



MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ



Fakulta zemědělská a technologická
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích



Praktická doporučení k omezení výskytu reziduí inhibičních látek v mléce

(typ výsledků „Nmet“ – Metodika)

Zpracovali:

Eva Samková¹, Oto Hanuš², Lucie Hasoňová¹, Roman Konečný¹, Hana Nejeschlebová², Lenka Vorlová³, Eva Dadáková¹, Marcela Klimešová², Pavlína Navrátilová³, Eva Baldíková¹, Klára Bartáková³, Simona Janoušek Honesová¹, Tereza Janů¹, Radoslava Jedelská²

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická

² Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha

³ Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie

ISBN: 978-80-7694-136-6

Prosinec 2025

Vydavatel:

Pro: Jihočeskou univerzitu v Českých Budějovicích, Fakultu zemědělskou a technologickou,
Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o. a
Veterinární univerzitu Brno, Fakultu veterinární hygieny a ekologie

Vydala: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická

Místo vydání:

České Budějovice

Forma vydání:

Metodika je vydávána pouze elektronicky ve formátu PDF.

Zveřejněno na webové stránce:

<https://agronavigator.cz/metodiky/veterinarni-lekarstvi>

Pořadí vydání:

1. vydání, 2025

Podíl autorů na tvorbě metodiky:

20 % Eva Samková
15 % Oto Hanuš
12 % Lucie Hasoňová
6 % Roman Konečný
6 % Hana Nejeschlebová
6 % Lenka Vorlová
5 % Eva Dadáková
5 % Marcela Klimešová
5 % Pavlína Navrátilová
4 % Eva Baldíková
4 % Klára Bartáková
4 % Simona Janoušek Honesová
4 % Tereza Janů
4 % Radoslava Jedelská

Podíl firem na tvorbě metodiky:

55 % Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická
30 % Výzkumný ústav mlékařenský s.r.o., Praha
15 % Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie

Podíl projektů na tvorbě metodiky:

90 % QK21010326
6 % GAJU 005/2022/Z
4 % GAJU 023/2025/Z

Jména oponentů a organizace pro vydání osvědčení:

- 1) Odborník z daného oboru: Ing. Vladimír Čejna, Ph.D., Savencia Fromage & Dairy Czech Republic, a.s.
- 2) Pracovník státní správy: MVDr. Jana Horňáčková, Státní veterinární správa, Praha – odborník kontroly zdravotních, hygienických a kvalitativních faktorů v potravinářství

Dedikace na projekt:

Metodika je výsledkem řešení:

- a) Projektu NAZV ZEMĚ **QK21010326** (2021-2025): *Možnosti ovlivňování výskytu inhibičních látek v mléce jako účinný nástroj vedoucí k podpoře zdraví zvířat a ke zvyšování kvality a bezpečnosti potravin, jako výsledek č. QK21010326-V17.*
- b) Projektu **GAJU 005/2022/Z** (2021-2023): *One Health: genetické, environmentální a technologické faktory ovlivňující živočišnou produkci, kvalitu a bezpečnost potravin a zdraví zvířat a člověka.*
- c) Projektu **GAJU 023/2025/Z** (2025-2027): *Model jednoho zdraví v udržitelném zemědělství: od reprodukce přes zdraví zvířat až ke kvalitním potravinám podporujícím zdraví spotřebitelů.*



Obsah

| | |
|--|----|
| Cíl metodiky | 5 |
| Vlastní popis metodiky | 5 |
| Úvod | 5 |
| Současný stav problematiky s využitím výsledků projektu..... | 5 |
| Kontaminující látky v mléce..... | 5 |
| Mykotoxiny | 6 |
| Sanitační (čisticí a dezinfekční) prostředky..... | 8 |
| Pesticidy a polychlorované bifenoly..... | 8 |
| Veterinární léčivé přípravky | 9 |
| Rizika a faktory výskytu RIL v mléce..... | 11 |
| Rizika spojovaná s výskytem RIL v mléce | 11 |
| Faktory ovlivňující výskyt RIL v mléce..... | 13 |
| Metody detekce RIL | 18 |
| Screeningové (kvalitativní) metody..... | 18 |
| Kvantitativní metody stanovení reziduí ATB..... | 18 |
| Situace v chovech | 20 |
| Doporučení pro chovatele..... | 22 |
| Závěr..... | 24 |
| Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice | 24 |
| Popis uplatnění metodiky | 24 |
| Ekonomické aspekty | 25 |
| Seznam zkratk..... | 26 |
| Seznam použité související literatury | 27 |
| Seznam publikací, které předcházely metodice..... | 31 |
| Seznam tabulek..... | 34 |
| Seznam obrázků..... | 34 |

Cíl metodiky

Cíl uplatnění metodiky je: navrhnout vhodná opatření k omezování výskytu reziduí inhibičních látek, zejména antibiotik, v syrovém mléce. Rozšířením poznatků o rizikových faktorech souvisejících s přítomností reziduí inhibičních látek lze zvýšit kvalitu a bezpečnost mléčné produkce včetně ekonomického zhodnocení.

Vlastní popis metodiky

Úvod

Mléko je významnou potravinou živočišného původu, a jako takové musí splňovat veškeré požadavky na kvalitu a zdravotní nezávadnost. Výskyt nežádoucích (kontaminujících) látek a jejich reziduí v mlékárenské surovině ohrožuje nejen zdraví konzumentů, ale řada z nich má inhibiční účinky na mikroorganismy a negativně ovlivňuje zpracování mléka na vysoce hodnotné mléčné výrobky, což následně představuje značné ekonomické ztráty.

Nezbytným úkolem všech zainteresovaných subjektů (chovatelé, zpracovatelé, kontrolní orgány) je pravidelná kontrola mléka. K dispozici jsou metody umožňující rychlou detekci reziduí či sofistikovanější instrumentální metody stanovující přesné koncentrace kontaminující látky.

Účelem všech těchto opatření je zajištění zdravotně nezávadného mléka a mléčných výrobků, a tím i zaručení bezpečnosti mléčného potravinového řetězce.

Současný stav problematiky s využitím výsledků projektu

V následujících kapitolách je probrán současný stav problematiky kontaminujících látek s přihlédnutím k publikovaným výsledkům projektu. Zvláštní pozornost je věnována skupině veterinárních léčivých přípravků (VLP), které jsou nejčastější příčinou výskytu reziduí inhibičních látek v mléce (RIL).

Kontaminující látky v mléce

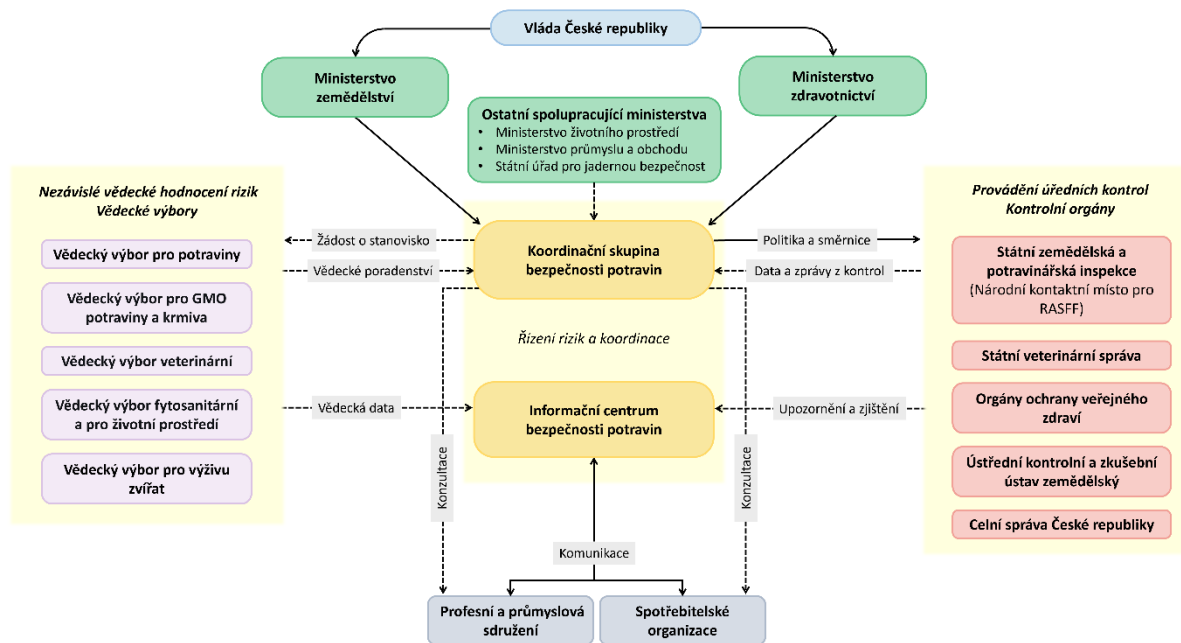
Za určitých podmínek mohou v potravinách vznikat nebo do nich z vnějšího prostředí pronikat látky, které mohou působit negativně na zdraví člověka. Pro látky, které se do potravin dostaly neúmyslně v zemědělské prvovýrobě, při skladování, dopravě, prodeji, ale i během technologického nebo kulinárního zpracování, případně v důsledku znečištění životního prostředí, se vymezuje pojem látky znečišťující, látky kontaminující nebo potravinové kontaminanty (*Velíšek a Hajšlová, 2009*).

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (*EFSA, 2025*) definuje kontaminující látky jako látky, vyskytující se v potravinách, avšak které nebyly do potravin záměrně přidány, mohou pocházet z balení, zpracování a přepravy, zemědělských postupů nebo při používání VLP. Tento pojem nezahrnuje kontaminaci hmyzem nebo hlodavci.

Do kontaminujících látek lze zařadit VLP, čisticí a dezinfekční prostředky, pesticidy, polychlorované bifenylly (PCB), těžké kovy, mykotoxiny, aj. Jejich rezidua způsobují různé závažné zdravotní problémy (*Akinyemi a kol., 2021*).

K zajištění zdravotní nezávadnosti potravin jsou stanoveny maximální limity reziduí (MRL) kontaminujících látek, které je nutné dodržovat a které jsou pravidelně kontrolovány. V České republice (ČR) provádějí úřední kontroly v celém potravinovém řetězci (od prvovýroby až po prodej spotřebiteli) příslušné dozorové orgány v působnosti Ministerstva zemědělství (Státní

veterinární správa (SVS ČR), Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI), Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) a Ústav pro kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv ÚSKVBL)) a Ministerstva zdravotnictví (orgány ochrany veřejného zdraví) (MZe, 2025a). Struktura zajištění bezpečnosti potravin v ČR je znázorněna na **Obrázku 1**.



Obrázek 1: Systém zajištění bezpečnosti potravin v České republice (Zdroj: MZe, 2025b)

Mykotoxiny

Mykotoxiny jsou sekundární metabolity vláknitých mikroskopických hub (plísní) především rodů *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium*. Dosud bylo popsáno více než 400 druhů mykotoxinů, pozornost je však věnována pouze deseti až patnácti z nich (Turner a kol., 2015). Nejvýznamnější a nejvíce prozkoumanou skupinou mykotoxinů jsou bezesporu aflatoxiny (AF), které jsou produkovány hlavně plísněmi *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus* a jež zahrnují asi 20 zástupců.

Kontaminace mléka probíhá sekundární cestou, tedy v důsledku krmení dojníc zaplísněným krmivem. Problematické se jeví především zkrmování siláží, obilných šrotů a pokrutin, ovšem ani kontaminace sena nebo senáží není ojedinělá (Prandini a kol., 2009). Míra přenosu mykotoxinů z krmiva do mléka je ovlivněna také schopností bachoru metabolizovat tyto látky, věkem a zdravotním stavem zvířete. Aflatoxin B1 (AFB1) je v játrech dojníc metabolizován za účasti cytochromu P450 na aflatoxin M1 (AFM1), který je dále vylučován mlékem (Alshannaq a Yu, 2017). Uvádí se, že do mléka přechází v podobě AFM1 0,3–6,2 % perorálně přijatého AFB1 (Camaj a kol., 2018). AFM1 je v mléce detekován již za 12–24 h po požití AFB1, přičemž jeho koncentrace v mléce je úměrná množství krmivem přijatého AFB1 (Prandini a kol., 2009).

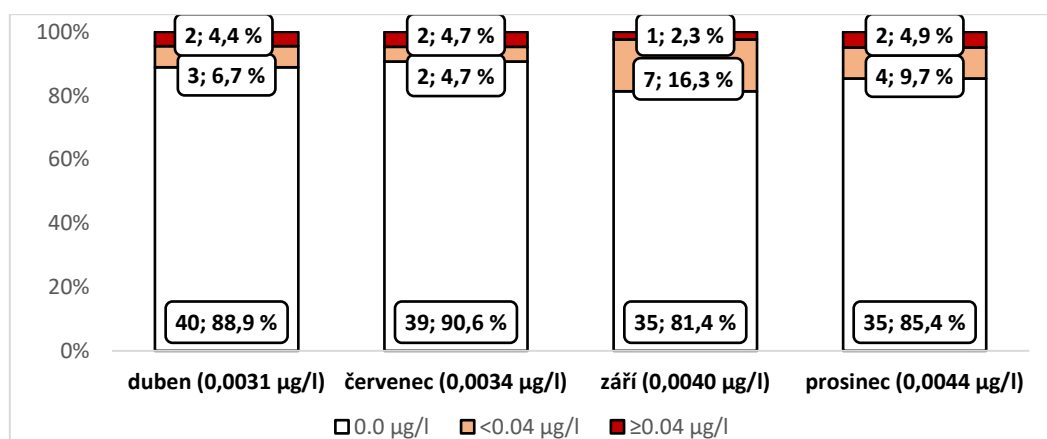
Míra přenosu (carry-over rate) AFB1-AFM1 se v různých studiích liší (0,02–7,0 %) a je ovlivněna mnoha faktory. Jednak faktory související se zvířetem (druh, plemeno, kondice, metabolický stav, bachorová mikrobiota, jaterní biotransformační schopnost, stadium laktace, mléčná užitkovost, zdraví mléčné žlázy), jednak faktory související s krmivem (úroveň kontaminace krmiva AFB1, množství přijatého krmiva, zeměpisný původ krmiva, doba sklizně, druh krmiva, velikost částic krmiva, aj.) (Hasoňová a kol., 2023-**QK21010326-V11**).

Ačkoliv byla v mléce prokázána přítomnost i dalších mykotoxinů, pouze pro AFM1 byl stanoven MRL, a to 0,05 µg/kg pro syrové a tepelně ošetřené mléko a 0,025 µg/kg pro kojeneckou a dětskou výživu na bázi mléka (*Narizení Komise (EU) 2023/915*).

Obsah AFM1 v syrovém mléce dojníc (n=442), ovčí (n=27) a koz (n=72) byl hodnocen na základě výsledků monitoringu kontaminace potravního řetězce cizorodými látkami prováděného SVS ČR za období 2006–2020. V průběhu tří období (2006–2010, 2011–2015 a 2016–2020) bylo posouzeno 541 vzorků syrového mléka, z toho 81,7 % tvořilo mléko kravské, 13,3 % kozí a 5,0 % ovčí. Přítomnost AFM1 byla prokázána pouze u čtyř vzorků (0,74 %) kravského mléka, přičemž u žádného z nich nebyl překročen MRL 0,05 µg/kg. Vliv období na obsah AFM1 nebyl statisticky významný (*Baldíková a kol., 2024-QK21010326-V48*).

