L.; Ehleringer, J.R. Contrasting water-use patterns among size and life-history classes of a semi-arid shrub. *Funct. Ecol.* 1992, 6, 482–488.

Ellenberg, H. *Vegetation Mitteleuropas Mit Den Alpen in Ökologischer Sicht*, 3rd ed.; Ulmer Verlag: Stuttgart, Germany, 1983.

Franks, P.J. Higher rates of leaf gas exchange are associated with higher leaf hydrodynamic pressure gradients. *Plant Cell Environ.* 2006, 29, 584–592.

Harvey, C. A., Villanueva, C., Esquivel, H., Gómez, R., Ibrahim, M., Lopez, M., ... Sinclair, F. L. (2011). Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1664–1674.

Hérault, A.; Lin, Y.S.; Bourne, A.; Medlyn, B.E.; Ellsworth, D.S. Optimal stomatal conductance in relation to photosynthesis in climatically contrasting Eucalyptus species under drought. *Plant Cell Environ.* 2013, 36, 262–274.

Huang, Y.; Gerber, S.; Huang, T.; Lichstein, J.W. Evaluating the drought response of CMIP5 models using global gross primary productivity, leaf area, precipitation, and soil moisture data. *Glob. Biogeochem. Cycles* 2016, 30, 1827–1846.

Hudson, Z. Monopsony vs. Monopoly: The Analytical Distinctions between Predatory Bidding and Predatory Pricing (January 18, 2010).

Imboden, Ch., Gross, D., Meynell, P.-J., Richards, D., and Stalmans, M. 2010. Biodiversity Management System: Proposal for the Integrated Management of Biodiversity at Holcim Sites. Gland, Switzerland: IUCN. 113pp.

Kunz, J.; Räder, A.; Bauhus, J. Effects of drought and rewetting on growth and gas exchange of minor European broadleaved tree species. *Forests* 2016, 7, 239.

Lawesson, J.E.; Oksanen, J. Niche characteristics of Danish woody species as derived from coenoclines. *J. Veg. Sci.* 2002, 13, 279–290.

Lichtenthaler, H.K.; Buschmann, C. Extraction of photosynthetic tissues: Chlorophylls and carotenoids. *Curr. Protoc. Food Anal. Chem.* 2001, 1, F4.2.1–F4.2.6. 31.

Machar, I. Historical development of floodplain forests in the Upper Moravian Vale (Vrapač National Nature Reserve, Czech Republic). *J. For. Sci.* 2008, 54, 426–437.

McDowell, N.; Pockman, W.T.; Allen, C.D.; Breshears, D.D.; Cobb, N.; Kolb, T.; Plaut, J.; Sperry, J.; West, A.; Yepez, E.A.; et al. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: Why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytol.* 2008, 178, 719–739.

Stephan, B.R.; Wagner, I.; Kleinschmit, J. EUFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for Wild Apple and Pear (*Malus sylvestris* and *Pyrus pyrastris*); International Plant Genetic Resources Institute: Rome, Italy, 2003.

Ordóñez, J.C., Luedeling, E., Kindt, R., Tata, H.L., Harja, D., Jamnadass, R., van Noordwijk, M., (2014). Constraints and opportunities for tree diversity management along the

forest transition curve to achieve multifunctional agriculture. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 6, 54–60.

Paganová, V. Wild pear *Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd. requirements on environmental conditions. *Ekológia* (Bratislava) 2003, 22, 225–241.

Paganová, V. Ecological requirements of wild service tree (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz.) and service tree (*Sorbus domestica* L.) in relation with their utilization in forestry and landscape. *J. For. Sci.* 2008, 54, 216–226.

Paganová, V.; Jureková, Z.; Lichtnerová, H. The nature and way of root adaptation of juvenile woody plants *Sorbus* and *Pyrus* to drought. *Environ. Monit. Assess.* 2019, 191, 714.

Paganová, V., Hus, M., Jureková, Z. Physiological performance of *Pyrus pyraeaster* L. (Burgsd.) and *Sorbus torminalis* (L.) crantz seedlings under drought treatment. *Plants*, 2020, 9(11), 1496.

Paganová V., HUS, M., Lichtnerová, H. Effect of salt treatment on the growth, water status, and gas exchange of *Pyrus pyraeaster* L. (Burgsd.) and *Tilia cordata* mill. seedlings. In *Horticulturae*. ISSN 2311-7524 online, 2022, vol. 8, iss. 6, art. no.519, [18] s.

Paganová, V. Arboristický štandard. 7: Úprava podmienok pre rast drevín. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2023. 47 s. ISBN 978-80-552-2567-5. <https://doi.org/10.15414/2022.9788055225685>

Peniašteková, M.; *Pyrus*, L. Hruška. In *Flóra Slovenska* IV/3; Berthová, L., Ed.; Vydavateľstvo SAV: Bratislava, Slovakia, 1992; pp. 384–388.

Roper, P. The distribution of the wild service tree, *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, in the British Isles. *Watsonia*, 1993, 19, 209–229.

Scales, B. R., Marsden, S. J. (2008). Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. *Environmental conservation*, 35(2), 160–172.

Trautmann, N.; Richard, T. Moisture Content. Cornell Waste Management Institute. 1996. Available online: http://compost.css.cornell.edu/calc/moisture_content.html

Wang, C.J.; Yang, W.; Wang, C.; Gu, C.; Niu, D.D.; Liu, H.X.; Wang, Y.P.; Guo, J.H. Induction of drought tolerance in cucumber plants by a consortium of three plant growth-promoting rhizobacterium strains. *PLoS ONE*. 2012, 7, e52565.

Wania, A., Kühn, I., & Klotz, S. (2006). Plant richness patterns in agricultural and urban landscapes in Central Germany—spatial gradients of species richness. *Landscape and Urban planning*, 75(1-2), 97–110.

Zhang, J.; Jiang, H.; Song, X.; Jin, J.; Zhang, X. The responses of plant leaf CO₂/H₂O exchange and water use efficiency to drought: A meta-analysis. *Sustainability* 2018, 10, 551.

Korešpondenčná adresa: Viera Paganová, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Tulipánová 7, 949 76 Nitra, viera.paganova@uniag.sk, ORCID 0000-0003-0183-2418

POROVNANIE KONTAMINÁCIE VYBRANÝCH TKANÍV OLOVOM U FARMOVÝCH A VOĽNE ŽIJÚCICH BAŽANTOV POĽOVNÝCH (*PHASIANUS COLCHICUS*)

Comparison of Contamination of Selected Tissues by Lead in Farmed and Free Range Common Pheasant (*Phasianus colchicus*)

Peter Šmehýl¹, Jaroslav Slamečka¹, Marta Oravcová², Ľubomír Ondruška², Francesco Vizzarri²

¹Slovak University of Agricultural in Nitra, Slovakia

²NPPC - Research Institute for Animal Production Nitra, Slovakia

Wild animals are often used as a bioindicator of environmental pollution. Game is exposed to risk factors in nature, so the venison is a commodity that can be considered as risky food. The aim of this study was to analyse lead content in muscle, liver and kidney in farmed and wild pheasants. The results show that the environment is a weighty factor influencing the content of heavy metals. Significantly higher content of lead was detected in wild animals (1.017 vs. 0.663 mg/kg). Different tissues show lead content 1.278, 1.033 and 0.208 in kidney, liver and muscle respectively.

