



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0227

Toxické a esenciálne prvky v mlieku a mliečnych výrobkoch: zdroje, koncentrácie a význam pre zdravie človeka

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Róbert Toman, PhD.**

Príjemca

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre - Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Katedra zootechnických vied, Česká republika
- Mendelova univerzita v Brně, Česká republika

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

V rámci projektu neboli plánované patenty, vynálezy a úžitkové vzory. Charakter projektu nepredpokladal vyústenie výsledkov do uvedených výstupov.

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

- Toman, R., Pšenková, M., Almášiová, S., Tančin, V., Imrich, I., Jančo, I., Tvarožková, K. 2023. Esenciálne a toxické prvky v mlieku a mliečnych výrobkoch prežívavcov v regiónoch Slovenska. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2023, 229 s. ISBN 978-80-552-2606-4.
- Gažarová, M., Habánová, M., Lenártová, P., Kopčková, J., Chlebo, P. 2023. Vplyv konzumácie mliečnych produktov s obsahom jódu na ukazovatele funkcie štítnej žľazy a vybrané zdravotné parametre. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2023, 89 s. ISBN 978-80-552-2604-0.
- Pšenková, M., Toman, R. 2020. Assessment of toxicological aspects of milk production in areas with different environmental burden. SPU : Nitra, 2020, 110 s. ISBN 978-80-552-2257-8 (7,16 AH)
- Toman, R., Pšenková, M., Tančin, V., Miškeje, M. 2022. Mutagens in raw ewe milk in Orava region, northern Slovakia: metals. In Environmental Science and Pollution Research, 29, 41 2022, s. 62259-62271. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20871-1>
- Pšenková, M., Toman, R., Tančin, V. 2020. Concentrations of toxic metals and essential elements in raw cow milk from areas with potentially undisturbed and highly disturbed environment in Slovakia. Environ. Sci. Pollut. Res., 27, 26763–26772. DOI 10.1007/s11356-020-09093-5
- Pšenková, M., Toman, R. 2020. Determination of Essential and Toxic Elements in Raw

Sheep's Milk from Area of Slovakia with Environmental Burden. *Biol. Trace Elem. Res.*, <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02452-w>.