Výsledky monitoringu SVS ČR byly v rámci řešení projektu doplněny dvěma experimenty. V prvním experimentu byly jednorázově odebrány bazénové vzorky kravského mléka (n=67) u náhodně vybraných chovů dojeného skotu v rámci ČR. Stanovení AFM1 bylo provedeno pomocí rychlého *semikvantitativního testu* Aflasensor Milk (Unisensor, Seraing, Belgie) s mezí stanovitelnosti (LOQ) 30 ppt a rozsahem kvantifikace od 30 do 150 ppt. U 30 % vzorků nebyla přítomnost AFM1 vůbec detekována, u 30 % vzorků byla koncentrace AFM1 v rozpětí 0,031–0,049 µg/kg a u 40 % byla zjištěna koncentrace AFM1 nad 0,050 µg/kg. Bylo konstatováno, že pravidelné hodnocení přítomnosti AFM1 je zapotřebí s tím, že počty ročně hodnocených vzorků ze strany příslušných úřadů by mohly být i navýšeny. Významný faktor, který je třeba brát v úvahu, jsou klimatické podmínky za předchozí rok, neboť ty silně ovlivňují kvalitu krmiv předkládaných dojnícím, a tím i riziko výskytu AFM1 v mléce (*Baldíková a kol., 2025-QK21010326-V57*).

Ve druhé studii (*Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V56*) bylo v průběhu jednoho roku (duben, červenec, září a prosinec) odebráno 172 bazénových vzorků mléka na 47 farmách dojeného skotu v rámci ČR a stanovení AFM1 bylo provedeno imunochromatografickou metodou pomocí rychlého *kvantitativního testu* (Charm MRL AFM1 Quantitative Test, Charm Sciences Inc., Lawrence, USA). AFM1 byl detekován ve 23 vyšetřovaných vzorcích (13,4 %) ze 17 mléčných farem, z nichž koncentrace AFM1 pouze ve dvou vzorcích (na jedné farmě) překročily MRL. Průměrná koncentrace AFM1 byla 0,0037 µg/l. Vliv ročního období nebyl statisticky významný, ale AFM1 byl častěji detekován v září (18,6 %) a nejméně v červenci (11,1 %) – **Obrázek 2**.



Obrázek 2: Distribuce bazénových vzorků mléka v průběhu roku ($p=0.6381$; χ^2 test) v závislosti na přítomnosti aflatoxinu M_1 (□ = pod limitem detekce; ■ = negativní = $\geq 0,015$ to $< 0,040$ µg/l; ■ = pozitivní včetně vzorků překračující maximální limit reziduí, tj. $\geq 0,050$ µg/l). V rámci jednotlivých měsíců jsou uvedeny průměrné hodnoty aflatoxinu M_1 ($p=0,9453$; F-test, ANOVA) (Zdroj: *Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V56*)

S výjimkou celkového obsahu sušiny ($p=0,0447$) nebyly pozorovány žádné statisticky významné rozdíly ve sledovaných kvalitativních parametrech mléka (obsah tuku, bílkovin, kaseinu, laktózy, počet somatických buněk (PSB) a bod mrznutí). Uvedená zjištění potvrdila, že riziko spojené s přítomností AFM1 v syrovém mléce je v ČR relativně nízké (*Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V56*).

Sanitační (čisticí a dezinfekční) prostředky

Sanitace dojíacích zařízení i vlastní hygiena mléčných žláz před a po dojení jsou zásadní součástí antimastitidních programů v chovech dojníc. Současně se mohou stát zdrojem nežádoucích reziduí používaných přípravků v mléce. Čisticí prostředky, jako jsou detergenty, zajišťují odstranění zbytků mléka a dalších usazených látek, ve kterých by následně docházelo k množení bakterií a rozvoji biofilmů. Dezinfekční prostředky jsou používány k eliminaci zdrojů bakteriální kontaminace mléka z dojíacího zařízení či mléčné žlázy (*Klimešová a kol., 2023; Němečková a kol., 2022; Klimešová a kol., 2024-QK21010326-V47*). Mezi nejčastěji používané dezinfekční látky v mlékárenském průmyslu patří iodofory, látky obsahující chlór, kvartérní amoniové sloučeniny a peroxidy (*Klimešová a kol., 2023; Šalomskienė a kol., 2013*).

Riziko nežádoucího působení těchto látek v mléce závisí mj. i na použitém prostředku. Zatímco zbytky chlóru nepředstavují riziko vzhledem k rychlému rozkladu, jiné dezinfekční látky, např. kvartérní amoniové sloučeniny, jsou v mléce poměrně stabilní, a i při nízkých koncentracích mohou působit bakteriostaticky. Obecně však pro sanitační prostředky používané v prvovýrobě mléka není nutné stanovovat MRL (*Klimešová a kol., 2024-QK21010326-V47*).

Hlavní problémy spojené s rezidui těchto prostředků souvisejí s narušením organoleptických vlastností mléka a mléčných výrobků. Mohlo by rovněž dojít k negativnímu ovlivnění zpracování mléka, zhoršení kysací schopnosti mléka jogurtovou kulturou a k omezení průkaznosti výsledků testů používaných k průkazu RIL jako je výskyt atypických reakcí nebo falešně pozitivních výsledků. Alkalické prostředky jsou větším rizikem, protože mají vyšší adhezivní schopnosti a hůře se při výplachu odstraňují (*Hanuš a kol., 1998*).

Proces sanitace je nezbytnou součástí technologie získávání mléka a výroby potravin, a moderní prvovýroba se bez nasazení čisticích a dezinfekčních přípravků neobejde i za cenu jejich možného výskytu v mléce. Na druhé straně používání těchto prostředků podle pokynů výrobce, tj. zejména správné koncentrace, důkladné proplachování a odpovídající pořadí použití jednotlivých prostředků jsou hlavními preventivními opatřeními pro zamezení výskytu reziduí těchto látek v mléce (*Klimešová a kol., 2024-QK21010326-V47*).

Pesticidy a polychlorované bifenyly

Pojem pesticidy zahrnuje přípravky na ochranu rostlin včetně adjuvantů a biocidní přípravky (dezinfekční prostředky, konzervační prostředky, insekticidy a repelenty). Jejich definici, použití či podmínky schvalování lze nalézt v evropských právních předpisech (*Směrnice EP a Rady 2009/128/ES; Nařízení (ES) č. 1107/2009; Nařízení (EU) č. 528/2012*).

PCB jsou skupinou perzistentních organochlorových sloučenin, které zahrnují 209 chemicky příbuzných látek (kongenerů), lišících se počtem a polohou atomů chlóru navázaných na aromatickém uhlovodíku bifenyly tvořeném dvěma benzenovými jádry (*Borja a kol., 2005*). Podle toxikologických vlastností je lze rozdělit do dvou skupin: 12 kongenerů má podobné toxikologické vlastnosti jako dioxiny, a jsou proto často označovány jako *PCB s dioxinovým efektem*. Ostatní PCB jsou nazývané *PCB bez dioxinového efektu* a jsou charakterizovány sumou šesti indikátorových kongenerů (28, 52, 101, 138, 153 a 180). Tato suma je považována za vhodný ukazatel výskytu této skupiny PCB v potravinách.

Společnou charakteristikou většiny pesticidů a PCB je jejich lipofilní povaha, dlouhý poločas rozpadu v prostředí (Wang a kol., 2018) a vysoká schopnost kumulovat se v živočišných tkáních, zejména v tkáni tukové (Hamadamin a Hassan, 2020). Tyto vlastnosti jsou z hlediska kontaminace potravního řetězce lidí podstatné. Z prokázaných negativních účinků na lidský organismus lze jmenovat kancerogenní, imunosupresivní, narušení hormonální rovnováhy a s tím související negativní ovlivnění reprodukčních funkcí.

I když je použití mnoha z těchto látek vzhledem k negativnímu působení na zdraví lidí i na životní prostředí již zakázáno (Gonçalves a kol., 2021), jejich rezidua se z důvodu hojného až neuváženého používání v minulosti a velmi pomalé biodegradace mohou dosud objevovat v zemědělských surovinách včetně mléka (Borja a kol., 2005; Boudebouz a kol., 2022; Parra-Arroyo a kol., 2022).

K vyhodnocení přítomnosti reziduí vybraných pesticidů (pyrethroidy, organochlorové a organofosforové) a PCB (suma kongenerů 28, 52, 101, 138, 153, 180) v syrovém kravském, ovčím a kozím mléce za patnáctileté období (2006–2020) byla použita data z monitoringu prováděném SVS ČR (Climova a kol., 2023-**QK21010326-V36**; Climova a kol., 2023-**QK21010326-V39**). Celkem byly vyhodnocovány výsledky analýz 7094 vzorků (kravské, 76 %; kozí, 19 %; ovčí, 5 %) na přítomnost pesticidů a 517 vzorků (80; 15; 5 %) na přítomnost PCB. Kromě vlivu druhu mléka byl sledován i vliv období (2006–2010; 2011–2015; 2016–2020).

Pozitivní nálezy byly zjištěny pouze u organochlorových pesticidů (7,2 %). Nejvyšší záchyt byl v mléce kravském (7,5 %), dále v kozím (6,0 %) a ovčím (5,4 %). V průběhu sledovaného období se podíl pozitivních vzorků snižoval z 12,1 % na 0,2 %. Na počátku sledování (2006–2010) byl prokázán vysoký podíl pozitivních vzorků na DDT (dichlordifenyltrichlorethan; 69,8 %) a HCB (hexachlorbenzen; 37,5 %). V posledním období sledování (2016–2020) byl podíl pozitivních vzorků obou látek již velmi nízký (2,1 %, resp. 0 %). Ze skupiny organochlorových pesticidů byla pozornost zaměřena na vybrané dlouhodobě zakázané látky (DDT, HCB, α -, β - a γ -HCH (hexachlorcyklohexan)), u kterých byly zjištěny statisticky významně snížené koncentrace po roce 2010). V současnosti jsou v ČR koncentrace těchto nepovolených pesticidů v mléce hluboko pod úroveň MRL.

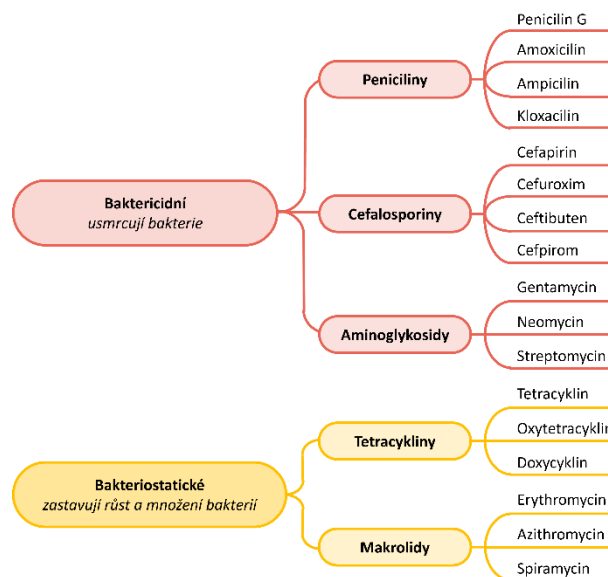
V případě PCB bylo za patnáctileté období z analyzovaných vzorků mléka 16,8 % vzorků pozitivních. Nejvyšší záchyt reziduí PCB byl v mléce kravském (18,3 %), dále v kozím (11,8 %) a ovčím (7,7 %). Rovněž u PCB docházelo postupně k snižování výskytu pozitivních vzorků, a to z 24,0 % na 6,6 %. U sumy kongenerů PCB byly koncentrace ve druhých dvou obdobích statisticky nevýznamně vyšší (Climova a kol., 2023-**QK21010326-V36**).

Veterinární léčivé přípravky

Nejproblematictějšími kontaminujícími látkami jsou bezesporu VLP. Řadí se sem např. antibiotika (ATB), chemoterapeutika, antiparazitární látky (kokcidiostatika, antihelminatika, aj.), ostatní léčiva (např. analgetika, antipyretika, sedativa) (Samková a kol., 2023-**QK21010326-V11**).

Ve veterinární praxi patří k nejčastěji používaným β -laktamová ATB (penicilin, ampicilin, amoxicilin, cefalosporiny), tetracykliny (oxytetracyklin, doxycyklin, chlortetracyklin), aminoglykosidy (streptomycin, gentamycin, neomycin), makrolidy (tylosin, tilmicosin, spiramycin) (Dluhošová a kol., 2024-**QK21010326-V15**).

Podle antimikrobiálních účinků lze ATB rozdělit na baktericidní a bakteriostatická (**Obrázek 3**). Bakteriostatická ATB reverzibilně zastavují růst a dělení bakterií, zatímco ATB s baktericidním účinkem bakterie zcela usmrcují (Levison a Levison, 2009).



Obrázek 3: Rozdělení antibiotik dle intenzity účinku a nejčastější zástupci (Zdroj: Samková a kol., 2025-QK21010326-V58)

Problematické VLP včetně ATB a jejich MRL se věnují *Nařízení EP a Rady (ES) č. 470/2009* a *Nařízení EP a rady 2019/6, Nařízení Komise (EU) č. 37/2010*. V příloze druhého z nařízení jsou farmakologicky účinné látky rozděleny do dvou skupin. Skupina zakázaných látek, u nichž nelze stanovit MRL, zahrnuje podražec a výrobky z něj, kolchicin, chloramfenikol, chlorpromazin, dapson, dimetridazol, metronidazol, nitrofurany včetně furazolidonu a ronidazolu. Ve skupině povolených látek jsou s výjimkou těch, kde není nutné stanovovat MRL (např. aminokyseliny), uvedeny hodnoty MRL (**Tabulka 1**).