Key words: lead content, liver, kidney, muscle, common pheasant

1 Introduction

Lead is considered to be an element, known as toxic metal for a relatively long time (Scheuhammer, 1987; Nordberg et al., 2007). Lead has been also shown as etiological factor of various pathological processes for hepatic or renal dysfunction, or as an initiator of pathological changes on reproductive tract (Srebočan et al., 2006; Massanyi et al., 2020). Accessibility of lead in the environment is primarily related to human activities defined as anthropopressive factors of environment (Walker et al., 2006). Industrial use of heavy metals leads into a wide spread distribution in nature and environment in trace concentrations (Kimáková, 2000). One of the largest problems associated with the persistence of heavy metals is the potential for bioaccumulation and biomagnification in the food chains (Zhuang et al., 2009). The free-range game animals, living in an environment contaminated by risky elements, are exposed to many stressful factors such as various chemical elements and components and hard physical natural conditions (Holmstrup et al., 2010). For these reasons, wild animals can be excellent bioindicators for assessing the possibility of contamination. Therefore, in animals living in natural ecosystems, the level of some heavy metals is often higher than in farmed animals (Flis et al., 2020). In this light, aim of the present study was to analyse lead content in breast muscle, liver and kidney of free-range pheasants, compared to farmed ones.

2 Material and methods

2.1 Experimental animals groups

The first animal group was presented by animals that originated from free range space. Experimental animals were obtained as animals hunted in hunting regions MV and MVI, belonging to districts of Topoľčany and Nitra (Slovak Republic). The second group was presented by animals reared in controlled husbandry conditions of a pheasant farm. All the animals were hunted during November and December 2020 on driven hunts, in accordance

with Act No. 274/2009 Coll. on game management. In total 60 animals were analysed. Four experimental groups of animals were determined: Cocks wild (CW), Hens wild (HW), Cocks farmed (CF), Hens farmed (HF). Fifteen animals of each group were managed for analyses of lead content in liver, kidney and muscle tissue.

2.2 Feeding programmes

Wild animals were fed all accessible foods offered by the environment. As an omnivore the pheasants consume seeds of grains and weeds, insects and small vertebrates. Farmed animals were fed by balanced mixtures, divided in three different phases of growth. Mixture BŽ1 was fed from the age of one day to the age of three weeks and chickens aged from three to ten weeks were fed the mixture BŽ2. Only grain mixture composed from 80 % of wheat, 10 % of corn and 10 % of sunflower seeds was fed to pheasants after the age of 10 weeks.

2.3 Sampling and analysis

Slaughtering and sampling procedures were carried out on each individual animal. The muscle samples were taken from the *musculus pectoralis major*. Musculature Breast muscle, liver and kidney tissue samples (5g per single sample) were taken only from tissue that was not damaged by the penetration of shots during hunting. The analysis itself was preceded by mineralization of the sample by microwave digestion on the MARS X-press (USA). Subsequently, the sample was filtered and the measurement itself was made on the VARIAN AA 240FS (Australia) instrument with detection limits of 0.02 mg.l⁻¹ for lead. Samples without lead content, according to the declared methodological procedures, were labelled as having zero lead content.

2.4 Statistical analysis

Linear correlations between amounts of lead in body organs were calculated using CORR procedure. General Linear Model (GLM procedure) as implemented in SAS (2009) was used for analysis of variance. The following model equation was used:

$$y_{ijkl} = \mu + E_i + S_j + O_k + ESO_{ijk} + e_{ijkl}$$

where:

- y_{ijkl} - individual observations of *plumbum*
- μ - overall mean
- E_i - fixed factor of environment (farm and wild); $\sum_i E_i = 0$
- S_j - fixed factor of sex (cock and hen); $\sum_j S_j = 0$
- O_k - fixed factor of organ (kidney, liver, muscle); $\sum_k O_k = 0$
- ESO_{ijk} - interaction between environment, sex and organ; $\sum_{ijk} ESO_{ijk} = 0$
- e_{ijkl} - random residual error; $e_{ijkl} \sim N(0, \delta_e^2)$

Fixed factors were estimated using the Least Squares Means method. Statistical significances of fixed factors were tested by Fischer's F-test, and statistical significances of individual differences between estimated levels of fixed factors were tested by Scheffe's multiple-range tests. The differences were considered as significant at $P < 0.01$. SAS Institute Inc. 2009 SAS/STAT® 9.2 User's Guide, Second Edition. Cary, NC (USA)

3 Result and discussion

The lead content in muscle, liver and kidneys was analysed in wild and farmed common pheasants. The average content of lead in all experimental groups is shown in table 2. The lead

content in different tissues varied from 0.143 ± 0.125 (HFM) to 0.285 ± 0.102 (HWM) in breast muscle tissue, from 0.540 ± 0.102 (HFL) to 1.374 ± 0.102 (HWL) in the liver tissue and from 0.923 ± 0.102 (HFK) to 1.589 ± 0.102 (HWK) in kidneys of pheasant.

Table 1. Analysis of variance (statistical significance of)

Factor	DF	F-value	P
Environment	1	34.48	++
Sex	1	1.05	-
Organ	2	111.03	++
Environment*sex*organ	7	4.21	++

DF – Degrees of freedom, F-value – Fisher's F-test, ++ - $P < 0.01$; - - $P > 0.05$

Factors as environment, gender and tissue were subjected to analyses as factors influencing the content of lead. As the results show the environment was detected as the factor influencing the content of lead in common pheasant tissues with significantly higher volume detected in wild animals (Tab. 1). The gender influences the lead content very poorly, the slightly higher content in cocks did not show the expressive statistical differences between groups. As for the tissue, muscle, liver and kidney were subjected to analyses. Statistical differences between all analysed tissues were detected in our experiment (Tab. 2). The highest content was detected in kidney tissue and the lowest content of lead was detected in muscle tissue.

Table 2. Least squares means and standard errors of analysed traits in dependence on investigated factors

Factor and its levels	N	$\mu \pm s_{\mu}$
Environment		
Farm (F)	85	0.663 ± 0.043^A
Wild (W)	90	1.017 ± 0.042^B
Sex		
Cock (C)	90	0.870 ± 0.042
Hen (H)	85	0.809 ± 0.043
Organ		
Kidney (K)	60	1.278 ± 0.051^A
Liver (L)	60	1.033 ± 0.051^B
Muscle (M)	55	0.208 ± 0.054^C
Environment*sex*organ		
CFK	15	$1.227 \pm 0.102^{ABDGHJK}$
CFL	15	$0.902 \pm 0.102^{BDEGHKL}$
CFM	15	0.241 ± 0.102^{CEFIL}
HFK	15	0.923 ± 0.102^{DGHKL}
HFL	15	0.540 ± 0.102^{EFIL}
HFM	10	0.143 ± 0.125^{FIL}
CWK	15	1.371 ± 0.102^{GHJK}
CWL	15	1.317 ± 0.102^{HJK}
CWM	15	0.165 ± 0.102^{IL}
HWK	15	1.589 ± 0.102^{JK}
HWL	15	1.374 ± 0.102^K
HWM	15	0.285 ± 0.102^L

ABCDEFGHIJKL – means with different superscript differ at $P < 0.01$

Linear correlations between proportions of lead in body organs statistically differed from zero and were as follows: $+0.649$ ($P < 0.01$) between kidney and liver, $+0.459$ ($P < 0.01$) between kidney and muscle, and $+0.288$ ($P < 0.05$) between liver and muscle. European Commission

Regulation notes the limit in fresh venison 0.10 mg.kg⁻¹ for lead content (EC, 2006). As the table 2 shows, all the experimental groups exceed the hygienic limit for lead content. Similar research was carried out in eastern Slovakia where excessed content of lead in wild pheasant muscle tissue was determined (Koréneková et al. 2008). The muscle tissue of hunted wild animals is often determined as a commodity with increased content of lead due to the way of chasing. The research from England, Scotland and Wales show that 54 % of samples analysed exceeded the limit 0.1 mg/kg and 10 % of samples reached lead content 1 mg/kg in fresh muscle (Pain et al. 2010).