- Toman, R., Pšenková, M., Tančin, V. 2020. The occurrence of eleven elements in dairy cow's milk, feed, and soil from three different regions of Slovakia. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 967–977. <https://doi.org/10.5219/1461>
- Mikláš, Š., Tančin, V., Toman, R., Trávníček, J. 2021. Iodine concentration in milk and human nutrition: A review. In *Czech J. Anim. Sci.*, 6, s. 189--199. DOI: <https://doi.org/10.17221/167/2020-CJAS>
- Almášiová, S., Toman, R., Pšenková, M., Tančin, V., Mikláš, Š., Jančo, I. 2023. Chemical elements content in goat milk, whey, cheese and yogurt from an ecological and conventional farm in Slovakia. In *JCEA*, 24, 1, 43-52. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.1.3733>
- Toman, R., Pšenková, M., Hluchý, S. 2021. Essential and non-mutagenic elements in raw ewe milk. In *Sci. Tech. Innov.*, 14, 3, s. 2021. DOI: <https://doi.org/10.55225/sti.316>
- Pšenková, M., Toman, R., Imrich, I., Hluchý, S. 2021. Changes in the concentrations of selected toxic and essential elements in ewe milk from area with a potentially undisturbed environment. In *Sci. Tech. Innov.*, 13, 2, s. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.5608>
- Almášiová, S., Toman, R., Pšenková, M., Tančin, V., Jančo, I. 2023. Concentrations of chemical elements in sheep milk from three farms in Slovakia from areas with different environmental burden. In *JMBFS*. e9971, online, (in press). <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9971>
- Gažarová, M., Toman, R., Lenártová, O., Pšenková, M., Habánová, M., Kopčková, J., Tančin, V., Almášiová, S. 2023. The effect of six-week consumption of full-fat yogurt made from the milk of sheep fed with iodine-enriched feed on indicators of thyroid function and selected biochemical and anthropometric parameters. In *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 2023.(in press).
- Toman, R., Pšenková, M.: *Toxické a esenciálne prvky v mlieku a mliečnych výrobkoch I*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2022, 93 s. ISBN 978-80-552-2543-2.
- Toman, R., Pšenková, M. 2023. *Toxické a esenciálne prvky v mlieku a mliečnych výrobkoch II*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2023. 109 s. ISBN 978-80-552-2600-2.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu je možné uplatniť v niekoľkých oblastiach. Projekt svojím riešením prepája environmentálne podmienky, chov zvierat z hľadiska ich výživy, produkciu kvalitných mliečnych výrobkov a výživu ľudí. Výsledky analýz mlieka a mliečnych produktov sú využiteľné v aplikovaní vedeckých poznatkov vo výžive ľudí, ale aj priamo pre chovateľa v prvovýrobe na farmách. Vzhľadom na to, že sme v rámci jednotlivých regiónov komplexne zhodnotili situáciu výskytu esenciálnych a toxických prvkov v mlieku a mliečnych výrobkoch, v podobe publikovaných aplikačných záverov a odporúčaní poskytuje výstup projektu chovateľovi informácie, v akých oblastiach výživy a produkcie mliečnych výrobkov sa vyskytujú pozitíva a nedostatky na konkrétnom mieste, regióne a farme na Slovensku. Výsledky projektu sa tak uplatnia pri identifikácii prípadných zdrojov kontaminácie, ale aj overení správnej výživy zvierat aj vzhľadom na systém hospodárenia (ekologický, konvenčný). Ďalej sa výsledky projektu, ktoré sa týkali problematiky jódu, uplatnia pri identifikácii zdrojov jódu a možnostiach jeho použitia vo výžive zvierat za účelom obohatenia mlieka a mliečnych produktov jódom prirodzenou cestou pre výživu človeka, keďže príjem jódu je v našej oblasti nízky. Výsledky klinických štúdií sa môžu využiť priamo v klinickej praxi a vo výžive skupín populácie, ktoré sú rizikové z hľadiska ochorení štítnej žľazy a kardiovaskulárnych ochorení. Uplatnenie týchto výsledkov je aj pri tvorbe nutričných modelov primárnej a sekundárnej prevencie týchto ochorení predovšetkým u mladej produktívnej populácie. Analýza príjmu esenciálnych prvkov z mlieka a mliečnych produktov podľa jednotlivých regiónov Slovenska bližšie diferencuje oblasti Slovenska z hľadiska určenia podielu príjmu týchto prvkov mliečnymi produktami na odporúčaných výživových dávkach platných na Slovensku. Tieto výsledky sú využiteľné priamo pri výrobe mliečnych produktov a následne vo výžive človeka. Uplatnenie týchto výsledkov je možné aj v oblasti výživového poradenstva, keďže sú dostupné presné analýzy prvkov v množstve mliečnych produktov nielen kráv, ale aj oviec a kôz. Výsledky analýz mlieka a mliečnych produktov z fariem, ale aj z obchodnej siete, sa vzhľadom na výsledky realizovaného odhadu rizika ich

konzumácie vo vzťahu k referenčným toxikologickým limitom toxických prvkov, môžu uplatniť aj pri tvorbe legislatívy v oblasti referenčných hodnôt chemických prvkov v potravinách. Ďalej sa tieto výsledky môžu uplatniť pri vypracovaní vedeckých stanovísk pre EFSA v rámci Vedeckého panelu EFSA – Kontaminanty v potravinovom reťazci. Výsledky projektu sa uplatnia aj v oblasti ekonomickej, pretože prvovýrobca získal informácie o kvalite mliečnych produktov, ktoré boli v niektorých prípadoch z hľadiska výskytu esenciálnych a toxických prvkov excelentné, a teda je ich hodnota z hľadiska výživových a zdravotných vyššia, ako v iných oblastiach Slovenska. Projekt vzhľadom na to, že mapuje produkty, ktoré sú v prípade fariem produkované v prirodzených podmienkach, poskytuje aj informácie, ktoré majú uplatnenie aj pri ochrane životného prostredia. Všetky výsledky sú tiež využiteľné v príslušnej oblasti vedy výskumu, ako aj pri aplikácii vedeckých poznatkov získaných v rámci riešenia projektu vo vyučovacom procese na všetkých stupňoch štúdia. Transfer poznatkov z vedy do vzdelávacieho procesu je významný spôsob aplikácie výsledkov v procese vzdelávacej praxe, keďže sa vzdelávania zúčastňujú aj externí študenti, ktorí priamo pracujú na farmách oviec, kôz a hovädzieho dobytku.