Tabulka 1: Maximální limity reziduí (MRL) pro mléko u vybraných antibiotik

| Účinná látka | Zařazení | MRL (µg/kg) | Účinná látka | Zařazení | MRL (µg/kg) |
|------------------------|---------------|-------------|-----------------------|----------------|-------------|
| Amoxicilin | Peniciliny | 4 | Dikloxacilin | Peniciliny | 30 |
| Ampicilin | Peniciliny | 4 | Erythromycin | Makrolidy | 40 |
| Bacitracin | Polypeptidy | 100 | Gentamycin | Aminoglykosidy | 100 |
| Benzylpenicilin | Peniciliny | 4 | Kloxacilin | Peniciliny | 30 |
| Cefalexin | Cefalosporiny | 100 | Linkomycin | Linkosamidy | 150 |
| Cefapirin | Cefalosporiny | 60 | Neomycin | Aminoglykosidy | 1500 |
| Cefazolin | Cefalosporiny | 50 | Oxytetracyklin | Tetracykliny | 100 |
| Cefchinom | Cefalosporiny | 20 | Spiramycin | Makrolidy | 200 |
| Cefoperazon | Cefalosporiny | 50 | Streptomycin | Aminoglykosidy | 200 |
| Ceftiofur | Cefalosporiny | 100 | Tetracyklin | Tetracykliny | 100 |
| Ciprofloxacin | Chinolony | 100* | | | |

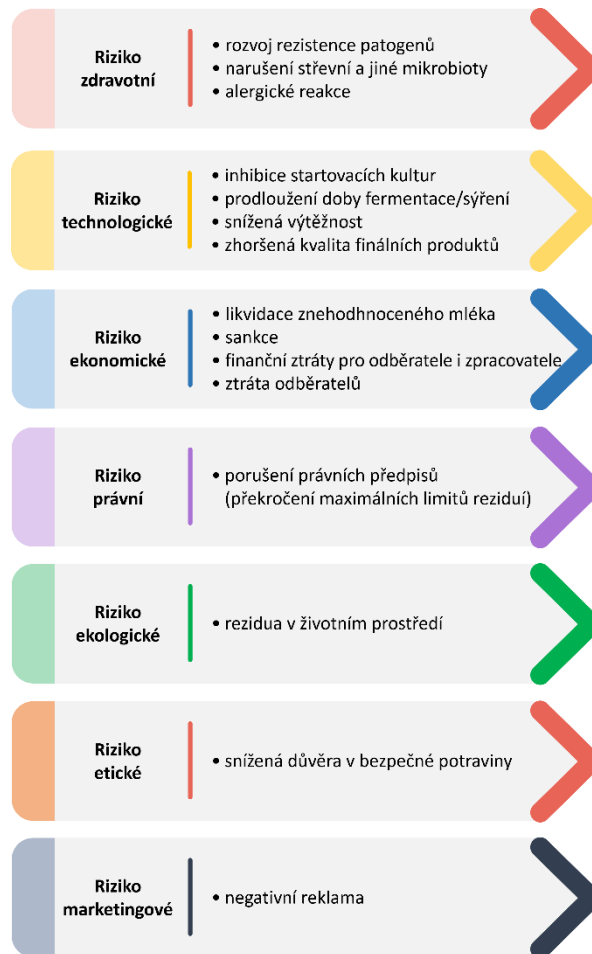
Zdroj: *Nařízení Komise (EU) č. 37/2010*; *suma enrofloxacinu a ciprofloxacinu

Legislativní předpisy EU (*Nařízení Komise (EU) č. 37/2010*) stanovují MRL zpravidla přísněji a podrobněji než *Codex Alimentarius*, např. pro gentamycin je stanoven limit 100 µg/kg, zatímco *Codex Alimentarius* uvádí 200 µg/kg, podobně pro tylosin (50 µg/kg, resp. 100 µg/kg). Pro mnohé látky (např. ampicilin, kloxacilin, cefalexin, cefapirin, oxacilin, thiamfenikol, bacitracin) není MRL v *Codex Alimentarius* určen (*Dluhošová a kol., 2024-QK21010326-V15*).

Rizika a faktory výskytu RIL v mléce

Rizika spojená s výskytem RIL v mléce

RIL v mléce, zejména rezidua ATB představují několik závažných rizik (**Obrázek 4**).



Obrázek 4: Přehled rizik souvisejících s výskytem reziduí inhibičních látek, zejména antibiotik, v mléce hospodářských zvířat

Zřejmě nejzávažnější jsou rizika zdravotní a technologická úzce související s ekonomickým a právním rizikem, a neméně důležité je i riziko ekologické, etické a marketingové (*Adegbeye a kol., 2024; Alam a kol., 2025; Mouiche a kol., 2024; Zhao a kol., 2025*).

Nejčastěji popisovanými nežádoucími účinky reziduí ATB na zdraví lidí jsou imunologické reakce, nárůst antibiotické rezistence bakterií a narušení střevní mikrobioty. K méně obvyklým či méně prozkoumaným zdravotním dopadům patří teratogenita, karcinogenita, reprodukční toxicita, nefrotoxicita, hepatotoxicita, narušení kostní dřevě (*Lee a kol., 2001; Nisha, 2008; Soni, 2012; Kyuchukova, 2020*).

Imunologické reakce jsou spojovány hlavně s β -laktamovými ATB (peniciliny, cefalosporiny). Jejich projevy jsou převážně mírného charakteru (vyrážka, alergická dermatitida), ale u vysoce citlivých jedinců může dojít i k systémové reakci (anafylaktický šok) s přímým ohrožením života (*Lee a kol., 2001; Nisha, 2008; Kyuchukova, 2020*).

Stoupající rezistence patogenních bakterií k ATB je považována za jednu z nejzávažnějších globálních hrozeb pro lidské zdraví v 21. století. Hospodářská zvířata jsou důležitým

rezervoárem zoonotických bakterií rezistentních na antimikrobiální látky, jako jsou salmonely, kampylobaktery, enterokoky a *Escherichia coli* (Tempini a kol., 2018).

Z pohledu zpracování mléka je jakákoliv přítomnost reziduí nežádoucí, vzhledem k tomu, že omezují růst řady mikroorganismů využívaných v mlékárenských kulturách při výrobě fermentovaných mléčných produktů. V důsledku kontaminace mléka rezidui ATB dochází ke snížení kyselosti, kysací schopnosti a syřitelnosti mléka, k negativnímu ovlivnění procesu zrání sýrů a rovněž k výskytu nežádoucích sensorických změn u finálních produktů. Údaje o citlivosti mlékařských kultur k antimikrobiálním látkám jsou v odborné literatuře často rozdílné (Tabulka 2), protože i jednotlivé kmeny téhož druhu bakterií mléčného kysání mohou vykazovat odlišnou citlivost. K faktorům ovlivňujícím citlivost čistých mlékařských kultur patří druh kultury, složení kultury (monokultura vs. směsná kultura) a druh antimikrobiální látky (mechanismus působení ATB na mikrobiální buňku). Technologické procesy působí částečnou degradaci antimikrobiálních látek – míra degradace závisí na teplotě, době ošetření, chemické struktuře látek aj. Tepelnou rezistenci je nutné posuzovat u každého ATB zvlášť (Navrátilová a kol., 2023-QK21010326-V11).

Tabulka 2: Vybrané publikace sledující vliv antibiotik na mlékárenské kultury při výrobě fermentovaných mléčných produktů

| Antibiotika | Výrobní proces/sledované mikroorganismy | Účinky | Zdroj¹ |
|---|---|--|---|
| Cefalexin Cefoperazon Cefchinom Cafazolin Ceftiofur | Výroba jogurtu z kravského mléka 5 druhů jogurtové kultury ² – FD-DVS YC-X11; FD-DVS YF-L903; FD-DVS YF-L812 Yo Flex; FD-DVS YC-381 Yo Flex; DELVO YOG CY-340-DSL | <ul style="list-style-type: none"> • u ceftiofuru statisticky významný vliv na pH, titrační kyselost a obsah kyselin mléčné, pyrohroznové a octové • úplná inhibice kultur již při koncentraci ceftiofuru 100 µg/kg (=MRL) • nejmenší vliv na aktivitu kultur měl cefoperazon | <i>Navrátilová a kol., 2022¹</i> |
| Linkomycin | Výroba sýra z kravského mléka | <ul style="list-style-type: none"> • koncentrace 10, 20 a 40 ng/kg (MRL=150 µg/kg) vedly k částečné inhibici produkce mléčné kyseliny | <i>Chiesa a kol., 2020</i> |
| Amoxicilin Benzylpenicilin Kloxacin Erythromycin Ciprofloxacin Enrofloxacin Oxytetracyklin | Výroba sýra z kozího mléka | <ul style="list-style-type: none"> • vliv měly především erythromycin a oxytetracyklin, jejichž koncentrace 40 a 100 µg/kg vedly k prodloužení doby výroby o 122±29 min, resp. 108±25 min | <i>Quintanilla a kol., 2019</i> |
| Erythromycin Tylosin Spiramycin | Výroba sýra z kozího mléka | <ul style="list-style-type: none"> • statisticky významné zvýšení tvrdosti sýra a snížení koncentrace volných mastných kyselin pouze u tylosinu | <i>Quintanilla a kol., 2018</i> |
| Neomycin Tetracyklin | Výroba sýra z kravského mléka | <ul style="list-style-type: none"> • rezidua ATB mohou ovlivnit technologické procesy i v koncentracích nižších než MRL • tepelné ošetření snižuje množství ATB v mléce | <i>Lányi a kol., 2018¹</i> |

| Antibiotika | Výrobní proces/sledované mikroorganismy | Účinky | Zdroj ¹ |
|--|--|--|---------------------------------------|
| Tetracyklin | Výroba sýra z ovčího mléka | • koncentrace ½ MRL a MRL vedla k prodloužení doby výroby o 35 a 78 min | <i>Cabizza a kol., 2018</i> |
| Cefalexin | Výroba jogurtu z ovčího mléka jogurtová kultura ² – DELVO-YOG® TY-17A DSL | • koncentrace nižší než MRL může inhibovat růst <i>Str. thermophilus</i> a způsobit nerovnováhu v pH a v poměru L ⁽⁺⁾ :D ⁽⁻⁾ izomerů mléčné kyseliny | <i>Novés a kol., 2015¹</i> |
| Penicilin Streptomycin | Výroba sýra z kravského mléka <i>Enterococcus faecalis</i> (11 kmenů), <i>Lbc. casei</i> (7 kmenů) | • laktobacily inhibovány v nižších koncentracích obou ATB než enterokoky, tzn. 10 vs. 40 I.U./ml penicilinu a 0,05 vs. 0,1 mg/ml streptomycinu | <i>Salas a kol., 1999</i> |
| Penicilin Kloxacin Streptomycin Tetracyklin | Tři sýrařské kultury a: <i>Lactococcus lactis</i> (4 kmeny), <i>Lactococcus cremoris</i> (4 kmeny), <i>Str. thermophilus</i> (3 kmeny), <i>Lbc. bulgaricus</i> (2 kmeny), <i>Lbc. lactis</i> (1 kmen) | • 50 % inhibice bakterií mléčného kvašení • rozsah koncentrací: penicillin: 0,009–0,20 µg/l; kloxacilin: 0,24–2,50 µg/l; tetracyklin: 0,09–0,60 µg/l; streptomycin: 0,35–13,0 µg/l • 50 % a 100 % inhibice sýrařských kultur • průměrné koncentrace: penicilin 0,12 a 0,26 µg/l; kloxacilin: 1,91 a 3,9 µg/l; tetracyklin: 0,13 a 0,36 µg/l; streptomycin: 0,59 a 2,06 µg/l | <i>Cogan, 1972¹</i> |

ATB = antibiotika; MRL = maximální limit reziduí; *Lbc.* = *Lactobacillus*; *Str.* = *Streptococcus*

¹ Zdroj: Navrátilová a kol., 2023-**QK21010326-V11**

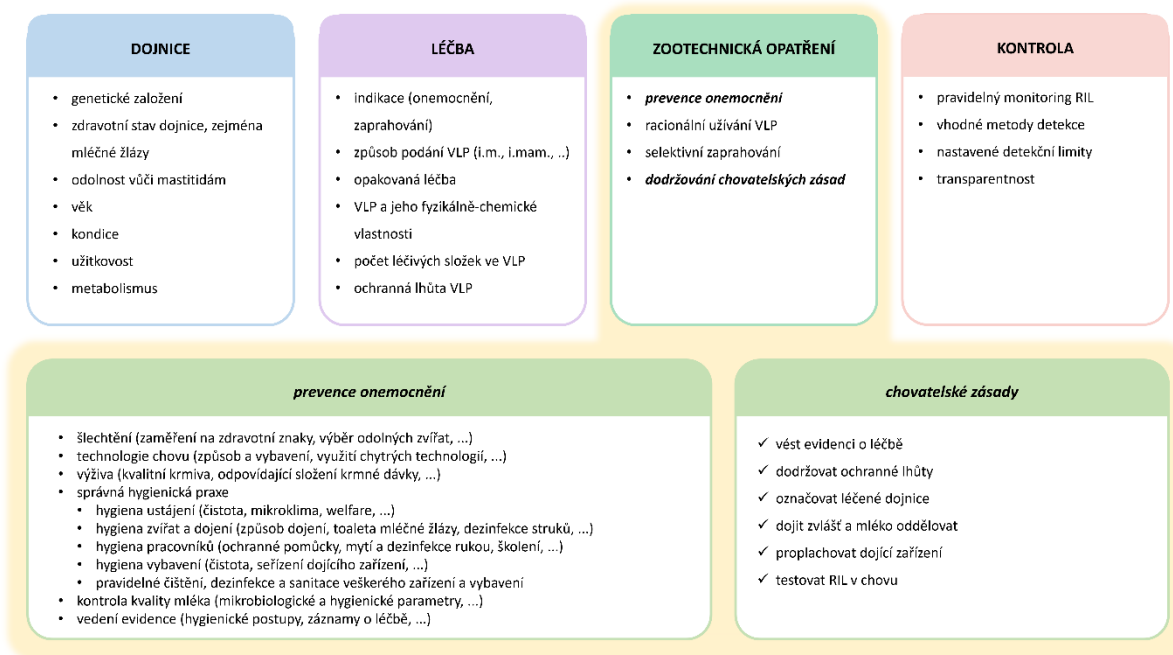
² *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*

Ekonomicky a právně je přítomnost reziduí ATB v mléce velkým problémem. Pokud jsou v mléce detekovány, musí být takové mléko zlikvidováno, což znamená značné finanční ztráty pro zemědělce i zpracovatele. Navíc je to v rozporu s legislativou EU, která stanovuje přísné limity pro rezidua ATB v potravinách (*Treiber a kol., 2021; Nařízení Komise (EU) č. 37/2010*).

Z ekologického pohledu jsou ATB hrozbou pro životní prostředí – jejich zbytky se mohou dostávat do půdy a vodních zdrojů, kde ovlivňují mikroorganismy a podporují vznik rezistence i mimo tělo člověka (*Alam a kol., 2025; Zhao a kol., 2025; Serwecinska, 2020*).

Faktory ovlivňující výskyt RIL v mléce

Obrázek 5 shrnuje faktory, které nejčastěji ovlivňují přítomnost RIL, zejména ATB v mléce. Některé faktory byly sledovány i v rámci projektu QK21010326, tyto budou popsány blíže. Zootechnická opatření jsou pak uvedena v samostatné podkapitole Situace v chovech.



Obrázek 5: Základní faktory významné z hlediska výskytu reziduí inhibičních látek v mléce (i.m. = intramuskulární podání, i.mam. = intramamární podání; RIL = rezidua inhibičních látek; VLP = veterinární léčivé přípravky)

Dojnice, úloha cytochromů P450

Živočišný organismus je vybaven velmi účinnými systémy, které plní zásadní roli v biotransformaci nejen endogenních látek vznikajících v rámci metabolismu, ale zejména většiny cizorodých látek (xenobiotik), s nimiž přichází do styku (Večerek a kol., 2024-QK21010326-V13). Významnou roli v detoxikaci mohou hrát cytochromy P450 (CYP), které se vyskytují prakticky ve všech tkáních, avšak jejich největší koncentrace je v trávicím traktu, a především v játrech. Do biotransformace cizorodých látek jsou zapojeny zejména rodiny enzymů CYP1, CYP2, CYP3. CYP většinou přeměňují xenobiotika na jejich neškodné metabolity, někdy může docházet k bioaktivaci a vzniklý metabolit pak vykazuje vyšší toxicitu než původní látka. Schopnost biotransformace xenobiotik se mezi jednotlivými dojnici může lišit. Je ovlivňována genetickými i environmentálními faktory a mění se i v průběhu života.