4 Conclusion

The results show that environment is an expressive factor influencing the content of heavy metals as well as the tissue of the animal body. The gender of animals did not show statistical significance of differences in lead content level. The results discover the risk of venison consumption due to the excessed hygienic limit of lead content in all muscle samples.

Acknowledgement

This publication was supported by the Operational Programme Integrated Infrastructure within the project: Sustainable smart farming systems taking into account the future challenges 313011W112, cofinanced by the European Regional Development Fund.

References

- European Commission Regulation (EC) No 1831/2003 of 22 September 2003 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. OJ, L 261/5.
- FLIS, M. – GRELA, E.R. – ZUKOWSKA, G. – GUGALA, D. 2020. Nutritional composition and heavy metal content in breast and thigh muscles of wild and intensively reared common pheasants (*Phasianus colchicus*). Journal of Veterinary Research, 64(2), 305-312.
- HOLMSTRUP, M. – BINDESBØLL, A., M. - OOSTINGH, G., J. – DUSCHL, A. – VOLKER, S. – KÖHLER, H., R. et al. 2010. Interactions between effects of environmental chemicals and natural stressors: a review. Sci Total Environ 2010; 408:3746–62
- KIMÁKOVÁ, T. 2000. Mercury content in muscle of various species of animals In: *Slovak Vet. J.*, vol.25, 2000, p.213-216.
- KORÉNEKOVÁ, B. - SKALICKÁ, M. - KOŽÁROVÁ, I. - NAGY, J. - MÁTÉ, D. - NAĎ, P.: Comparison of cadmium, lead and nickel accumulation in liver, breast and leg muscles of pheasants. *Slovak J Anim Sci* 2008, 41(4), 184-186.
- MASSANYI, P. – MASSANYI, M. – MADEDDU, R. – STAWARZ, R. – LUKAC, N., 2020. Effects of cadmium, lead, and mercury on the structure and function of reproductive organs. *Toxic*, 2020, 8(4), 94, doi.org/10.3390/toxics8040094
- NORDBERG, G., F. – FOWLER, B., A. – NORDBERG, M. – FRIBERG, L., T. 2007. Handbook on the toxicology of metals. London: Elsevier; 2007. ISBN: 9780123694133
- PAIN, D. J. – CROMIE, R. L. - NEWTH, J. – BROWN, M. J. – CRUTCHER, E. - HARDMAN, P. – HURST, L. – MATEO, R. – MEHARG, A. A. – MORAN, A. C. – RAAB, A. – TAGGART, M. A. – GREEN, R. E. 2010. Potential hazard to human health from exposure to fragments of lead bullets and shot in the tissues of game animals. *PLoS One* 2010, 5(4): e10315. doi:10.1371/journal.pone.0010315.
- SCHEUHAMMER, A., M. 1987. The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury, and lead in birds: a review. *Environ Poll* 1987, 46, 263–295
- SREBOČAN, E. – POMPE-GOTAL, J. – KONJEVIC, D. – PREVANDA, J. – CRNIC, A. – POPOVIC, N. – KOLIC, E. 2006. Cadmium in fallow deer tissue. In: *Veterinarski arhiv*, vol. 76, 2006, p. 143–150.

WALKER, CH. – HOPKIN, S., P. – SIBLY, R., M. – PEAKALL, D., B. 2006. Principles of ecotoxicology. Boca Raton: Taylor & Francis; 2006

ZHUANG, P. – ZOU, H. – SHU, W. 2009. Biotransfer of heavy metals along a soil-plant-insect-chicken food chain: Field study. J. Environ. Sci., 21(6), 849–853.

Address correspondence: Peter Šmehýl, Slovak University of Agricultural in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 94976, Slovakia, p.smehyl@uniag.sk, ORCID iD: 0000-0002-2246-7758

VLHKOSŤ PÔDY AKO LIMITUJÚCI FAKTOR ROZVOJA POĽNOHOSPODÁRSKEJ VÝROBY

Soil Moisture as a Limiting Factor of Agriculture Production Development

Andrej Tárník¹, Dušan Igaz¹, Ján Čimo¹, Vladimír Kišš², Peter Šurda³, Ľubomír Lichner³, Janarul Shaik¹

¹Ústav krajinného inžinierstva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko

²Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovensko

³Ústav hydrológie, Slovenská akadémia vied, Slovensko

Obsah vody v pôde je jedným zo základných faktorov ovplyvňujúcich rast rastlín a teda aj poľnohospodársku výrobu. Príspevok sa zameriava na analýzu vývoja vlhkosti pôdy od roku 1970 po súčasnosť a jej predikciu do roku 2050, ako limitujúceho faktora rozvoja poľnohospodárskej výroby. Vlhkosť pôdy bola modelovaná pomocou modelu HYDRUS. Pre predikciu meteorologických vstupov do modelu pre rok 2050 bol využitý klimatický scenár IPCC A1B. Výsledky štúdie ukazujú kontinuálny pokles vlhkosti pôdy za ostatných 50 rokov. Na druhej strane predpovedajú nárast obsahu vody v pôde pre rok 2050. Výsledky štúdie je možné ďalej analyzovať a spracovať interpretované mapy, ktoré nám môžu pomôcť pri vytypovaní lokalít s lepším alebo horším vlhkostným režimom pôdy a tak poukázať na oblasti s potrebou prioritných zásahov.

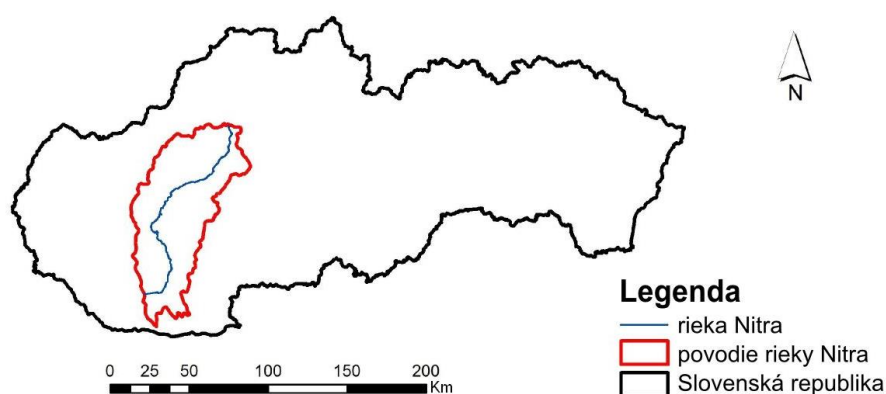
Kľúčové slová: vlhkosť pôdy, povodie rieky Nitry, HYDRUS, modelovanie, interpolácia