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

Všetky stanovené ciele sme splnili bez výnimky a vykonalo sa viac analýz, na viacerých farmách, ako sa pôvodne plánovalo. Všetky výsledky podľa cieľov boli publikované. Analýzy mlieka a mliečnych produktov kráv, oviec a kôz v 19 regiónoch Slovenska zmapovali väčšinu územia Slovenska s určením pozitív a rizík vyplývajúcich z výskytu esenciálnych a toxických prvkov v mlieku a výrobkoch pochádzajúcich priamo z fariem. Na koncentráciu chemických prvkov v mlieku a produktoch vplyvajú podmienky a spôsob chovu, avšak aj v oblastiach silne narušených je možné produkovať kvalitné mliečne produkty. Celkovo je kvalita produktov z fariem aj zo supermarketov na dobrej úrovni s absenciou vysokotoxických prvkov (Cd, Cr, prípadne Pb). Odhad rizika konzumácie mliečnych produktov z hľadiska výskytu toxických prvkov ukázal, že neprispievajú alarmujúcim podielom na toxikologických referenčných hodnotách príjmu (TDI, PTWI, p-RfD) stanovených pre jednotlivé toxické prvky. Z esenciálnych prvkov sú v niektorých regiónoch veľmi uspokojivé až výborné koncentrácie niektorých významných esenciálnych prvkov (Ca, Mg, K, Zn, Se), ktoré významným podielom pokrývajú odporúčané výživové dávky u detí a kategórií populácie s ich najvyššou potrebou (dojčiace ženy a pod.). V niektorých prípadoch sa zistili vyššie koncentrácie Cd, Al, Ba vo vnútorných orgánoch a v mliečnej žľaze oviec. V niektorých produktoch z obchodnej siete sa však vyskytovali vyššie koncentrácie As, Cr, Ni a Pb, čo môže predstavovať potenciálne riziko pre konzumenta. Mlieko a mliečne produkty kráv, oviec aj kôz z fariem sú významným zdrojom jódu. Aj suplementácia jódu v krmive významne ovplyvnila jeho obsah v mlieku. Klinické štúdie u ľudí dokázali, že konzumácia mlieka a mliečnych produktov prispela k príjmu jódu a znižuje kardiovaskulárne riziko. Mliečna žľaza a jej tkanivá, a to najmä epitel a lúmen alveol, sa významne podieľajú na transporte toxických a esenciálnych prvkov do mlieka. Odhalili sme množstvo interakcií medzi prvkami v mlieku a mliečnej žľaze, ktoré v prípade mutagénnych prvkov môžu zvyšovať riziko vzniku rakoviny.

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

We have met all the aims set without exception and more analyses have been carried out, on more farms, than originally planned. All results according to the objectives have been published. Analyses of milk and dairy products from cows, sheep and goats in 19 regions of Slovakia mapped most of the Slovak territory, identifying the positives and risks arising from the presence of essential and toxic elements in milk and products originating directly from the farms. The concentration of chemical elements in milk and products is influenced by farming conditions, but even in highly disturbed areas it is possible to produce high quality dairy products. Overall, the quality of products from farms and supermarkets is good, with the absence of highly toxic elements (Cd, Cr or Pb). The risk assessment of the consumption of dairy products in terms of the presence of toxic elements showed that they do not contribute an alarming proportion to the toxicological intake reference values (TDI, PTWI, p-RfD) established for each toxic element. Among the essential elements, in some regions there are very satisfactory to excellent concentrations of some important essential

elements (Ca, Mg, K, Zn, Se), which cover a significant proportion of the recommended dietary intake for children and the population categories with the highest needs (lactating women, etc.). In some cases, higher concentrations of Cd, Al, Ba were found in internal organs and in the mammary gland of sheeps. However, higher concentrations of As, Cr, Ni and Pb were present in some products from the supermarkets, which may pose a potential risk to the consumer. Milk and dairy products from cows, sheep and goats from farms are an important source of iodine. Iodine supplementation in feed has also significantly affected the iodine content in milk. Clinical studies in humans have shown that consumption of milk and milk products has contributed to iodine intake and reduced cardiovascular risk. The mammary gland and its tissues, particularly the epithelium and lumen of the alveoli, are important contributors to the transport of toxic and essential elements into milk. We have identified a number of interactions between elements in milk and the mammary gland that, in the case of mutagenic elements, may increase the risk of cancer.