Dojnice, stádium laktace, energetický metabolismus

Během laktace procházejí dojnice různými metabolickými změnami, které se odrážejí nejen v dojivosti, ale i ve složení mléka. Cílem studie Reindl a kol., 2024-QK21010326-V8 bylo zjistit mléčnou užitkovost a složení v závislosti na stadiu laktace a popsat vztahy mezi ukazateli energetického metabolismu, zejména ketonovými látkami (β -hydroxymáselná kyselina (BHB), aceton) v mléce a vybranými ukazateli mléčné užitkovosti a složení. Studie byla provedena na 1 909 dojnících holštýnského plemene, českého strakatého plemene a jejich kříženců, které byly rozděleny do čtyř skupin podle stadia laktace (raná (6–100 dní v dojivosti), střední (101–200 dní), pozdní (201–305 dní) a prodloužená (>305 dní)). Během celé laktace byla zjištěna obvyklá dynamika hlavních složek mléka, tj. zvýšení obsahu bílkovin (z 3,30 na 3,76 g/100 g) a obsahu tuku (z 4,25 na 4,42 g/100 g) a snížení obsahu laktózy (z 5,06 na 4,91 g/100 g). V rané a prodloužené fázi laktace byl zjištěn významně vyšší obsah ketonových látek ($p < 0,001$) než ve střední a pozdní fázi laktace. Vliv lipomobilizace na složení mléčného tuku je dokumentován pozitivními korelačními koeficienty mezi ketonovými látkami a mastnými kyselinami s dlouhým a středním řetězcem a negativními korelačními koeficienty mezi ketonovými látkami a mastnými kyselinami s krátkým řetězcem. Pozitivní korelační koeficienty byly

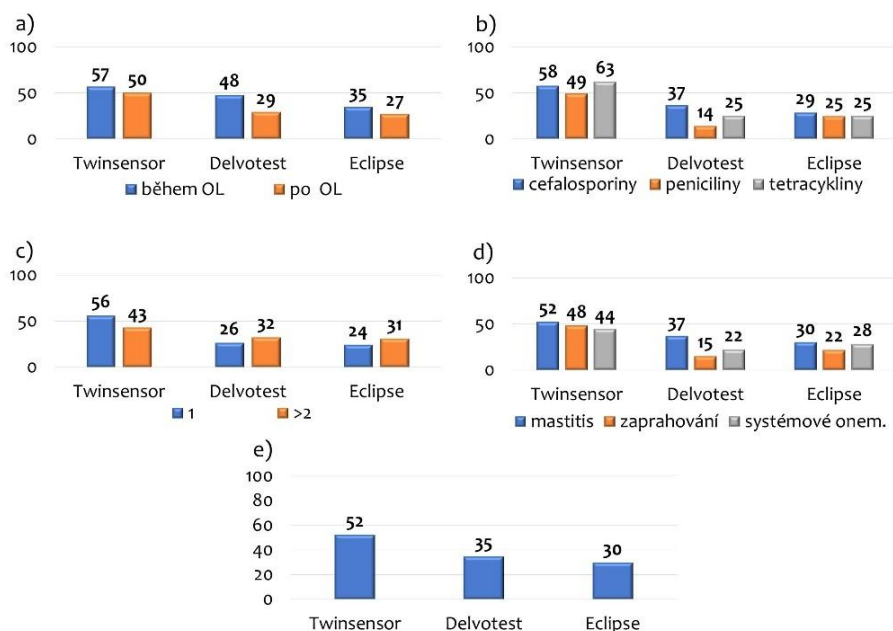
zjištěny mezi ketonovými látkami a mléčným tukem, citronovou kyselinou, poměrem tuk/protein, skórem PSB. Negativní korelační koeficienty byly zjištěny mezi ketonovými látkami a bílkovinami, laktózou a volnými mastnými kyselinami. Výsledky ukázaly, že v současnosti často realizovaná prodloužená laktace u vysoce produktivních dojnic je podobně náročná jako časná laktace.

Léčba dojnic, kontrola RIL, kvalita mléka

Cílem studie *Climové a kol., 2024-QK21010326-V19* bylo porovnat výsledky různých screeningových testů (Delvotest T, Twinsensor BT 020 a Eclipse 50) na přítomnost reziduí ATB v mléce léčených dojnic, a to během ochranné lhůty a po jejím řádném ukončení a vyhodnotit přítomnost reziduí ATB s ohledem na vybrané faktory (např. indikace pro podání ATB, skupina ATB a počet antimikrobiálních látek). Součástí práce bylo rovněž posoudit vybrané parametry kvality mléka (tuk, hrubý protein, laktóza, PSB a poměr tuku k proteinu). Celkem bylo analyzováno 234 vzorků mléka, u nichž byla zjištěna přítomnost reziduí ATB jak od dojnic během ochranné lhůty, tak po ní. Statisticky významný rozdíl v procentu pozitivních vzorků mléka odebraných během ochranné lhůty a po ní byl zjištěn pouze u Delvotestu T ($p=0,0060$). U vzorků mléka byla nejvyšší pozitivita zjištěna při testování pomocí testů Twinsensor BT 020, následovaných Delvotestem T a Eclipse 50. Zde je potřeba zmínit, že první z testů má mnohem vyšší citlivost než Delvotest a Eclipse 50.

Po ochranné lhůtě se výskyt pozitivních výsledků významně lišil v závislosti na indikaci ATB při testování pomocí Delvotestu T ($p=0,0212$), který vykazoval nejvyšší pozitivitu při léčbě mastitidy (37,0 %) – **Obrázek 6**.

Obsah tuku ($p=0,0060$), poměr tuk/protein ($p=0,0007$) a PSB ($p=0,0015$) se významně lišily v závislosti na indikaci léčby. Obsah tuku ($p=0,0022$), poměr tuk/protein ($p=0,0470$) a PSB ($p=0,0175$) se významně lišily také v závislosti na skupině podaného ATB. Nejvyšší potenciální riziko z hlediska přítomnosti reziduí ATB bylo zjištěno ve vzorcích mléka odebraných od dojnic po léčbě mastitidy – *Climové a kol., 2024-QK21010326-V19*.

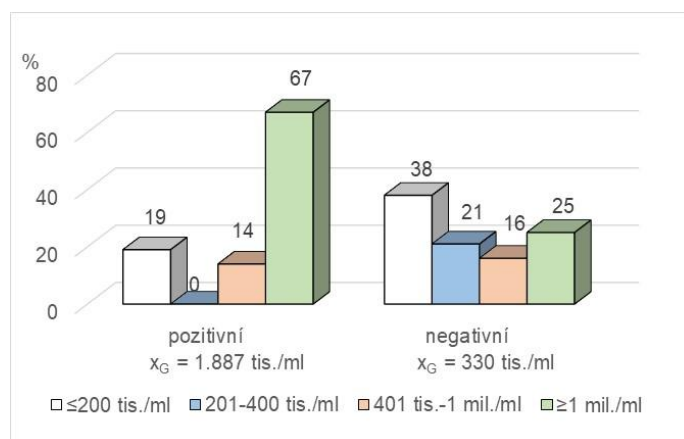


Obrázek 6: Procentuální podíl pozitivních vzorků v závislosti na a) ochranné lhůtě, b) druhu podaného léčiva – antibiotika, c) počtu léčivých složek v přípravku, d) indikaci léčby, e) metodě detekce (Zdroj: Samková a kol., 2025-QK21010326-V58)

Ochranná lhůta, kvalita mléka

Výsledky experimentu *Hasoňové a kol., 2022-QK21010326-V1* poukázaly na to, že v období okolo ukončení ochranné lhůty jsou v mléce dojnic stále zjišťovány extrémně vysoké hodnoty PSB, a to jak před ukončením ochranné lhůty, tak po ní ($x_G = 486$ tis./ml, resp. 440 tis./ml). Přítomnost RIL byla prokázána u 16,4 % dojnic s řádně ukončenou ochrannou lhůtou. Tyto dojnice měly současně extrémně vysoké hodnoty PSB ($x_G = 1887$ tis./ml) – **Obrázek 7**.

Vzhledem k našemu zjištění, že rezidua ATB lze prokázat v mléce i po ochranné lhůtě, je třeba konstatovat, že chovatelé by se neměli spoléhat pouze na tento termín, ale měli by rovněž provádět kontroly na přítomnost RIL před uvedením mléka dané dojnice do dodávky.



Obrázek 7: Rozdělení četností (%) pro počet somatických buněk (tis./ml) v mléce dojnic s ukončenou ochrannou lhůtou a tříděných dle nálezu reziduí antibiotik (pozitivní, n=21; negativní, n=107) včetně geometrického průměru (x_G) v dané skupině (Zdroj: *Hasoňová a kol., 2022-QK21010326-V1*)

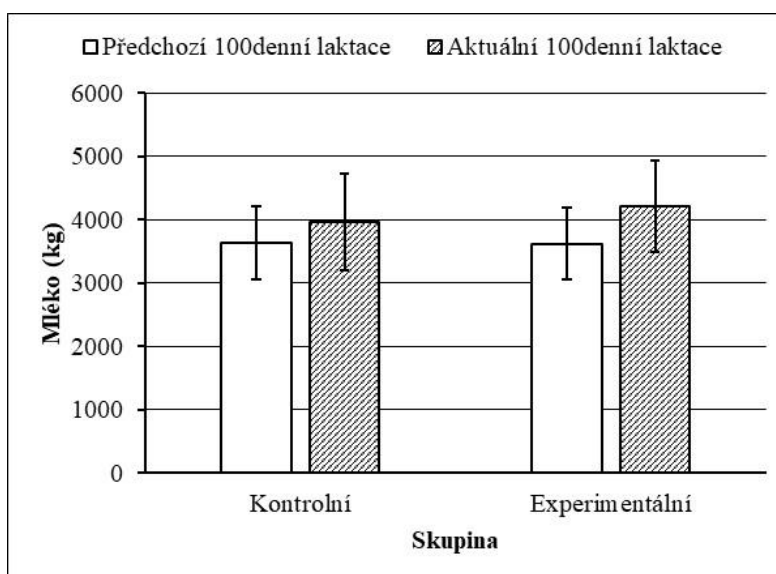
Rok, sezóna, kvalita mléka

V retrospektivní analýze *Nejeschlebové a kol., 2022-QK21010326-V26* bylo jedním z cílů vysvětlit variabilitu výskytu RIL s faktory jako je sezóna a rok, přičemž k hodnotám RIL byly logicky vztaženy i hygienické mléčné ukazatele: celkový počet mikroorganismů (CPM) a PSB. Tlak na zlepšení technologie péče o dojnice a hygienu dojení v čase vysvětloval 57,8 % variací ve snížení výskytu RIL. Bylo zmíněno předchozí mezinárodní srovnání výsledků RIL, kde rostoucí velikost stáda dojnic zvyšovala pravděpodobnost výskytu RIL ($p < 0,05$; korelace od 0,49 do 0,51). To vysvětlovalo 24,3 až 26,6 % variability výskytu RIL. V časové periodě 2011 až 2020 byly v trendech všechny mléčné ukazatele (RIL, CPM a PSB) zřetelně vylepšeny. CPM byl redukován na $23,6 \times 10^3$ KTJ/ml (2020) a PSB na 221 a 230×10^3 /ml (2019 a 2020). Opakovaná sezónnost ukazatelů v kalendářních měsících po letech byla zřetelná pro CPM, a zejména pro PSB (obojí lze vysvětlovat sezonními teplotními fluktuacemi prostředí – technologické a zdravotní efekty) a méně pro RIL (užší vazba na chyby v technologii chovu dojnic a dojení). Lineární regrese vztahu $\log \text{CPM} \times \text{RIL}$ podle měsíčních průměrů za 10 let ukázala korelační koeficient +0,18 ($p > 0,05$) s mírným zvyšováním RIL s rostoucím CPM. U vztahu $\text{PSB} \times \text{RIL}$ byl korelační koeficient +0,23 ($p \leq 0,05$) s možným růstem RIL s rostoucím PSB. Jen 5,3 % variací v hodnotách RIL je vysvětlitelných variabilitou PSB. Vztah $\log \text{CPM} \times \log \text{PSB}$ měl korelační koeficient +0,47 ($p \leq 0,001$), kde až 22,1 % variací ve zdravotním stavu mléčné žlázy dojnic může být vysvětleno kolísáním v hygieně chovu a hygieně dojení. Důsledné provádění technologických bodů antimastitidního programu ve stádech dojnic, zejména v hygieně jejich dojení, je tedy významnou položkou zlepšování situace ve výskytu RIL.

Profylaktické využití ATB

Kromě léčby jsou ATB využívány u dojnic i profylakticky. Takovým opatřením je např. antiketogenní profylaxe s využitím ionoforového ATB, monensinu. V souvislosti s vysokými energetickými nároky na začátku laktace se dojnice prakticky fyziologicky dostávají do negativní energetické bilance (Zhang a kol., 2020). Nadměrná tvorba neesterifikovaných mastných kyselin v souvislosti s lipomobilizací je příčinou zvýšené jaterní ketogeneze (Bradford a kol., 2015). U vysokoproduktivních dojnic s rizikem hyperketonemie se preventivně nebo léčebně aplikují látky posilující glukoneogenezi a utilizaci energie. Monensin se získává fermentací pomocí *Streptomyces cinnamonensis* (Kozerski a kol., 2017) a ovlivňuje bachorovou fermentaci ve prospěch tvorby propionové kyseliny a jejího přednostního využití pro syntézu glukózy (Markantonatos a Varga, 2017).

V provedeném pokusu (Horčíčková a kol., 2025-**QK21010326-V14**) byl u dojnic ošetřených monensinem v podobě perorálních kapslí zjištěn ve 30. a 60. dnu laktace nižší obsah BHB v krvi a ve 30. dnu laktace i nižší obsah BHB a acetonu v mléce. Ve všech třech termínech (30., 60., 90. den) byl zaznamenán i příznivější obsah plazmatických bílkovin a močoviny, vyšší koncentrace triacylglycerolů a cholesterolu. Byly zjištěny i vyšší koncentrace tyroxinu, trijódtyroninu a tyreotropinu odrážející vyšší aktivitu štítné žlázy. U dojnic ošetřených monensinem byly zaznamenány příznivější parametry užitkovosti (**Obrázek 8**). Rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou však nebyly u žádného z metabolických a ani produkčních parametrů hodnocených 30., 60. a 90. den laktace statisticky významné.



Obrázek 8: Mléčná produkce za prvních 100 dní laktace a její změna oproti předchozí laktaci u dojnic v experimentální (ošetřené monensinem) a kontrolní skupině (Zdroj: Horčíčková a kol., 2025-QK21010326-V14**)**

Na tomto místě je třeba doplnit, že registrace perorálních kapslí s řízeným uvolňováním monensinu byla 15. května 2024 rozhodnutím Evropské komise dočasně pozastavena na základě doporučení Výboru pro veterinární léčivé přípravky Evropské agentury pro léčivé přípravky. V důsledku toho byly všechny šarže v rámci EU staženy z trhu, dokud výrobce nezavede nápravná a preventivní opatření k odstranění zjištěných kvalitativních nedostatků (EMA, 2024).