Úvod

Pôda má podľa Juryho a Hortona (2004) úžasnú vlastnosť, bez ktorej by život na Zemi neexistoval, dokáže zadržať vodu na významný čas. Práve voda v pôde, resp. zásoba vody v zóne aerácie pôdy tvorí zdroj vody pre biosféru a poľnohospodársku činnosť, a popri povrchovej vode, ako 1. zdroja vody, a podzemnej vode, ako 2. zdroja vody, v systéme vodných zdrojov územia predstavuje jeho 3. vodný zdroj (Šútor – Rehák, 2009). Klimatická zmena však so sebou prináša aj zmeny v tejto oblasti. Dale (1997) konštatuje, že klimatická zmena bude mať v najbližších dekádach výrazný vplyv na ekologické, sociálne, ekonomické ale aj politické aspekty ľudskej spoločnosti. Najnovšie zistenia o meniacej sa klíme, degradácii pôdy, nedostatku vody a emisiách skleníkových plynov prinášajú veľké výzvy pre udržateľné poľnohospodárstvo (Horák a kol., 2021). Priemerná teplota za posledné tri dekády vzrástla zhruba o 0,45 °C (Song a kol., 2022). Tieto zmeny ovplyvňujú samozrejme aj poľnohospodárstvo, či už priamo cez nárast teploty ale aj cez súbežné efekty ako zmena v rozložení zrážok, intenzívnejšiu evapotranspiráciu a pod. Tieto faktory ovplyvňujú aj množstvo vody v pôde. Práve vlhkosť pôdy sa preto stáva limitujúcim faktorom rozvoja poľnohospodárskej výroby. Monitoring pôdnej vlhkosti je extrémne časovo a finančne náročný. Na druhej strane sa otvára potreba predpovedania vývoja do budúcnosti. Rozvoj matematického modelovania, klimatické a hydrologické modely so sebou prinášajú výhody aj v uľahčení získavania informácií o vlhkosti pôdy v minulosti, súčasnosti, ale aj do budúcnosti.

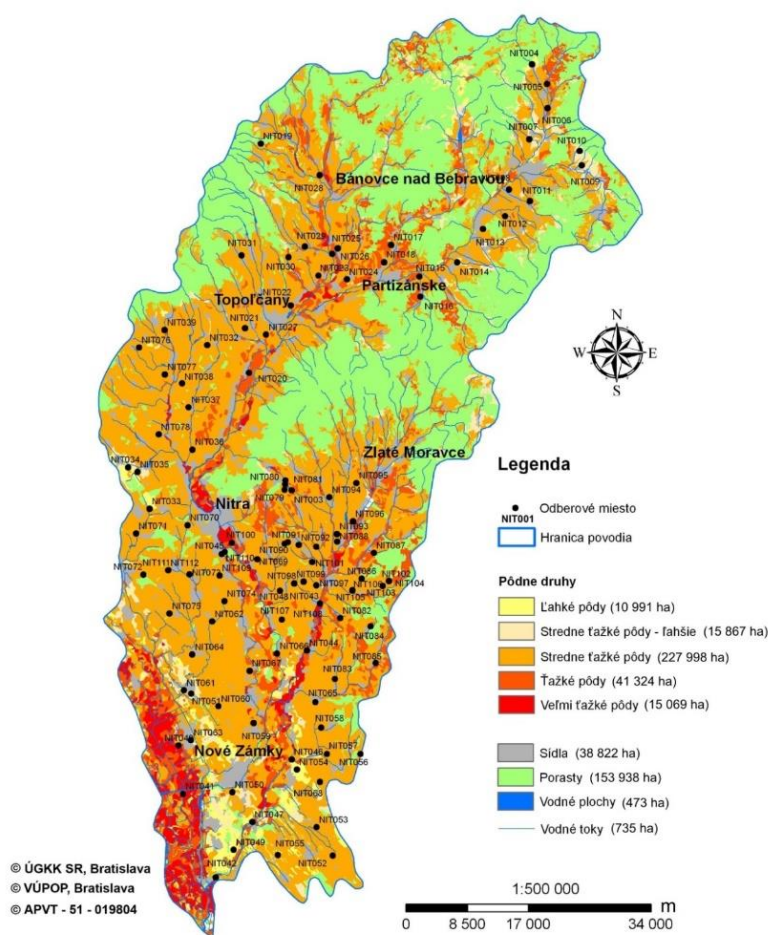
Materiál a metódy

Monitoring vlhkosti pôdy bol realizovaný matematickým modelovaním vlhkosti pôdy z pedologických a meteorologických dát pomocou modelu HYDRUS a následnou interpoláciou bodových dát pomocou softvéru ArcGIS Pro. Monitoring bol realizovaný pre povodie rieky Nitry (obr. 1). Výber územia bol determinovaný najmä potrebou znalosti pedologických vlastností územia. Rieka Nitra, s dĺžkou 172 km, pramení v južných svahoch Malej Fatry. Preteká Hornonitrianskou kotlinou, medzi Strážovskými vrchmi a pohoriami Vtáčnik a Tribeč. Tok pokračuje do Podunajskej pahorkatiny, kde vytvára Nitriansku nivu až sa v Podunajskej rovine vlieva do rieky Váh. Povodie rieky Nitry predstavuje výmeru 5 080 km² a je čiastkovým povodím povodia rieky Váh. Leží výhradne na území Slovenska. Povodie je tvorené hlavne poľnohospodárskou pôdou (61 %) a lesmi (30 %).



Obr. 1 Povodie rieky Nitry

V povodí rieky Nitry boli, z poľnohospodársky využívaných pôd, odobrané pôdne vzorky na 112 stanovištiach. Lokalizáciu týchto stanovišť zobrazuje obr. 2. Pre tieto pôdy boli určené rôzne hydrofyzikálne vlastnosti ako zrnitosť, redukovaná objemová hmotnosť, hydraulická vodivosť, vlhkosťné retenčné krivky a obsah pôdneho uhlíka. Ústav krajinného inžinierstva prevádzkuje web server HydroPhysics, na ktorom sú sprístupnené tieto hydrofyzikálne charakteristiky pôd v rámci celého Slovenska. Práve tieto dáta sa stali základom pedologických informácií pre model HYDRUS. Model HYDRUS je numerickým modelom využívaným na simuláciu prúdenia vody a rozpustných látok v rozličných pedologických, klimatických a vegetačných podmienkach. Tento model je možné použiť na simuláciu jednodimenzionálneho alebo dvoj či trojdimenzionálneho pohybu vody a pôdnych roztokov v rozličných podmienkach (Šimůnek a kol., 2012). Pri popise pohybu vody v nenasýtenom prostredí je v modeli HYDRUS využitá modifikovaná Richardsova rovnica (Richards, 1931). Druhým okruhom dát pre model HYDRUS boli meteorologické dáta, ktoré boli kombináciou z vlastného merania meteorologickej siete ÚKI FZKI SPU v Nitre a z dát SHMÚ. Vo vzorovom výpočte boli spracované dáta za mesiac jún v každej dekáde od roku 1970. Zdrojom meteorologických dát pre rok 2050 boli výstupy modelu ALADIN (Štěpánek et al, 2008). Je to baroklinický, plne troj-dimenzionálny regionálny model atmosféry. Regionálny model klímy ALADIN je používaný v rámci projektu Európskej Únie FP6 v projekte CECILIA pre získanie informácií s vysokou rozlišovacou schopnosťou o podmienkach budúcej klímy v regióne centrálnej Európy (Štěpánek et al, 2008). Regionálny model ALADIN je pre podmienky Českej a Slovenskej republiky poháňaný GCM APREGE s použitím IPCC emisného scenára A1B pre časové rady rokov 2020 - 2050.



Obr. 2 Zastúpenie pôdných druhov v povodí rieky Nitry (upravené Igaz, 2010; in Tárník, 2015)

Bodové dáta vlhkosti pôdy sme pomocou štandardnej interpolačnej metódy Spline (Igaz a kol., 2021) spracovali do priestorovej podoby. Veľkosť bunky výstupného rastra sme zvolili 200 x 200 m. Zo záujmového územia boli vyňaté všetky nepoľnohospodársky využívané pôdy, teda napríklad lesy, zastavané územia, komunikácie a podobne.

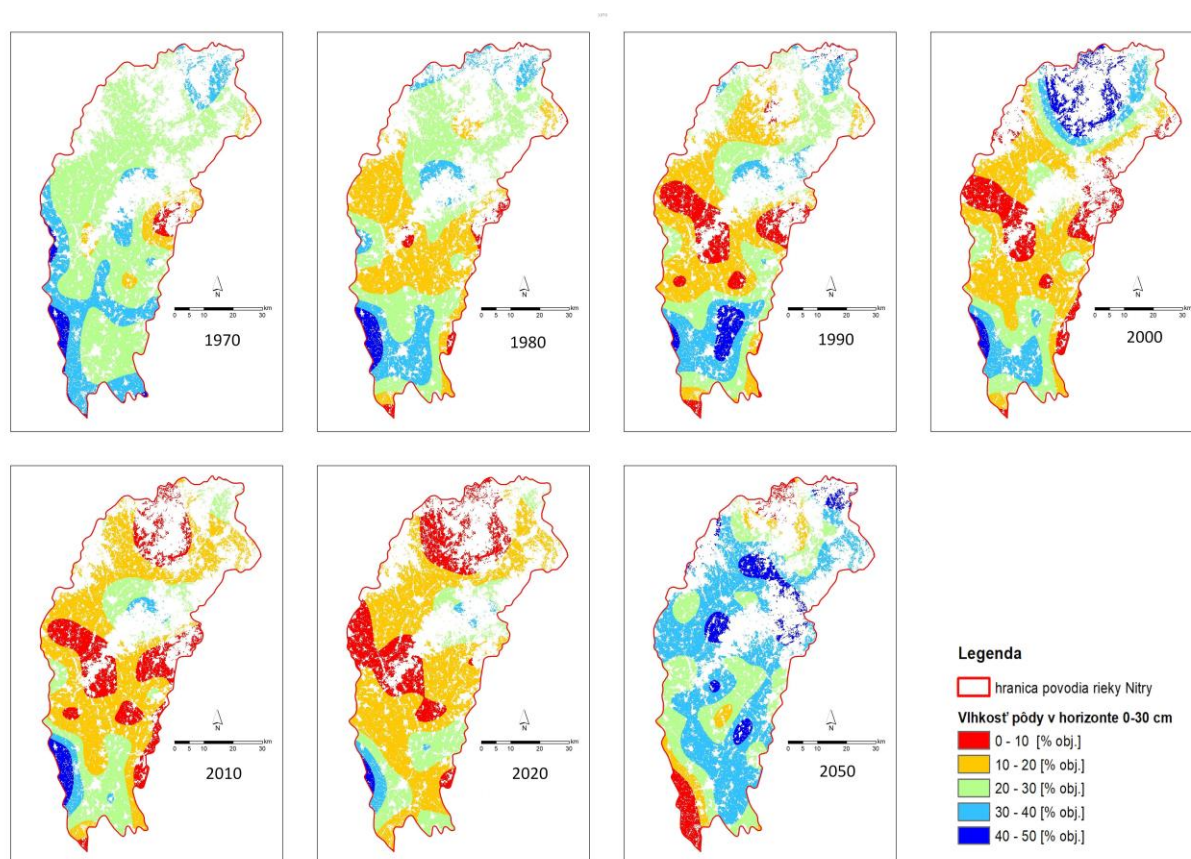
Výsledky a diskusia

Základným cieľom tejto štúdie bola analýza vývoja vlhkosti pôdy za posledných 50 rokov a predikcia vývoja do roku 2050. Výsledky sú znázornené na obr. 3. Vlhkosť pôdy bola určená matematickým modelovaním s využitím modelu HYDRUS, do ktorého vstupovali najmä analyzované pedologické a namerané meteorologické dáta. Meteorologické dáta pre predikciu roku 2050 boli získané zo zvoleného klimatického scenára. Práve od výberu klimatického scenára sa odvíja výsledok a teda podoba mapy vlhkosti pôdy pre rok 2050. Zvolili sme klimatický scenár založený na emisnom scenári IPCC A1B. Ako upozorňujú Mearns a kol. (2018) klimatický scenár je založený na množstve vstupov, ktoré sa navzájom ovplyvňujú a práve ich zložitost' a komplexnosť je zároveň aj ich obmedzením v relevantnosti pre zvolený cieľ. Pre priestorovú analýzu sa vykonala interpolácia pomocou GIS nástroja. Takýto proces získavania údajov o vlhkosti pôdy popisujú a odporúčajú napríklad Vereecken a kol. (2013). V našom prípade bola vybraná metóda spline. Zvolená interpolačná metóda môže ovplyvniť výsledok modelovania. Analýzou vhodnosti rôznych interpolačných metód sme sa zaoberali napríklad v prácach Igaz a kol. (2021) alebo Perhala a kol. (2018). Naproti

tomu autori Orfánus (2005), Lakhankar a kol. (2010) alebo Pecho (2014), ktorí tiež analyzovali interpolačné metódy, pozitívne hodnotia metódu kriging. Touto metódou sme dáta spracovávali napríklad v práci Tárník (2015).

Z výsledkov našej štúdie je jasne možné pozorovať trend poklesu vlhkosti pôdy v jednotlivých dekádach od roku 1970 do roku 2020. Zastúpenie lokalít, kde sa vyskytuje vlhkosť pod 10 % obj. (červená farba) jednoznačne narastá. Vlhkosť pôdy na takejto úrovni často znamená už jej nedostupnosť pre rastliny, aj keď by bolo vhodné spraviť podrobnejšiu analýzu dostupnosti vody pre rastliny v závislosti od pôdneho druhu v danej lokalite. Oproti tomu zastúpenie lokalít s vlhkosťou pôdy nad 30 resp. 40 % obj. značne pokleslo.

Na druhej strane, predikcia pre rok 2050 je z pohľadu obsahu vody v pôde pomerne priaznivá. Naše výsledky naznačujú nárast vlhkosti pôdy v podstatnej miere. Opäť pripomenieme, že tento výsledok je značne ovplyvnený výberom klimatického scenáru. Naše závery, však potvrdzujú napríklad autori Lai a kol. (2022) vo svojej celosvetovej štúdii. Pre región strednej, resp. východnej Európy predpovedajú nárast vlhkosti pôdy nad úroveň predindustriálneho obdobia popri tom, ako bude narastať teplota vzduchu.



Obr. 3 Mapy vlhkosti pôdy pre mesiac jún v rokoch 1970, 1980, 1990, 2000, 2010, 2020 a 2050

Záver

Voda je nielen komoditou budúcnosti ale, bohužiaľ, stáva sa komoditou už aj súčasnosti. Voda ovplyvňuje všetky procesy na planéte, poľnohospodárstvo nevynímajúc. Pre poľnohospodársku produkciu je podstatná voda nachádzajúca sa v pôde. Monitoring obsahu vody v pôde je časovo, finančne aj materiálne náročný kontinuálny proces. Pri jeho priebehu, spracovaní výsledkov ako aj pri interpretovaní výsledkov nám výraznou mierou môže uľahčiť prácu využitie moderných matematických modelov a simulačných nástrojov. V príspevku

prezentujeme metódu nepriameho monitoringu vlhkosti pôdy založenú práve na využití spomínaných nástrojov.