Dalším profylaktickým opatřením, kde se využívají ATB, je zaprahování dojnic (Nejeschlebová a kol., 2024-**QK21010326-V53**). V současnosti je tato problematika velmi diskutována a v rámci antibiotické politiky je doporučováno vyvarovat se plošnému

zaprahování ATB. Zaprahování pomocí ATB by mělo být realizováno výhradně výběrově podle PSB na konci laktace. V současnosti jsou rovněž nabízeny různé přírodní preparáty, nahrazující použití ATB.

Metody detekce RIL

Systém detekce RIL v prvovýrobě mléka a mlékárenské praxi lze rozdělit do dvou kroků na sobě závislých. Při plošném monitorování RIL umožňujícím rychlé stanovení přítomnosti inhibičních látek se využívají screeningové testy – selektivní a širokospektrální rychlotesty. Přítomnost RIL lze prokázat i mikrobiologickými plotnovými metodami a také imunoenzymatickými metodami. Na tyto testy a metody navazují fyzikálně chemické metody, nízkovoltážní gelová elektroforéza, radioimunoanalýza a konfirmační chromatografické metody (plynová a kapalinová). Jsou používány při cíleném vyšetřování nebo v návaznosti na předchozí mikrobiologické metody. Umožňují identifikaci hledané látky a její částečnou nebo exaktní kvantifikaci. V laboratorní diagnostice RIL je třeba si uvědomit, že neexistuje univerzální metoda, která by umožňovala detekovat všechny antimikrobiální látky s vyhovující citlivostí. Je proto nutné kombinovat různé metody do integrovaného systému, který vyžaduje, aby výsledky screeningových testů a plotnových metod byly v konečném kroku konfirmovány a kvantifikovány instrumentálními metodami (*Hanuš a kol., 2012; Hanuš a kol., 2021-QK21010326-V2; Hanuš a kol., 2022-QK21010326-V6*).

Screeningové (kvalitativní) metody

Screeningové metody pro stanovení RIL v mléce zaznamenaly od 80. let 20. století významný pokrok, což přispělo k zásadnímu zlepšení programů kontroly RIL v mléce. S neustále se rozšiřujícím spektrem antimikrobiálních látek roste i poptávka po screeningových metodách schopných rychlé, citlivé a spolehlivé detekce jejich reziduí. Trendem je také provádění testů na místě (na farmách nebo v závodech na zpracování mléka) operátory bez specializovaného školení namísto laboratorních pracovníků, což vede k tomu, že většina komerčně dostupných testů je nabízena v robustních a uživatelsky přívětivých formátech. Vývoj těchto metod lze vidět například v: (1) široké škále komerčně dostupných testovacích formátů, od testovacích sad použitelných *in situ* až po sofistikované laboratorní přístrojové systémy umožňující rozsáhlé testování v laboratořích, (2) screeningových metodách, které lze použít k analýze široké škály antimikrobiálních látek, přičemž některé umožňují detekci specifického ATB, zatímco jiné detekují celé skupiny ATB současně, (3) výrobcích nabízejících testovací sady kompatibilní s automatickým ukončením inkubace a vyhodnocením testu s následným přenosem dat do mobilní aplikace, nebo (4) dostupnosti testů s různou citlivostí odrážející specifické požadavky na maximální koncentrace antimikrobiálních látek (*Navrátilová a kol., 2024-QK21010326-V50*).

V praxi se nejčastěji využívají Delvotest®, BR-Test, Eclipse, Charm testy, Copan test, BetaStar, TwinSensor. Detekční limity (citlivost) testu pro specifická antibiotika, se mohou u screeningových testů významně lišit (**Tabulka 3**) a stejně tak se liší množství stanovovaných antimikrobiálních látek – některé jsou širokospektrální, jiné selektivní. Každý druh testu má přitom své výhody a nevýhody (*Navrátilová a kol., 2024-QK21010326-V50*).

Kvantitativní metody stanovení reziduí ATB

Pro kvantifikaci reziduí ATB je možné využít vysokoúčinnou kapalinovou chromatografii (HPLC/UHPLC) s UV nebo fluorescenční detekcí, kapalinovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií (LC-MS/MS), případně imunoanalytické metody (ELISA, LFIA) – (*Dluhošová a kol., 2024-QK21010326-V15*).

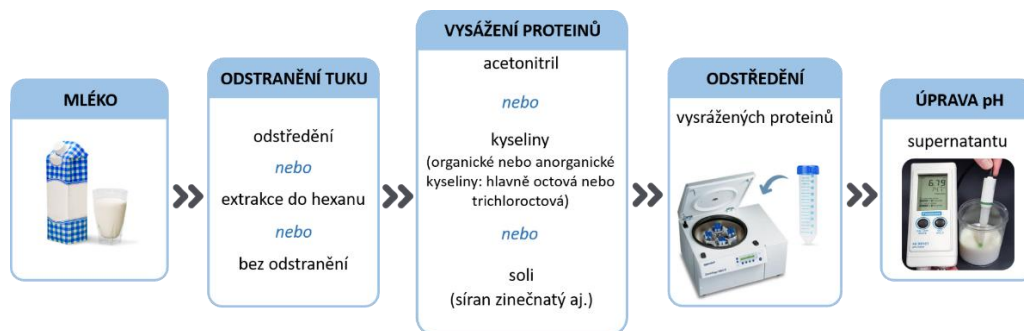
**Tabulka 3: Citlivosti vybraných testů uváděné jednotlivými výrobci v µg/kg pro vybraná léčiva
(Zdroj: Navrátilová a kol., 2024-QK21010326-V50)**

| Antibiotikum | MRL (µg/kg) | Charm Blue Yellow II | Charm CowSide II | Copan Milk | Delvotest® T (ampule) | Delvotest® SP-NT (ampule) | Eclipse 50 |
|----------------|-------------|----------------------|------------------|------------|-----------------------|---------------------------|------------|
| Amoxicilin | 4 | 2–3 | 3–4 | 2–4 | 4 | 2 | 4 |
| Ampicilin | 4 | 2–3 | 3–4 | <2 | 4 | 2 | 4 |
| Cefalonium | 20 | 10–15 | 15–20 | – | 8 | 10 | 20 |
| Cefalexin | 100 | 60–100 | 75–100 | >45 | 20 | 45 | 60 |
| Cefapirin | 60 | 4–6 | 8–10 | 2,5–5 | 6 | 2 | 8 |
| Cefchinom | 20 | 40–60 | 40–60 | 30–100 | 40 | 65 | 150 |
| Cefoperazon | 50 | 20–30 | 20–30 | 25–50 | 40 | 30 | 50 |
| Ceftiofur | 100 | 50–100 | 50–100 | 50–100 | 20 | 20 | 100 |
| Erythromycin | 40 | 100–150 | 75–100 | >200 | 160 | 90 | 200 |
| Gentamycin | 100 | 75–100 | 75–150 | 100–500 | 100 | 90 | 400 |
| Kanamycin | 150 | – | – | – | 1010 | 1700 | >2000 |
| Kloxacilin | 30 | 10–20 | 10–25 | 10–15 | 6 | 12 | 30 |
| Linkomycin | 150 | 100–150 | 75–150 | 150 | 275 | 170 | 300 |
| Neomycin | 1500 | 75–150 | 100–150 | 500–2000 | 60 | 115 | 1500 |
| Oxytetracyklin | 100 | 75–100 | 75–100 | 250–500 | 100 | 300 | 100–150 |
| Penicilin G | 4 | 1–2 | 2–3 | 1–2 | 1 | 2 | 3–4 |
| Spiramycin | 200 | 400–500 | 300–400 | >2000 | 1500 | 280 | >400 |
| Streptomycin | 200 | – | – | <1000 | 500 | 700 | >2000 |
| Sulfadiazin | 100 | 80–100 | 40–60 | 50–100 | 40 | 65 | 100 |
| Tetracyklin | 100 | 75–100 | 50–100 | 250–500 | 70 | 300 | 100–150 |
| Tilmicosin | 50 | 25–35 | 25–35 | 75–100 | 60 | 30 | 100 |
| Trimethoprim | 50 | 200–300 | 200–300 | 100–150 | 110 | 160 | – |
| Tylosin | 50 | 20–30 | 20–30 | 50–100 | 35 | 35 | 50 |

MRL = maximální limit reziduí

ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) je imunochemická metoda sloužící k rozpoznání přítomnosti antigenu (analytu) ve vzorku prostřednictvím jeho specifické interakce s protilátkou. Barevný produkt enzymatické reakce se změří na speciálním spektrofotometru při příslušné vlnové délce. Metoda je rychlá, poměrně levná, s jednoduchou přípravou vzorku. Je vhodná i k využití na farmách. Nevýhodou je vyšší riziko falešně pozitivních výsledků a často je pouze semi-kvantitativní.

U chromatografických metod je pravděpodobně největším úskalím příprava vzorků (**Obrázek 9**). Mléko je vzhledem ke svému složení složitá matrice, často je nutná precipitace proteinů (s využitím acetonitrilu, kyseliny trichloroctové) a odstranění tuků (hexan, centrifugace). Vzhledem k nízkým obsahům ATB je analyt třeba ze vzorku izolovat a zakoncentrovat. Provádí se úprava pH pro stabilitu ATB a zajištění vysoké výtěžnosti extrakce, u tetracyklinů je nutné přidat chelatační činidla (EDTA = kyselina ethylendiaminotetraoctová), aby se rozrušily komplexy s vápníkem.



Obrázek 9: Postup přípravy vzorků (Zdroj: Bartáková a kol., 2025; QK21010326-V60)

V porovnání s HPLC/UHPLC s UV nebo fluorescenční detekcí pracuje LC-MS/MS s vysokou selektivitou, citlivostí a umožňuje multireziduální stanovení (desítky až stovky látek). Nevýhodou je cena těchto přístrojů a složitá obsluha (Dluhošová a kol., 2024-QK21010326-V15).

ATB představují skupinu chemicky velmi nesoudržných látek, u nichž je nutné chromatografické podmínky testovat individuálně a použité metody pečlivě validovat. Pro analýzu β -laktamových a tetracyklinových ATB se nejčastěji používají kolony s reverzní stacionární fází, nejčastěji C18. Mobilní fáze bývá složena z acetonitrilu nebo methanolu a jsou používány kyselé pufrů. Spotřeba rozpouštědel při této instrumentaci je poměrně vysoká a většina metod je také značně dlouhá. Navíc starší typ kolon je v kyselé oblasti méně stabilní. Určitým řešením by mohlo být použití sub-2 μm kolon, což umožní podstatné zkrácení doby analýzy při zachování kvalit separačního procesu, a tím snížení množství spotřebovaných rozpouštědel.

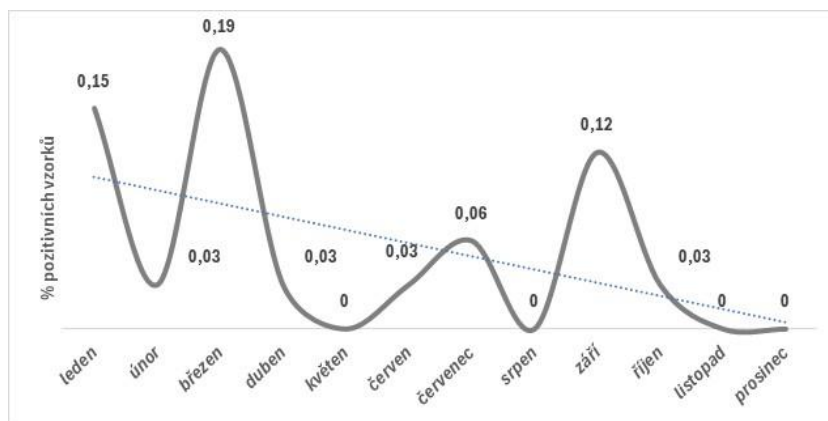
Studie Dadákové a kol., 2024-QK21010326-V51 testovala možnost náhrady klasických chromatografických kolon kolonou s nízkým zrněním nosiče stacionární fáze (sub-2 μm kolona) při analýze vybraných ATB. Pro testování byly vybrány penicilin G a cefoxitin jako zástupci skupiny β -laktamových ATB a tetracyklin jako reprezentant skupiny tetracyklinových ATB. Pro testování byla zvolena chromatografická kolona SB-C18 s parametry 4,6 \times 50 mm se zrněním náplně 1,8 μm (Agilent Technologies). Použitá kolona umožnila podstatné zkrácení doby analýzy (tetracyklin 50 %, β -laktamová ATB 45–74 %) při zachování kvalitativních parametrů získaných dat. Použití sub-2 μm kolony bylo možné bez podstatné změny chromatografických parametrů u testovaných konkrétních metod.

Vzhledem k extrémnímu rozsahu charakteristik reziduí ATB představuje multireziduální analýza pro analytiku stále velkou výzvu. Přestože většina studií stále analyzuje pouze několik vybraných ATB, pokusy o provedení takových analýz (s větším či menším úspěchem) již byly učiněny, což, doufejme, připraví cestu nejen pro budoucí výzkum v této oblasti, ale možná i pro aplikaci v mlékárenské a regulační praxi (Dluhošová a kol., 2024-QK21010326-V15).

Situace v chovech

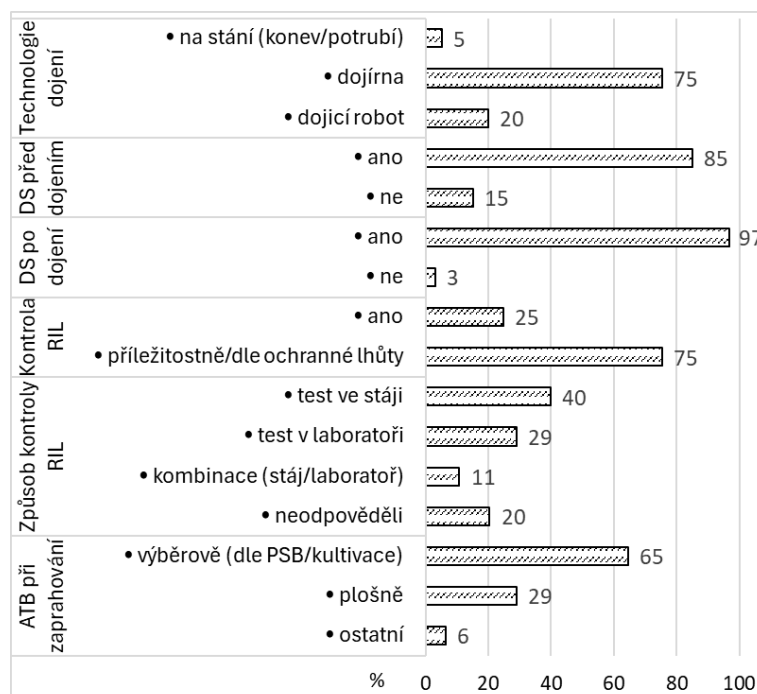
V ČR jsou dlouhodobě nízké hodnoty pozitivních vzorků mléka dodávaného ke zpracování. Nejeschlebová a kol., 2022-QK21010326-V26 provedli retrospektivní studii zpracováním databáze výskytu RIL (330 tis. původních bazénových vzorků mléka a 120 měsíčních průměrů z oficiální kontroly kvality mléka v ČR za posledních 10 let). Výsledky této analýzy naznačily významný pokles frekvence výskytu RIL z 0,16 % (2013) na hodnoty 0,06 (2017), 0,05, 0,06 a 0,11 % (2020). Těsnost vztahu časového vývoje poklesu RIL byla -0,76 ($p < 0,001$).