Výsledky našej štúdie poukazujú na nepriaznivý vývoj vlhkosti pôdy za posledných 50 rokov v povodí rieky Nitry. Na vytvorených mapách (obr. 3) je možné jasne pozorovať trend znižovania obsahu vody v pôde od roku 1970 do roku 2020. Predikcia stavu vlhkosti pôdy pre rok 2050 nevyzerá až tak hrozivo, no tento výsledok je ovplyvnený použitým klimatickým scenárom. Práve výber klimatického scenáru má dominantný vplyv na výslednú predikciu a pri použití iného scenára je možný úplne iný výsledok.

Mapy vlhkosti pôdy je možné ďalej spracovávať, vytvárať interpretované mapy a dáta, a získavať tak priestorové dáta napríklad o zásobe pôdnej vody, jej prístupnosti pre rastliny, či vytypovať územia s nevhodným vývojom vlhkosťného režimu. Práve tieto údaje sa už v súčasnosti stávajú žiadanými pre potrebu plánovania opatrení na zlepšenie obsahu vody v pôde ako základnej podmienky poľnohospodárskej produkcie.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

DALE, V.H. *The Relationship Between Land-Use Change and Climate Change. Ecological Applications*, 1997, 7(3), pp. 753 – 769. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0753:TRBLUC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0753:TRBLUC]2.0.CO;2).

HORÁK, J.; KOTUŠ, T.; TOKOVÁ, L.; AYDIN, E.; IGAZ, D.; ŠIMANSKÝ, V. *A Sustainable Approach for Improving Soil Properties and Reducing N₂O Emissions Is Possible through Initial and Repeated Biochar Application*. *Agronomy*, 2021, 11. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030582>.

IGAZ, D. – SINKA, K. – VARGA, P. – VRBICANOVA, G. – AYDIN, E. – TARNIK, A. *The Evaluation of the Accuracy of Interpolation Methods in Crafting Maps of Physical and Hydro-Physical Soil Properties* in *WATER*, 2021, 13-2, 10.3390/w13020212

JURY, W. A. – HORTON, R. 2004. *Soil Physics*. Wiley, 2004. 384 s. ISBN 047105965X

LAI, E. N. a kol. *Root zone soil moisture in over 25 % of global land permanently beyond pre-industrial variability as early as 2050*, *EGU sphere* [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-971>, 2022.

LAKHANKAR, T. a kol. *Analysis of Large Scale Spatial Variability of Soil Moisture Using a Geostatistical Method* In *Sensors*, č. 10, str. 913-932. 2010. ISSN 1424-8220.

MEARNS, L.O. *Climate Scenario Development: IPCC 2018*, online. Dostupné na internete: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-13.pdf>>.

ORFÁNUS, T. *Spatial Assessment of Soil Drought Indicators at Regional Scale: Hydrolimits and Soil Water Storage Capacity in Záhorská nížina Lowland* in *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. č. 3, str. 164-176. 2005. ISSN 1338-4333.

PECHO, J. *Klimatické zhodnotenie roku 2013*. [online], 2014. Dostupné na internete: <http://climatemap.blogspot.sk/2014/01/klimatologicke-zhodnotenie-roku-2013.html>

PERHALA, M. a kol. *Methods of soil moisture spatial interpolation in GIS*. In *Veda mladých* 2018. 1. vyd. online (140 s.). ISBN 978-80-552-1844-1. Veda mladých. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2018, s. 138, online. Dostupné na internete: <<https://drive.google.com/file/d/1T-VeFEBv72BfBn9uc7B8F1bsyK-rqoFk/view>>.

RICHARDS, L. A. *Capillary Conduction of Liquids Through Porous Mediums in Physics*, 1: 318-333. 1931.

SONG, F.; ZHANG, G.J.; RAMANATHAN, V.; LEUNG, L. R. *Trends in surface equivalent potential temperature: A more comprehensive metric for global warming and weather extremes*. PNAS, 2022, 119 (6), pp. 1 – 7. <https://doi.org/10.1073/pnas.2117832119>.

ŠTĚPÁNEK, P. a kol. 2008. *RCM ALADIN-CLIMATE/CZ simulation of 2020-2050 climate over the Czech Republic*. In: Vedecká konferencia „Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině“, Mikulov 9. – 11.9.2008, ISBN 978-80-86690-55-1

ŠIMŮNEK, J. a kol. *The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media*. Riverside: University of California Riverside, 2012.

ŠÚTOR, J. – REHÁK, Š. *Problematika vody v zóne aerácie pôdy s ohľadom na integrovaný manažment povodí, súčasnú legislatívu a smernicu EÚ*. Acta Hydrologica Slovaca. č. 1, str. 94 – 108. 2009. ISSN 1335-6291.

TÁRNÍK, A. *Priestorová interpretácia vlhkostného režimu pôd v poľnohospodárskej krajine*. Nitra: SPU v Nitre 2015, dizertačná práca.

VEREECKEN, H., et al. 2013. On the spatio-temporal dynamics of soil moisture at the field scale in *Journal of Hydrology*, ISSN 0022-1694. doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.11.061. 2013.

Korešpondenčná adresa: Andrej Tárník, Ústav krajinného inžinierstva, FZKI SPU v Nitre, Hospodárska 7, 949 76, Nitra, Slovensko. andrej.tarnik@uniag.sk; <https://orcid.org/0000-0001-7554-4713>

UPLATNENIE RUSTIKÁLNEHO PLEMENA AUBRAC NA SLOVENSKU Use of the rustic Aubrac breed in Slovakia

Klára Vavrišinová, Jaroslav Dóbi, Ondřej Bučko, Martin Janíček, Peter Juhás, Ján Strašífták
Ústav chovu zvierat, SPU Nitra, SR

V súčasnosti stúpa význam pôvodných plemien s výbornými adaptačnými schopnosťami, a prispôbivosťou rôznym podmienkam. Je to možné dať do súvislosti s meniacimi sa klimatickými podmienkami, ktoré sú charakteristické extrémnymi výkyvmi počasia. Preto aj na naše územie boli importované rustikálne plemená. Cieľom práce bolo vyhodnotiť produkčné ukazovatele z prvého chovu rustikálneho plemena aubrac na Slovensku a porovnať tieto ukazovatele s ďalším francúzskym plemenom – charolais, ktoré je chované v rovnakom chove. Z hodnotenia priebehu telenia sme zistili, že až 93,44 % pôrodov u kráv plemena aubrac bolo bez pomoci, pričom u kráv plemena charolais to bolo 85,62 %. V závislosti od poradia telenia sme najvyššiu priemernú známku zistili u prvôtok. V jatočných ukazovateľoch porázaných býkov sme neznamenali rozdiely. Signifikantné rozdiely boli zistené v obsahu IMT, pričom nižšie hodnoty boli namerané v mäse plemena aubrac.

Kľúčové slová: plemeno aubrac, plemeno charolais, produkčné ukazovatele, kvalita mäsa

1 Úvod a prehľad literatúry

História špecializovaného chovu mäsového dobytku na Slovensku sa datuje do začiatku 90-tych rokov. Systém manažmentu sa neustále zlepšuje a na Slovensku je množstvo špičkových chovov s výbornými úžitkovými parametrami. V CEHZ je v súčasnosti zaregistrovaných 31 importovaných mäsových plemien. Posledné roky sme svedkami klesajúceho počtu hospodárskych zvierat, ktoré sú dôsledkom mnohých faktorov. Jedinou kategóriou, kde sú stavy stúpajúce, resp. vystabilizované sú počty mäsových a dojčiacich kráv. Aubrac je plemeno mäsového dobytku s viac ako 100 rokov trvajúcou históriou čistokrvného chovu. Pochádza z Benediktínskeho opátstva v oblasti Aubrac na juhu Francúzska. Veľká časť opátstva Aubrac leží v nadmorskej výške asi 1200 m, niektoré pastviny ležia vysoko v horách. Prvá výstava dobytku z oblasti Aubrac sa konala roku 1830 (URL1). Jediným tržným produktom mäsového systému je odchované teľa, preto významnými požiadavkami na kravy sú bezproblémové reprodukčné funkcie, telenie bez komplikácií, dosahovanie optimálnej dĺžky medziobdobia, primerané materské vlastnosti, dostatočná produkcia mlieka na výživu teliat, dobré rastové schopnosti, ktoré prenášajú na potomstvo (Brouček et al., 2011). Okrem prispôbivosti plemena aubrac drsným klimatickým podmienkam sa toto plemeno vyznačuje aj ľahkosťou telenia. Pri odchove teliat sa využívajú schopnosti intenzity rastu mladého organizmu. Baltušnikienė a Jukna (2011) porovnávali vplyv plemena na rýchlosť rastu do veku 500 dní veku, pričom do experimentu boli zahrnuté litovské čierne biele (LČB), litovské červené (LR), charolais (CH), aubrac (Au), LČBxAu, LRxAu, LRxCH. Najvyššiu živú hmotnosť pri čistokrvných plemenách zistili u plemena CH 647 kg, plemeno Au 562 kg, najnižšiu u LČB a LR. Pri hodnotení chemického zloženia mäsa čistokrvných litovských plemien, mäsových plemien a ich krížencov zistili nasledovné: podiel bielkovín: LČB 21,69 %, LR 22,68 %, CH 23,50 %, Au 22,51 %, LČBxAu 22,01 %, LRxAu 22,60 %, LRxCH 23,30 %, podiel IMT: LČB 2,60 %, LR 2,71 %, CH 1,31 %, Au 1,12 %, LČBxAu 1,76 %, LRxAu 1,64 %, LRxCH 1,99 %.

2 Materiál a metódy

Hodnotené zvieratá pochádzali z chovu v okrese Krupina, kde sú chované v rovnakých podmienkach mäsové plemená aubrac (AU) a charolais (CH). Sledovaný chov bol prvým na Slovensku, kde sa plemeno aubrac importovalo z Francúzska.

V rámci sledovaných ukazovateľov bol hodnotený priebeh pôrodov, rastové parametre, jatočné ukazovatele a kvalita mäsa.

Rastové ukazovatele a priebeh telenia boli zisťované priamo v experimentálnom chove individuálnym pozorovaním a meraním. Jatočné ukazovatele - jatočná hmotnosť, zatriedenie jatočných tiel podľa SEUROP systému do 60 minút po zabíjaní na bitúnku v Rakúsku. Ukazovatele kvality mäsa boli zisťované laboratórnymi metódami na Ústave chovu zvierat SPU Nitra.

Výsledky boli štatisticky spracované v programe MS Excel.

3 Výsledky a diskusia

V tabuľke 1 je vyhodnotený podiel pôrodov podľa platnej 4-bodovej metodiky za aktuálny hospodársky rok. Vyšší podiel bezproblémových pôrodov bol zistený u plemena AU. Viac prípadov hodnotených známkou 2 a 3 sme zistili u plemena CH. Podobné výsledky hodnotenia priebehu pôrodov u plemena charolais zistili aj autori Mujibi a Crews (2009), ktorí uviedli percento bezproblémových pôrodov 83,31. Naopak iní autori (Eriksoon et al., 2004) uvádzajú podiel ľahkých pôrodov u plemena charolais cez 90 %, avšak zaznamenali aj viaceré prípady veľmi ťažkých pôrodov. Väčšina zväzov chovateľov plemena aubrac uvádza podiel ľahkých pôrodov až 97 % (URL2).

Tabuľka 1 Hodnotenie priebehu telenia u sledovaných plemien za rok 2022/23

Plemeno	Podiel pôrodov podľa stupňa obtiažnosti							
	1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%
AU	114	93,44	5	4,10	3	2,46	-	-
CH	131	85,62	13	8,50	9	5,88	-	-

V súvislosti s obtiažnymi pôrodmi sa ako jedna z príčin udáva hmotnosť narodených teliat. V tabuľke 2 sú uvedené výsledky z váženého teliat po narodení vo vzťahu k priebehu pôrodu matky. U plemena CH sme zaznamenali zvyšujúcu sa živú hmotnosť teliat so zhoršujúcim sa priebehom pôrodov. Tento trend sa u plemena AU nepotvrdil. V porovnaní s našimi výsledkami autori Bakharev et al. (2018) zistili omnoho nižšie hodnoty živej hmotnosti teliat pri narodení, pričom uvádzajú u plemena charolais hmotnosť narodených jalovičiek 34,5 kg a býkov 36,5 kg a u plemena aubrac 27,5 kg, resp. 28,8 kg. U oboch sledovaných skupín sme najvyššiu priemernú známku za priebeh telenia zistili u prvôtok, pričom sa známka za pôrod znižovala so stúpajúcim poradím laktácie do 5 (CH), resp. 6 (AU), potom sme zase zaznamenali problémy pri pôrodoch.

Tabuľka 2 Živá hmotnosť teliat pri narodení podľa priebehu telenia matiek

Plemeno	Priebeh telenia matiek			
	1	2	3	4
AU	42,03±3,48	44,00±4,86	41,00±3,56	-
CH	41,56±3,96	42,66±3,06	43,89±3,60	-

Tabuľka 3 Rastové parametre teliat do odstavu

	n	ŽH pri narodení	ŽH pri odstave (kg)	PDP od narodenia do odstavu (kg)	PDP na pastve (kg)
Plemeno AU					
♀	40	40,2±2,60	314,01±38,23	1,08±0,17	1,00±0,14
♂	44	41,6±6,78	343,12±49,31	1,35±0,20	1,01±0,15
Plemeno CH					
♀	49	41,4±2,48	308±54,59	1,01±0,20	0,87±0,12
♂	48	45,8±8,18	324±55,66	1,22±0,18	0,94±0,13

Rastové parametre (tab. 3) do odstavu sú podmienené aj dobrou mliečnosťou matiek, pričom tvorba mlieka úzko súvisí s využívaním pastvy. Z výsledkov vyplývajú lepšie denné prírastky na pastve u teliat AU. Uvedený faktor sa prejavil aj na vyššej živej hmotnosti hlavne u býkov pri odstave. Využitie pastvej sezóny dáva predpoklady na intenzívny rast teliat z najlacnejších zdrojov (mlieko matiek a pastva). Crosson (2015) konštatuje, že vysoká efektivita mäsových fariem znamená dlhodobý pobyt teliat s kravami na pastve, a to aspoň 220 dní.

V hodnotenom súbore býkov sme len v skupine odporázaných býkov plemena CH zaevidovali zatriedenie do najvyššej klasifikačnej triedy podľa zmasilosti (tab. 4). Podľa Vavrišinovej et al. (2017) v skupine býkov do 24 mesiacov bolo zatriedenie tel v triede U2 u mliekového úžitkového typu zatriedované v 22,5 % a kombinovaného 43,3 %.