Nízké hodnoty pozitivních vzorků RIL jsou patrné rovněž za rok 2024 (Obrázek 10).



Obrázek 10: Procentuální podíl pozitivních vzorků na rezidua inhibičních látek ve vykupovaném syrovém kravském mléce v roce 2024 v České republice (Zdroj: Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V18)

Jedním z cílů projektu QK21010326 bylo provést dotazníkové šetření mezi chovateli dojeného skotu v ČR a posoudit vybrané charakteristiky chovů a preventivní opatření ve vztahu k riziku výskytu RIL, zejména ATB, v syrovém kravském mléce. V šetření realizovaném od října 2024 do dubna 2025 (Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V18) bylo získáno 93 dotazníků z devíti krajů ČR. Výsledky ukázaly, že dezinfekci struků před dojením vykonává nižší počet chovatelů (85 %) než po dojení (98 %). Pouze 25 % chovů uvedlo, že po léčbě dojnic a před zařazením mléka do dodávky provádějí kontrolu RIL pravidelně, a to obvykle (z 80 %) testy přímo ve stáji nebo v laboratoři. Většina chovatelů (75 %) odpověděla, že spoléhá na doporučené ochranné lhůty VLP nebo provádějí kontrolu RIL pouze příležitostně. Potěšujícím výsledkem je rostoucí uplatňování selektivního zaprahování, které uvedlo 65 % chovatelů, zatímco plošné zaprahování pomocí ATB využívá jen 29 % chovů (Obrázek 11).



Obrázek 11: Vyhodnocení vybraných otázek z dotazníkového šetření u chovatelů dojnic (n=93); ATB = použití antibiotik; DS = dezinfekce struků; PSB = počet somatických buněk; RIL = rezidua inhibičních látek (Zdroj: Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V18)

V rámci šetření byly posouzeny i vybrané faktory ve vztahu k % dojnic léčených ATB. Podle údajů chovatelů byl podíl léčených dojnic do 5 % za poslední rok u 22 % respondentů, 6–10 %

u 58 % respondentů a 11% hranici překročil u 15 % respondentů. V rámci statistického vyhodnocení byly skupiny 6–10 % a 11 a více % spojeny (**Tabulka 4**).

Tabulka 4: Posouzení procentuálního podílu dojnic léčených antibiotiky v chovech v závislosti na četnosti dojení, užítkovosti dojnic za laktaci a prováděné faremní kultivaci původců onemocnění

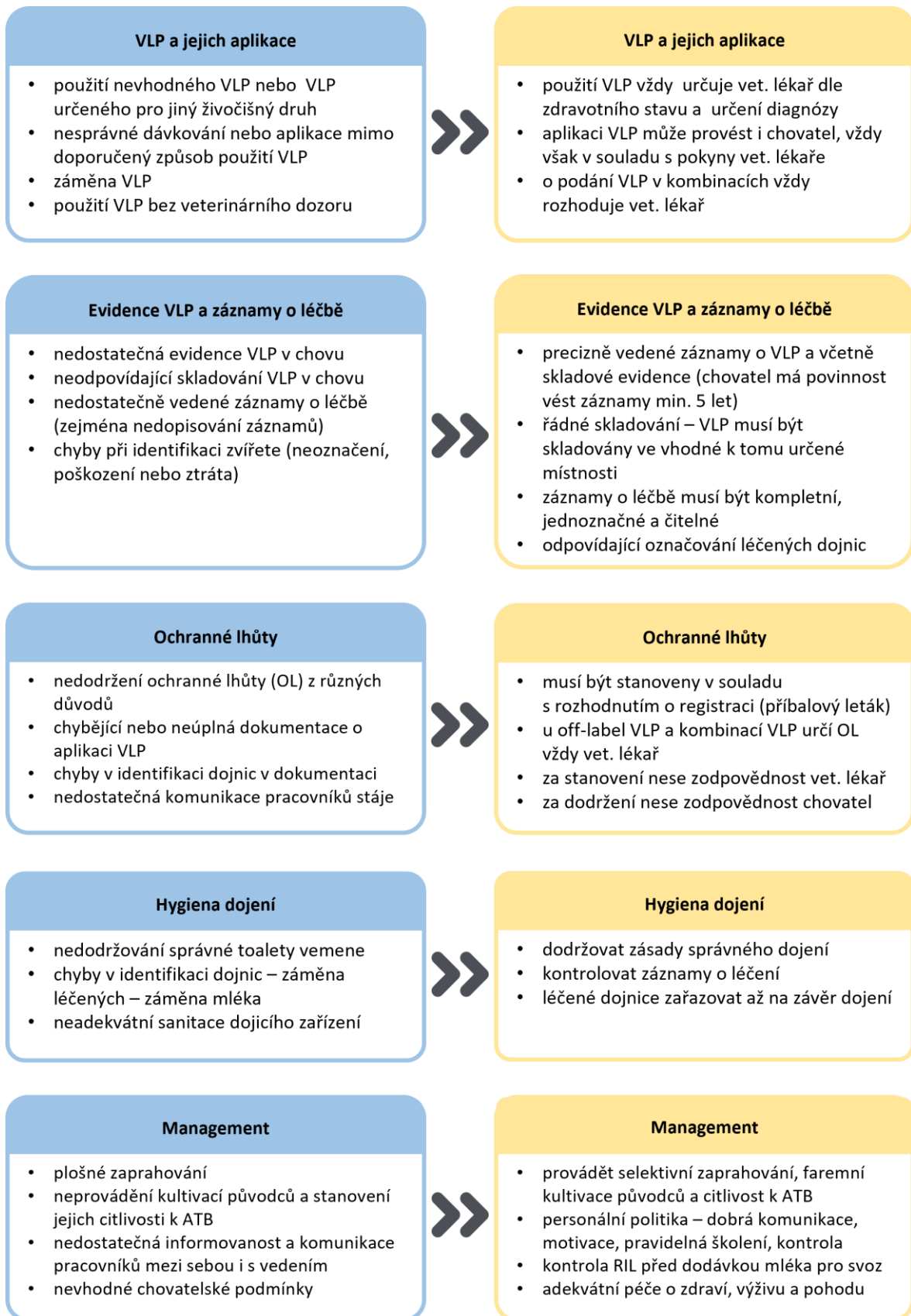
| Faktor | Kategorie | n | Podíl léčených dojnic | | p |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------|-----------|--------|
| | | | ≤5 % | >5 % | |
| Četnost dojení | 2× denně | 58 | 17 | 83 | 0,1590 |
| | 3× denně | 12 | 33 | 67 | |
| | vícekrát (robotické dojení) | 16 | 37 | 63 | |
| | Celkem | 86 | 23 | 77 | |
| Průměrná dojivost za laktaci (kg) | <10 000 | 47 | 19 | 81 | 0,4303 |
| | >10 000 | 38 | 26 | 74 | |
| | Celkem | 85 | 22 | 78 | |
| Faremní kultivace původců onemocnění | prováděna | 67 | 19 | 81 | 0,0597 |
| | neprováděna | 17 | 41 | 59 | |
| | Celkem | 84 | 24 | 76 | |

Z výsledků dotazníkového šetření vyplynulo, že chovatelé v ČR ve většině případů uplatňují základní hygienická opatření a preventivní přístupy, které mohou přispět ke snížení rizika výskytu reziduí ATB v mléce. Určité možnosti ke zlepšení lze spatřovat v kontrolách RIL u mléka po léčbě dojnic před vlastní dodávkou do mlékárny, a dalším rozšíření uplatnění selektivního zaprahování dojnic. Nelze však opomenout, že důležitá je především prevence onemocnění, neboť pouze zdravé dojnice jsou zárukou kvalitního a zdravotně nezávadného mléka.

Doporučení pro chovatele

Na základě informací z literatury (kapitola Seznam použité související literatury) a výsledků v rámci řešení projektu QK21010326 (kapitola Seznam literatury předcházející metodice) byly zjištěné poznatky shrnuty a sestaveny do diagramu jako doporučení pro chovatele (**Obrázek 12**).

K bodu Evidence VLP a záznamy o léčbě lze ještě doplnit, že záznamy vedené chovatelem o VLP musí být kompletní a obsahovat: název, datum, kdy byl VLP vydán, množství nebo počet dávek, důvod výdeje, označení osoby, která VLP chovateli vydala, druh, kategorii, počet, určení zvířat, pro která byl VLP vydán chovateli. Záznamy o léčbě pak musí být řádně vedeny a musí obsahovat tyto údaje: identifikace hospodářství, datum použití (datum prvního podání + délka léčby), úplný název VLP a jeho šarže (léková forma a síla), druh a kategorie zvířete, počet a identifikace zvířete (vždy ušní číslo, nestačí číslo opasku), důvod použití/diagnóza, dávka a způsob aplikace, stanovená OL (i pokud je nulová), podpis toho, kdo aplikaci provedl.



Obrázek 12: Doporučení pro chovatele v jednotlivých oblastech (vlevo: možné problémy, vpravo možná řešení)

Závěr

Problematika rizika výskytu RIL v mléce zůstává dlouhodobě aktuálním tématem, neboť v průběhu let dochází k neustálým změnám a inovacím jak v oblasti prvovýroby mléka, tak v oblasti kontrol kvality mléka. Jakákoliv variabilita podmínek prostředí nebo metod detekce přitom může ovlivňovat případný výskyt RIL v mléce. Studium této problematiky rovněž představuje významný prvek při zajišťování a podpoře bezpečnosti mléčného potravinového řetězce. Z tohoto důvodu je nezbytné průběžně rozšiřovat a aktualizovat poznatky, které přispívají k upřesnění a zefektivnění preventivních opatření zaměřených na omezení výskytu RIL.

Předkládaná metodika propojuje dosud známé poznatky s vlastními novými zjištěními a zasazuje je do širších souvislostí. Tím rozšiřuje znalosti o výskytu RIL a o faktorech, které s jejich přítomností souvisejí. Zároveň se zaměřuje na metody detekce, jež představují klíčovou oblast kontroly výskytu RIL. Získané poznatky a formulovaná doporučení pro chovatele podporují prevenci jejich výskytu v mléce a přispívají k vytváření podmínek pro zvyšování produkce mlékárenských výrobků s vyšší přidanou hodnotou.

Dílečtí výsledky dosažené při řešení projektu byly průběžně publikovány a již částečně implementovány do praxe prvovýroby mléka i do systému kontroly jeho kvality, jak dokládá přehled publikačních a vzdělávacích aktivit.

Srovnání „novosti postupů“ oproti původní metodice

Vývoj a zpracování postupu a metody je zajištěn vlastními, dřívějšími a současnými, výzkumnými výsledky i dřívějšími poznatky v oboru.

Jedná se o inovativní metodiku, která je, z hlediska konvenční klasifikace výsledků výzkumu, vývoje a inovací, kombinací uvedení známých poznatků v nových souvislostech i vlastních nových zjištění. Metodika rozšiřuje poznatky v oboru kontroly výskytu RIL pro podporu prevence jejich výskytu v mléce, a tím přispívá k základu možnosti zvyšování produkce náročnějších mlékárenských výrobků s vyšší přidanou hodnotou. Metodika může významně podpořit kvalitu mléka, efektivitu chovu dojníc a bezpečnost mléčného potravinového řetězce.

Uvedené postupy dosud nebyly v ČR v rámci kontroly kvality mléka využívány v této podobě, ale pouze v jiných, méně komplexních variantách.

Popis uplatnění metodiky

Nově vyvinutá metodika byla předána pro užívání v praxi prvovýroby mléka (smlouvy se zemědělskými podniky s prvovýrobou mléka – Zemědělské družstvo Jeseník, Agropodnik Košetice, a.s.) a také systému kontroly kvality syrového mléka (laboratoř rozborů mléka Českomoravské společnosti chovatelů a.s., Brno-Tuřany) v elektronické formě. Postupné uplatnění poznatků z metodiky v praxi lze proto oprávněně očekávat. Dále budou poznatky zveřejňovány na odborných seminářích a workshopech k podpoře plošné implementace v oboru mlékařství. Za uživatele poznatků metodiky lze, v ose postupu technologického procesu výroby mléka, označit: - manažery chovu skotu v zemědělských podnicích; - praktické veterinární lékaře; - zootechniky mléčných stád; - manuální pracovníky v procesu získávání mléka; - pracovníky kontrolních mléčných laboratoří; - pracovníky výkupu mlékáren; - technology mlékáren; - studenty středních a vysokých škol zemědělských, veterinárních a potravinářských.

Díličí poznatky získané při řešení projektu, pro tuto metodiku, byly průběžně publikovány a také již implementovány do podmínek praxe prvovýroby mléka a systému kontroly jeho kvality podle seznamu publikačních a vzdělávacích aktivit.

Metodika „Praktická doporučení k omezení výskytu inhibičních látek v mléce“ je vydána pouze elektronicky.

Údaje o uplatnění metodiky pro evidenci v Rejstříku informací o výsledcích (RIV) dodá příslušný poskytovatel účelové podpory.

Vlastní metodika bude uvedena v závěrečné zprávě o řešení výzkumného projektu MZe NAZV ZEMĚ QK21010326.

Popis uplatnění lze kontrolovat:

- kontrola fyzické existence metodiky jako pracovního postupu pro podporu prevence rizika výskytu RIL v mléce a bezpečnosti mléčného potravinového řetězce (u Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích a uživatelů v praxi včetně Českomoravské společnosti chovatelů);
- kontrola implementace a praktické aplikace metodiky je proveditelná prostřednictvím revize dokladů workshopů (pozvánky, programy, prezenční listiny) ke zlepšování kvalifikace pracovníků v prvovýrobě mléka a odborného laboratorního personálu v relevantních laboratořích kontroly kvality mléka (např. Laboratoř pro rozbor mléka Brno-Tuřany, Českomoravská společnosti chovatelů a. s.).

Ekonomické aspekty

Ekonomický dopad je součástí kontroly zdravotního stavu dojníc a kontroly kvality mléka. Zlepšení prevence rizika výskytu RIL zde může tvořit podíl do 1 % efektu ve smyslu zlepšení (a zvýšení) objemu dodávek syrového mléka do mlékáren. Vlivy na bezpečnost mléčného potravinového řetězce a zlepšení zdravotní bezpečnosti konzumentů mléčných výrobků, jakkoliv jsou nezpochybnitelné, lze jen obtížně kvantifikovat a finančně vyjádřit, i když jsou velmi významné.

Zlepšení a nápravy ztrát na dodaném mléce ke zpracování lze přibližně odhadovat za předpokladu, že by redukce ztrát na nálezech RIL mohla činit přibližně 50 % oproti současnému stavu:

- za posledních 5 roků byl průměrný nález RIL v ČR 0,124 % (Sládek, LRM Brno, 2025);
- redukce o 50 % znamená 0,062 % nálezů RIL během roku po zlepšení;
- objem ročně dodaného mléka v ČR činí 2 900 000 000 l;
- průměrný objem jedné dodávky mléka cisternou může být 25 000 l;
- jeden pozitivní nález RIL u dodavatele, tedy na jedno sběrné místo zpravidla poškodí celkovou dodávku (podle ředících poměrů mezi bazénem a svoznou cisternou) mléka do mlékárny v cisternovém voze (při kontrole na vstupu do technologie) a tato nemůže být zpracována;
- je tedy ročně realizováno celkem cca 116 000 dodávek (transportních cisteren) mléka do mlékáren ke zpracování;
- předpokládejme, že takto bude poškozeno 50 % rizikově realizovaných dodávek;
- z toho 0,062 % činí 71,92 dodávek vyřazeného mléka (po 25 000 l);
- objem takto vyřazeného mléka ročně může činit 1 798 000 l mléka;
- z toho 50 % skutečné škody činí 899 000 l mléka;
- předpokládána (aktuální) farmářská cena mléka cca 13 Kč za 1 litr;

- cena takto vyřazeného mléka ročně může činit 11 687 000 Kč, což může být roční přínos postupu prvovýrobě mléka.