Tabuľka 4 Percento zatriedenie výkrmových býkov na bitúnku podľa SEUROP (2020 – 2022)

Zatriedenie podľa zmasilosti									
S+E		U		R		O		P	
AU	CH	AU	CH	AU	CH	AU	CH	AU	CH
-	4,87	86,49	70,73	13,51	24,39	-	-	-	-
Zatriedenie podľa pretučnenia									
1		2		3		4		5	
AU	CH	AU	CH	AU	CH	AU	CH	AU	CH
-	-	91,89	97,56	8,11	2,44	-	-	-	-

AU n = 37 ks; CH n=82 ks;

Medzi hodnotenými skupinami sme zaznamenali minimálne rozdiely v jatočných ukazovateľoch (tab. 5). Nižšie celoživotné priemerné denné prírastky je možné odôvodniť tým, že požadovanú jatočnú hmotnosť zvieratá dosiahli vo vyššom veku, čo mohlo súvisieť aj s faktom, že podnik prechádza na ekologické hospodárenie, pričom pastviny sú už evidované v ekologickom režime. Na pastve sme zaznamenali o niečo nižšie prírastky zvierat. Nami vypočítaná jatočná výťažnosť bola nižšia ako uvádzajú rôzne Bartoň et al. (2006), ktorí zistili hodnotu 58,4 %. Bureš a Bartoň (2012) porovnávali ukazovatele mäsovej úžitkovosti býkov krížencov plemena charolais x simentál. Hmotnosť zvierat pri zabití bola vo veku 18. mesiacov 683,8 a hmotnosť mäsa 388,2 kg.

Tabuľka 5 Jatočné ukazovatele býkov

Ukazovateľ		Vek pri porážke (dni)	ŽH pred porážkou (kg)	Hmotnosť mäsa (kg)	Jatočná výťažnosť (%)
AU (n = 37 ks)	$\bar{x}$	635,42	670,05	360,53	54,95
	s	66,34	81,59	43,91	1,02
CH (n = 82 ks)	$\bar{x}$	663,64	668,28	362,32	55,09
	s	89,35	48,40	48,40	0,91
T test		*	ns	ns	ns

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; ns nepreukazné

Tabuľka 6 Chemické zloženie mäsa býkov vo svalu MLT

Ukazovateľ	AU (n = 21 ks)		CH (n = 68 ks)		T-test
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	
Bielkoviny (g.100 g ⁻¹)	23,04	1,11	22,61	1,11	ns
IMT (g.100 g ⁻¹)	1,53	0,40	1,83	0,54	**
Voda (g.100 g ⁻¹)	73,11	1,20	73,98	1,03	***
EH (kJ.100 g ⁻¹)	443,44	22,25	447,66	29,69	ns
Cholesterol (g.100 g ⁻¹)	0,32	0,08	0,37	0,07	*

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$; ns – nepreukazné; IMT – intramuskulárny tuk

Pri hodnotení chemického zloženia mäsa (tab. 6) sme zistili preukazné rozdiely v obsahu IMT vo svalu MLT, obsah bol vyšší u plemena charolais (1,83 vs. 1,53 %). Chemické zloženie mäsa uvádzajú Jukna et al. (2017) u plemien charolais a aubrac nasledovne: obsah sušiny 24,87 %, resp. 25,43 %, obsah bielkovín 21,60 %, resp. 23,23 a obsah IMT 2,19, resp. 1,03. V inej práci Jukna et al. (2010) uvádzajú obsah IMT opačný, pričom vyššie hodnoty namerali u odporazených býkov plemena aubrac (1,96 %) a u plemena charolais 1,63 %. Baltušnikienė et al. (2011) uvádza nižšie hodnoty obsahu cholesterolu u plemena charolais a mierne nižšie u plemena aubrac oproti našim výsledkom. Autori zistili aj omnoho nižšie hodnoty IMT u oboch hodnotených plemien oproti nami zisteným hodnotám (charolais 1,31 % a aubrac 1,12 %).

4 Záver

Prvé hodnotené výsledky poukazujú, že plemeno aubrac dokáže v našich podmienkach dosahovať veľmi dobré výsledky a v kvalite mäsa je porovnateľné s intenzívnymi mäsovými plemenami, ktoré sa na našom území chovajú už dlhodobo.

PodĎakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja, projektu KEGA č. 017SPU – 4/2022 a projektu VEGA 1/0572/22.

Použitá literatúra

Baltušnikienė, A. – Jukna, V. 2011. Impact of genotype on cattle growth, Beef chemical composition and cholesterol level. Veterinarija ir zootechnika. T. 54 (76). 2011. pp. 14 – 19. ISSN 1392-2130. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/publication/228509464>.

Bartoň, L. – Řehák, D. – Teslík, et al. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. In Czech J. Anim. Sci., 51, 2006 (2), s. 47–53. ISSN 1212-1819.

Brouček, J. – Šoch, M. – Brestenský, V. – Tančín, V. 2011. Optimalizace chovu masných plemen skotu a ovcí v marginálních oblastech trvale udržitelného zemědělství. Certifikovaná metodika. 1. vyd. JU v Českých budějovicích, 2011, 123 s., ISBN 978-80-7394-338-7.

Bureš, D. – Bartoň, L. 2012. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. Czech J. Anim. Sci., 57, 2012 (1): 34–43. ISSN 1805-9309.

Crosson, P. 2015. How to economically achieve a 365-day calving interval for suckler cows. 2015. [online] [cit. 2022-12-15]. Dostupné na: <http://www.agriland.ie/farming-news/how-to-economically-achieve-a-365-day-calving-interval-for-suckler-cows-teagasc/>.

Eriksson, S.-Naisholm, A. - Johansson, K. - Philipsson, J. 2004. Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. In J. Anim. Sci., vol. 82, no. 2, p. 375-383, ISSN 1525-3163. DOI: 10.2527/2004.822375x

Jukna, V. – Jukna, Č. – Pečiulaitienė, N. – Riškevičienė, V. – Korsukovas, A. 2010. Effect of genotype on growth intensity and meat quality of bulls. Veterinarija ir zootechnika (Vet Med Zoot). T. 50 (72). 2010, 23 – 27. ISSN 1392-2130.

Jukna, V. – Jukna, Č. – Pečiulaitienė, N. et al. 2017. Meat quality of different beef cattle breeds fed high energy forage. Zemdirbyste-Agriculture, 104 (3): 277–282 DOI 10.13080/z-a.2017.104.035.

Mujibi, F.D.N. - Crews, D.H. Jr. 2009. Genetic parameters for calving ease, gestation length, and birth weight in Charolais cattle. J Anim Sci. 2009 Sep;87(9), ISSN: 1525-3163. Dostupné na: doi: 10.2527/jas.2008-1141. 2759-2766.

URL1: Aubrac. [online] [cit. 2023-02-10]. Dostupné na: <https://www.bediascreekfarms.com/aubrac>.

URL2: Aubrac Cattle Facts, Breed Profile, Characteristics|Agri Farming. [online] [cit. 2023-01-15]. Dostupné na: <https://www.agrifarming.in/aubrac-cattle-facts-breed-profile-characteristics>.

Vavrišínová, K. – Bučko, O. – Candrák, J. – Obtulovič, P. 2017. Produkcia a kvalita hovädzieho a teľacieho mäsa v SR. In: Kvalita mäsa, medzinár. ved. konferencia, 1.-2.jún 2017 Nitra, ISBN 978-80-552-1678-2, s. 165-169.

Korešpondenčná adresa: Klára Vavrišínová, Ústav chovu zvierat, SPU v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76, klara.vavrisinova@uniag.sk, ORCID 0000-0002-1042-4830

Názov publikácie: Zborník vedeckých prác „**Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti**“

Zostavili: prof. Ing. Marko Halo, PhD.; Ing. Lenka Polyaková
Autori: kolektív
Forma: online
Počet strán: 91
Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Vydanie: prvé
Rok vydania: 2023

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-2612-5

[DOI: https://doi.org/15414/2023.9788055226125](https://doi.org/15414/2023.9788055226125)