Efekt je opakovatelný po rocích a celkový možný přínos za redukci ztrát na dodávkách mléka za výskyt RIL, pro prvovýrobce mléka, je odhadnut již výše na cca 11,7 mil. Kč ročně.

Seznam zkratek

| | |
|--------|-------------------------------|
| AFB1 | aflatoxin B1 |
| AFM1 | aflatoxin M1 |
| ATB | antibiotika |
| BHB | beta-hydroxymáselná kyselina |
| CPM | celkový počet mikroorganismů |
| DDT | dichlor-difenyl-trichlorethan |
| HCB | hexachlorbenzen |
| HCH | hexachlorcyklohexan |
| MRL | maximální limit reziduí |
| PCB | polychlorované bifenyly |
| PSB | počet somatických buněk |
| RIL | rezidua inhibičních látek |
| SVS ČR | Státní veterinární správa ČR |
| VLP | veterinární léčivé přípravky |

Seznam použité související literatury

- Adegbeye, M.J., Adetuyi, B.O., Igirigi, A.I., Adisa, A., Palangi, V., Aiyedun, S., Alvarado-Ramírez, E.R., Elghandour, M.M.M.Y., Molina, O.M., Oladipo, A.A., Salem, A.Z.M. (2024). Comprehensive insights into antibiotic residues in livestock products: Distribution, factors, challenges, opportunities, and implications for food safety and public health. *Food Control*, 163, 110545. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110545>.
- Akinyemi, M.O., Ayeni, K.I., Ogunremi, O.R., Adeleke, R.A., Oguntoyinbo, F.A., Warth, B., Ezekiel, C.N. (2021). A review of microbes and chemical contaminants in dairy products in sub-Saharan Africa. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1188–1220. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12712>.
- Alam, M., Basir, M.S., Sultan, M.B., Murshed, M.F., Hossain, S., Anik, A.H. (2025). Ecological footprint of ionophores in livestock production: Environmental pathways and effects. *Water Environment Research*, 97(3), e70052. <http://dx.doi.org/10.1002/wer.70052>.
- Alshannaq, A., & Yu, J.H. (2017). Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 632. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph14060632>.
- Borja, J., Taleon, D.M., Auresenia, J., Gallardo, S. (2005). Polychlorinated biphenyls and their biodegradation. *Process Biochemistry*, 40(6), 1999–2013. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.08.006>.
- Boudebouz, A., Boudalia, S., Boussadia, M.I., Gueroui, Y., Habila, S., Bousbia, A., Symeon, G.K. (2022). Pesticide residues levels in raw cow's milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Environmental Advances*, 9, 100266. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100266>.
- Bradford, B.J., Yuan, K., Farney, J.K., Mamedova, L.K., Carpenter, A.J. (2015). Invited review: Inflammation during the transition to lactation: new adventures with an old flame. *Journal of Dairy Sciences*, 98(10), 6631–6650. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9683>.
- Cabizza, R., Rubattu, N., Salis, S., Pes, M., Comunian, R., Paba, A. (2018). Impact of a thermisation treatment on oxytetracycline spiked ovine milk: Fate of the molecule and technological implications. *LWT*, 96, 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.026>.
- Camaj, A., Meyer, K., Berisha, B., Arbnesi, T., Haziri, A. (2018). Aflatoxin M₁ contamination of raw cow's milk in five regions of Kosovo during 2016. *Mycotoxin Research*, 34(3), 205–209. <http://dx.doi.org/10.1007/s12550-018-0315-4>.
- Codex Alimentarius. International Food Standards. Maximum Residue Limits (MRLs) and Risk Management Recommendations (RMRs) for Residues of Veterinary Drugs in Foods. CXM 2-2023. 1–55. Dostupné z: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/it/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXM%2B2%252FMRL2e.pdf>.
- Cogan, T.M. (1972). Susceptibility of cheese and yoghurt starter bacteria to antibiotics. *Applied Microbiology*, 23(5), 960–965. <https://doi.org/10.1128/am.23.5.960-965.1972>.
- EFSA, 2025. Evropský úřad pro bezpečnost potravin. Dostupné na: <https://www.efsa.europa.eu>.
- EMA, European Medicines Agency (2024): The veterinary medicine Kexxtone suspended across the European Union. [Online]. [Citováno dne: 26. 5. 2025]. Dostupné z: https://www.ema.europa.eu/en/documents/referral/kexxtone-article-1304-procedure-veterinary-medicine-kexxtone-suspended-across-european-union_en.pdf.

- Gonçalves, A.M.M., Rocha, C.P., Marques, J.C., Gonçalves, F.J.M. (2021). Enzymes as useful biomarkers to assess the response of freshwater communities to pesticide exposure – A review. *Ecological Indicators*, 122, 107303. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107303>.
- Hamadamin, A.Y., Hassan, K.I. (2020). Gas chromatography–mass spectrometry based sensitive analytical approach to detect and quantify non-polar pesticides accumulated in the fat tissues of domestic animals. *Saudi Journal of Biological Science*, 27(3), 887–893. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.12.029>.
- Hanuš, O., Hrdinová, E., Malina, F., Jedelská, R. (1998). Riziko inhibice v mléce z případných reziduí čisticích a dezinfekčních prostředků. *Výzkum v chovu skotu*, 4, 6–8.
- Hanuš, O., Vyletělová, M., Jeřábková, J.: Kontrola jakosti mléka. In Samková, E. (Ed.). *Mléko: produkce a kvalita*. 1. vyd., České Budějovice: JU ZF 2012. ISBN 978-80-7394-383-7. s. 178–203.
- Chiesa, L.M., DeCastelli, L., Nobile, M., Martucci, F., Mosconi, G., Fontana, M., Castrica, M., Arioli, F., Panseri, S. (2020). Analysis of antibiotic residues in raw bovine milk and their impact toward food safety and on milk starter cultures in cheese-making process. *LWT* 131, 109783. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109783>.
- Klimešová, M., Nejeschlebová, H., Roubal, P., Hanuš, O., Seydlová, R., Nejeschlebová, L., Vondrušková, E. (2023). Testování dezinfekčních prostředků na růst vybraných druhů kvasinek a řas izolovaných z kravského mléka. *Mlékařské listy*, 199, 34(4), 1–4.
- Kozerski, N.D., Signoretti, R.D., Souza, J.C., Daley, V.S., Freitas, J.A. (2017). Use of monensin in lactating crossbred dairy cows (Holstein×Gyr) raised on tropical pastures with concentrate supplementation. *Animal Feed Science and Technology*, 232, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.007>.
- Kyuchukova, R. (2020). Antibiotic residues and human health hazard. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (3), 664–668.
- Lányi, K., László, N., Darnay, L., Conway, K., Laczay, P. (2018). The way as antibiotic residues in milk may affect soft cheese making. *10th Cheese Symposium*, 4–6. 4. 2018, Rennes, Francie. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16872.16645>.
- Lee, M.H., Lee, H.J., Ryu, P.D. (2001). Public health risks: Chemical and antibiotic residues. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 14(3), 402–413. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2001.402>.
- Levison, M.E., Levison, J.H. (2009). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of antibacterial agents. *Infectious Disease Clinics of North America*, 23(4), 791–815. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2009.06.008>.
- Markantonatos, X., Varga, G.A. (2017). Effects of monensin on glucose metabolism in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 9020–9035. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12007>.
- Mouiche, M.M.M., Okah-Nnane, N.H., Moffo, F., Djibo, I., Mapiefou, N.P., Mpouam, S.E., Mfopit, Y.M., Mingoas, J.P.K., Tebug, S.F., Ndukum, J.A. (2024). Antibiotic residues in foods of animal origin in Cameroon: Prevalence, consumers' risk perceptions, and attitudes. *Journal of Food Protection*, 87(4), 100237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100237>.
- MZe, 2025a. Orgány dozoru. Bezpečnost potravin – portál Ministerstva zemědělství ČR. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/organy-dozoru/>.
- MZe, 2025b. Systém zajištění bezpečnosti potravin. Bezpečnost potravin – portál Ministerstva zemědělství ČR. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/kategorie/bezpecnost-potravin-v-cr/system-zajisteni-bezpecnosti-potravin/>.

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 470/2009 ze dne 6. května 2009, kterým se stanoví postupy Společenství pro stanovení limitů reziduí farmakologicky účinných látek v potravinách živočišného původu, kterým se zrušuje nařízení Rady (EHS) č. 2377/90 a kterým se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/82/ES a nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 726/2004. In: *Úřední věstník*, L 152, 16.6.2009, s. 11–22. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/pravo/eu/dokument/historie?celex=32009R0470&date=0>.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 ze dne 21. října 2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh a o zrušení směrnic Rady 79/117/EHS a 91/414/EHS (ES) č. 1107/2009. In: *Úřední věstník*, L 309, 24.11.2009, s. 1–50. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex:32009R1107>.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 528/2012 ze dne 22. května 2012 o dodávání biocidních přípravků na trh a jejich používání. In: *Úřední věstník*, L 167, 27.6.2012, s. 1–123. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0528>.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/6 ze dne 11. prosince 2018 o veterinárních léčivých přípravcích a o zrušení směrnice 2001/82/ES. In: *Úřední věstník*, L 4, 7.1.2019, s. 43–167. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0006>.
- Nařízení Komise (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006. In: *Úřední věstník*, L 119, 5.5.2023, s. 103–157. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A02023R0915-20250701>.
- Nařízení Komise (EU) č. 37/2010 ze dne 22. prosince 2009 o farmakologicky účinných látkách a jejich klasifikaci podle maximálních limitů reziduí v potravinách živočišného původu. In: *Úřední věstník*, L 15, 20.1.2010, s. 1–72. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex:32010R0037>.
- Navrátilová, P., Borkovcová, I., Štřáštková, Z., Bednářová, I., Vorlová, L. (2022). Effect of cephalosporin antibiotics on the activity of yoghurt cultures. *Foods* 11(18), 2751. <https://doi.org/10.3390/foods11182751>.
- Němečková, I., Trešlová, Š., Lešková, E. (2022). Vliv aktivních složek sanitacních roztoků na tvorbu bakteriálních biofilmů. *Mlékařské listy*, 195, 33(6), 1–8.
- Nisha, A.R. (2008). Antibiotic residues – A global health hazard. *Veterinary World*, 1(12), 375–377.
- Novés, B., Librán, C., Licón, C.C., Molina, M.P., Molina, A., Berruga, M.I. (2015). Technological failures caused by cephalosporin in set-type sheep's milk yogurt. *CyTA - Journal of Food*, 13(3), 408–414. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.990519>.
- Parra-Arroyo, L., González-González, R.B., Castillo-Zacarias, C., Melchor Martínez, E.M., Sosa-Hernández, J.E., Bilal, M., Iqbal, H.M.N., Barceló, D., Parra-Saldívar, R. (2022). Highly hazardous pesticides and related pollutants: Toxicological, regulatory, and analytical aspects. *Science of The Total Environment*, 807, Part 3, 151879. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151879>.
- Prandini, A., Tansini, G., Sigolo, S., Filippi, L., Laporta, M., Piva, G. (2009). On the occurrence of aflatoxin M1 in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 984–991. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2007.10.005>.
- Quintanilla, P., Beltrán, C., Molina, A., Escriche, I., Molina, P. (2019). Characteristics of ripened Tronchón cheese from raw goat milk containing legally admissible amounts of

- antibiotics. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 2941–2953. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15532>.
- Quintanilla, P., Beltrán, C., Peris, B., Rodríguez, M., Molina, P. (2018). Antibiotic residues in milk and cheeses after the off-label use of macrolides in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 167, 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.08.008>.
- Salas, L.C., Ferrer, A., Ojeda de Rodriguez, G.J., Sulbarán, B. (1999). Effect of penicillin and streptomycin on starter cultures used in the manufacture of pasteurized Palmita-type Venezuelan cheese. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 9(1), 5–10.
- Serwecinska, L. (2020). Antimicrobials and antibiotic-resistant bacteria: a risk to the environment and to public health. *Water*, 12(12), 3313. <http://dx.doi.org/10.3390/w12123313>.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES ze dne 21. října 2009, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů. In: Úřední věstník, L 309, 24.11.2009, s. 71–86. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex%3A32009L0128>.
- Soni, K. (2012). Fluoroquinolones: Chemistry & action – A review. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(1), 43–53. <https://doi.org/10.35652/IGJPS.2012.04>.
- Šalomskienė, J., Mačionienė, I., Žvirdauskienė, R., Jonkuvienė, D. (2013). Impact of the residues of detergents and disinfectants used in dairy farms on the results of inhibitor tests for raw milk. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 4, 266–272. <https://doi.org/doi.org/10.4236/abb.2013.42A036>.
- Tempini, P.N., Aly, S.S., Karle, B.M., Pereira, R.V. (2018). Multidrug residues and antimicrobial resistance patterns in waste milk from dairy farms in Central California. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 8110–8122. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14398>.
- Treiber, F. M., & Beranek-Knauer, H. (2021). Antimicrobial residues in food from animal origin—a review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide. *Antibiotics-Basel*, 10(5), 534. <http://dx.doi.org/10.3390/antibiotics10050534>.
- Turner, N.W., Bramhmbhatt, H., Szabo-Vezse, M., Poma, A., Coker, R., Piletsky, S.A. (2015). Analytical methods for determination of mycotoxins: An update (2009-2014). *Analytica Chimica Acta*, 901, 12–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2015.10.013>.
- Velíšek, J., Hajšlová, J. (2009). *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS. 623 s. ISBN 978-80-86659-17-6.
- Wang, Y., Lai, A., Latino, D., Fenner, K. Helbling, D.E. (2018). Evaluating the environmental parameters that determine aerobic biodegradation half-lives of pesticides in soil with a multivariable approach. *Chemosphere*, 209, 430–438. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.06.077>.
- Zhang, F., Nan, X., Wang, H., Zhao, Y., Guo, Y., Xiong, B. (2020): Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. *Animals*, 10(9), 1526. <https://doi.org/10.3390/ani10091526>.
- Zhao, F. K., Yang, L., Li, M., & Chen, L. D. (2025). Antibiotic contamination in environment and implications on planetary health: a comprehensive perspective of China. *Ecosystem Health and Sustainability*, 11, 0397. <http://dx.doi.org/10.34133/ehs.0397>.

Seznam publikací, které předcházely metodice

- QK21010326-V1:** Hasoňová L., Samková E., Hálová, K., Straková K., Hosnedlová B., Nejeschlebová H., Hanuš O. Vybrané parametry kvality syrového mléka léčených dojnic v ochranné lhůtě a po jejím ukončení (Selected parameters of raw milk quality of treated dairy cows within and after the withdrawal period). *Mlékařské listy – Zpravodaj*, 2022, 190, 33(1): 9–11.
- QK21010326-V8:** Reindl K., Hasoňová L., Konečný R., Horčíčková M., Trávníček J., Climová N., Honesová S., Kváč M., Čítek J., Hanuš O., Samková E.: Relationships between some milk ketone bodies and selected milk indicators during conventional and extended lactation. *Journal of Central European Agriculture*, 2024, 25(1): 1–12. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.1.4095>.
- QK21010326-V13:** Večerek L., Samková E., Hasoňová L., Reindl K., Janoušek Honesová S., Čítek J., Hanuš O., Nejeschlebová H., Brzáková M.: Cytochromy P450 jako faktory ovlivňující přítomnost xenobiotik v organismu. *Náš chov*, 2024, 83(3): 22–23.
- QK21010326-V14:** Horčíčková M., Trávníček J., Kautská J., Hasoňová L., Samková E., Iliyasa M.S., Konečný R.: Vliv antiketogenní profylaxe na vybrané metabolické a produkční parametry u dojnic holštýnského plemene (The effect of antiketogenic prophylaxis on selected metabolic and production parameters in Holstein dairy cows). *Výzkum v chovu skotu*, 2025, 67(3): 3–12.
- QK21010326-V15:** Dluhošová S., Bartáková K., Vorlová L., Navrátilová P., Hanuš O., Samková E.: Dairy chain safety in the context of antibiotic residues—Current status of confirmatory liquid chromatography methods: A review. *Antibiotics*, 2024, 13(11), 1038. *Section: Emerging Challenges in Food Safety: Addressing Antimicrobial Resistance, Virulence Factors, and Biofilm Formation in Food-Borne Pathogens*; <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111038>.
- QK21010326-V18:** Hasoňová L., Hanuš O., Nejeschlebová H., Klimešová M., Iliyasa M.S., Janů T., Vyskočilová A., Rajchmanová J., Samková E.: Vyhodnocení možných faktorů ovlivňujících výskyt reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce v České republice (Evaluation of possible factors affecting the presence of inhibitory residues in raw cow milk in the Czech Republic). *Mlékařské listy – Zpravodaj*, 2025, 210, 36 (3): 12–16.
- QK21010326-V19:** Climova N., Nejeschlebová H., Hasoňová L., Hanuš O., Čítek J., Reindl K., Janoušek Honesová S., Vorlová L., Samková E.: The presence of antibiotic residues in raw milk samples obtained after the withdrawal period and other quality parameters in relation to selected factors. *Food Control*, 2024, 161, 110374. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110374>.
- QK21010326-V26:** Nejeschlebová H., Hanuš O., Samková E., Vorlová L., Borková M., Kučera J., Lipovský D., Tišnovská M., Hasoňová L., Hálová K., Jedelská R.: Výskyt reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce v České republice – možná srovnání (Occurrence of residues of inhibitory substances in raw cow's milk in the Czech Republic – possible comparisons). *Mlékařské listy - Zpravodaj*, 2022, 190, 33 (1): 1–8.
- QK21010326-V36:** Climova N., Hasoňová L., Samková E., Hálová K., Honesová S., Hanuš O.: Zhodnocení výskytu reziduí pesticidů a polychlorovaných bifenyly v mléce přežvýkavců v České republice (Evaluation of the occurrence of pesticide and polychlorinated biphenyl residues in ruminant milk in the Czech Republic in 2006–2020 v letech 2006–2020). *Mlékařské listy - Zpravodaj*, 2023, 198, 34(3): 1–7.
- QK21010326-V47:** Klimešová M., Nejeschlebová H., Samková E., Hasoňová L., Hanuš O.: Význam sanitačních prostředků a jejich vliv na výskyt inhibičních látek v prvovýrobě mléka

(The significance of sanitizing agents and their influence on the occurrence of inhibitory substances in the primary milk production). *Mlékařské listy – Zpravodaj*, 2024, 205, 35(4): 1–6.

QK21010326-V48: Baldíková E., Hasoňová L., Uhlíková T., Hanuš O., Nejeschlebová H., Reindl K., Samková E.: Zhodnocení obsahu aflatoxinu M₁ v mléce přežvýkavců v České republice v letech 2006–2020 (Evaluation of the presence of aflatoxin M₁ in ruminant milk in the Czech Republic in 2006–2020). *Mlékařské listy – Zpravodaj*, 2024, 205, 35(4): 7–10.

QK21010326-V50: Navrátilová P., Vorlová L., Dluhošová S., Bartáková K., Hanuš O., Samková E.: Screening methods for antimicrobial residues in the dairy chain—The past and the present. *Antibiotics*, 2024, 13(11), 1098. *Section: Emerging Challenges in Food Safety: Addressing Antimicrobial Resistance, Virulence Factors, and Biofilm Formation in Food-Borne Pathogens*. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13111098>.

QK21010326-V51: Dadáková E., Matějková K., Kadlecová H., Janoušek Honesová S., Samková E.: Využití chromatografických kolon s nízkým zrněním při analýze reziduí β-laktamových a tetracyklinových antibiotik (The use of sub-2 μm chromatographic columns in the analysis of β-lactam and tetracycline antibiotic residues). In *Sborník L. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Brno: Mendelova univerzita 2024. s. 72–78. ISBN 978-80-7509-996-9. Editoři: Janík Piechowiczová, M., Slováček, J., Jůzl, M. Dostupné na <https://doi.org/10.11118/978-80-7509-996-9-0072> (článek); https://www.ingrovydny.af.mendelu.cz/wcd/w-af-ingrovydny/2024/dadakova_final.pdf (poster).

QK21010326-V56: Hasoňová L., Samková E., Baldíková E., Reindl K., Nejeschlebová H., Janoušek Honesová S., Hanuš O.: Occurrence and seasonal variation of aflatoxin M₁ in raw cow milk in the Czech Republic, Central Europe. *Food Control*, 2025, 170, 111028. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.111028>

QK21010326-V57: Baldíková E., Hasoňová L., Janů T., Janoušek Honesová S., Ilyyasu, S.M., Hanuš, O., Nejeschlebová, H., Samková, E.: Výskyt aflatoxinu M₁ v syrovém kravském mléce v České republice (The presence of aflatoxin M₁ in raw cow milk in the Czech Republic). In „*Ingrovy dny 2025*“. *LI. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Brno: Mendelova univerzita 2025. s. 11–16. ISBN 978-80-7701-048-1. Editoři: Janík Piechowiczová, M., Slováček, J., Jůzl, M., Kalhotka, L. Dostupné na: <https://doi.org/10.11118/978-80-7701-048-1-0011> (článek); <https://www.ingrovydny.af.mendelu.cz/poster?poster=baldikova.pdf> (poster)

QK21010326-V60: Bartáková, K., Dluhošová, S., Vorlová, L., Navrátilová, P., Hanuš, O. Výskyt reziduí antibiotik v kravském mléce a možnosti jejich chromatografického stanovení. (Occurrence of antibiotic residues in cow's milk and possibilities of their chromatographic determination). In: *Bezpečnost a kontrola potravin. Zborník odborných prác*, Nitra: Garmond Nitra, 2025, pp. 4–9. <https://doi.org/10.15414/2025.bkp25-zop>

Workshopy a konference:

QK21010326-V2: Hanuš O., Kopecký J., Jedelská R., Nejeschlebová H.: Vzdělávací workshop personálu mléčných laboratoří Českomoravské společnosti chovatelů, a.s., Praha (LRM Brno-Tuřany) o odběru, konzervaci a transportu vzorků mléka v kontrole užitkovosti, výsledcích analýz a potenciálu inhibice v mléce. Brno-Tuřany: LRM, 29. 6. 2021. Počet účastníků: 20.

QK21010326-V6: Hanuš O., Vorlová L., Nejeschlebová H., Kopecký J., Jedelská R.: Vzdělávací workshop personálu mléčných laboratoří Českomoravské společnosti chovatelů, a.s., Praha (LRM Brno-Tuřany) o systému kontroly kvality mlékařských analýz, referenční

analýze volných mastných kyselin a potenciálu inhibice v mléce. Brno-Tuřany: LRM, 26. 4. 2022. Počet účastníků: 21.

QK21010326-V11: Seminář *Dny prvovýroby mléka 2023*. Brno, 24.-25.10. 2023. Přednášky členů řešitelského týmu (Navrátilová, Vorlová, Samková, Hasoňová) dedikované projektu QK21010326 v počtu čtyři jsou dostupné na: <https://www.cmsch.cz/novinky/prezentace-ze-dnu-prvovyroby-mleka-2023>.

QK21010326-V39: Climova N., Samková E., Hálová K., Honesová S., Hasoňová L.: Výskyt reziduí pesticidů v syrovém kravském mléce v České republice za 15leté období (Occurrence of pesticide residues in raw cow's milk in the Czech Republic over a 15-year period). In *Medzinárodná vedecká konferencia Hygiena Alimentorum XLIII. „Zdravotná bezpečnosť a kvalita mliečnych a rastlinných komodít – aktuálne problémy a trendy“*. Recenzovaný zborník abstraktov prednášok a posterových prezentácií. 10.–12. května 2023, Štrbské Pleso, Slovenská republika. ŠVPS SR a UVLF Košice 2023, s. 27. ISBN 978-80-8077-786-9. Editoři: Dudrikova Eva (odborný a organizační garant).

QK21010326-V53: Nejeschlebová H., Bartáková K., Vorlová L., Navrátilová P., Hanuš O., Rychlíková M., Klimešová, M., Kopecký J., Jedelská R.: Obsah laktoferinu v mléce jako potenciální nástroj k efektivnější kontrole zdraví mléčné žlázy dojníc a redukci spotřeby antibiotik v mlékařství. In *Seminář Metody zaprahování v praxi a zdraví mléčné žlázy dojníc*. ČZU, 04. 12. 2024. Počet účastníků: 55.

QK21010326-V58: Samková E., Hasoňová L., Nejeschlebová H., Hanuš O., Baldíková E., Janů T., Janoušek Honesová S., Iliyasu S.M., Vorlová L.: Vybrané faktory ovlivňující přítomnost reziduí inhibičních látek v mléce dojníc (The selected factors affecting the presence of antibiotic residues in cow's milk). In *„XXVII. Den VÚM“*. *Sborník abstraktů, posterů a PP prezentací*. Praha: Národní zemědělské muzeum, 2025, 29. 5. 2025. s. 148–149. Dostupné na: https://www.milcom-as.cz/vum/spoluprace/sborniky-den-vum;file:///C:/Users/Samkova/Downloads/sbornik-xxvii-den-vum-2025_1750252000.pdf

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Maximální limity reziduí (MRL) pro mléko u vybraných antibiotik..... | 10 |
| Tabulka 2: Vybrané publikace sledující vliv antibiotik na mlékárenské kultury při výrobě fermentovaných mléčných produktů | 12 |
| Tabulka 3: Citlivosti vybraných testů uváděné jednotlivými výrobci v $\mu\text{g}/\text{kg}$ pro vybraná léčiva (Zdroj: Navrátilová a kol., 2024-QK21010326-V50)..... | 19 |
| Tabulka 4: Posouzení procentuálního podílu dojnic léčených antibiotiky v chovech v závislosti na četnosti dojení, užítkovosti dojnic za laktaci a prováděné faremní kultivaci původců onemocnění..... | 22 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Systém zajištění bezpečnosti potravin v České republice (Zdroj: MZe, 2025b) | 6 |
| Obrázek 2: Distribuce bazénových vzorků mléka v průběhu roku ($p=0.6381$; χ^2 test) v závislosti na přítomnosti aflatoxinu M_1 (\square = pod limitem detekce; \blacksquare = negativní $= \geq 0,015$ to $< 0,040 \mu\text{g}/\text{l}$; \blacksquare = pozitivní včetně vzorků překračující maximální limit reziduí, tj. $\geq 0,050 \mu\text{g}/\text{l}$). V rámci jednotlivých měsíců jsou uvedeny průměrné hodnoty aflatoxinu M_1 ($p=0,9453$; F-test, ANOVA) (Zdroj: Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V56) | 7 |
| Obrázek 3: Rozdělení antibiotik dle intenzity účinku a nejčastější zástupci (Zdroj: Samková a kol., 2025-QK21010326-V58) | 10 |
| Obrázek 4: Přehled rizik souvisejících s výskytem reziduí inhibičních látek, zejména antibiotik, v mléce hospodářských zvířat | 11 |
| Obrázek 5: Základní faktory významné z hlediska výskytu reziduí inhibičních látek v mléce (i.m. = intramuskulární podání, i.mam. = intramamární podání; RIL = rezidua inhibičních látek; VLP = veterinární léčivé přípravky)..... | 14 |
| Obrázek 6: Procentuální podíl pozitivních vzorků v závislosti na a) ochranné lhůtě, b) druhu podaného léčiva – antibiotika, c) počtu léčivých složek v přípravku, d) indikaci léčby, e) metodě detekce (Zdroj: Samková a kol., 2025-QK21010326-V58) | 15 |
| Obrázek 7: Rozdělení četností (%) pro počet somatických buněk (tis./ml) v mléce dojnic s ukončenou ochrannou lhůtou a tříděných dle nálezu reziduí antibiotik (pozitivní, $n=21$; negativní, $n=107$) včetně geometrického průměru (x_G) v dané skupině (Zdroj: Hasoňová a kol., 2022-QK21010326-V1) | 16 |
| Obrázek 8: Mléčná produkce za prvních 100 dní laktace a její změna oproti předchozí laktaci u dojnic v experimentální (ošetřené monensinem) a kontrolní skupině (Zdroj: Horčíčková a kol., 2025-QK21010326-V14) | 17 |
| Obrázek 9: Postup přípravy vzorků (Zdroj: Bartáková a kol., 2025; QK21010326-V60)..... | 20 |
| Obrázek 10: Procentuální podíl pozitivních vzorků na rezidua inhibičních látek ve vykupovaném syrovém kravském mléce v roce 2024 v České republice (Zdroj: Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V18) | 21 |
| Obrázek 11: Vyhodnocení vybraných otázek z dotazníkového šetření u chovatelů dojnic ($n=93$); ATB = použití antibiotik; DS = dezinfekce struků; PSB = počet somatických buněk; RIL = rezidua inhibičních látek (Zdroj: Hasoňová a kol., 2025-QK21010326-V18) | 21 |
| Obrázek 12: Doporučení pro chovatele v jednotlivých oblastech (vlevo: možné problémy, vpravo možná řešení) | 23 |

Název: Praktická doporučení k omezení výskytu reziduí inhibičních látek v mléce.
Metodika

Autoři: Eva Samková, Oto Hanuš, Lucie Hasoňová, Roman Konečný,
Hana Nejeschlebová, Lenka Vorlová, Eva Dadáková, Marcela Klimešová,
Pavλίna Navrátilová, Eva Baldíková, Klára Bartáková,
Simona Janoušek Honesová, Tereza Janů, Radoslava Jedelská

Vydavatel: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská
a technologická

Vydání: 1. vydání, 2025

Počet stran: 34

AA: 2,29

Za věcnou a jazykovou správnost díla odpovídají autoři.

ISBN 978-80-7694-136-6



9 788076 941366