**Nové poznatky a trendy ve výživě telat s využitím smart zemědělství a nekonvenčních krmných aditiv**

**Zpracoval: Ing. Luboš Zábranský, Ph.D.**

Ekonomický tlak se postupně zvyšuje a odvětví živočišné výroby se musí neustále přizpůsobovat nejistotám pravidel mezinárodního obchodu, postupnému snižování vládní podpory, společnosti, která zvyšuje své standardy v oblasti dobrých životních podmínek zvířat a životního prostředí, neustálým zvyšování nákladů na krmivo a produkci, a také snižování dostupnosti rostlinných bílkovinných krmiv. Živočišná výroba se také musí v mnoha zemích přizpůsobit novým skutečnostem, jako je snižování počtu pracovních sil a globální emise skleníkových plynů (Pomar a Remus, 2023; Michalak et al., 2021).

Technologie precizního chovu hospodářských zvířat mají potenciál způsobit převrat v zemědělském sektoru zvýšením produktivity, zlepšením dobrých životních podmínek zvířat a snížením dopadu zemědělských postupů na životní prostředí. Vzhledem k tomu, že celosvětová poptávka po potravinách neustále roste, přijímání technologií se stává stále důležitějším při dosahování udržitelných zemědělských postupů a uspokojování potřeb rostoucí populace (Mallinger et al., 2023).

1. **Smart zemědělství ve výživě telat**

Probíhající digitální transformace, zahrnující také „Smart kanceláře“ nebo „Smart továrny“, se nevyhnula ani zemědělství a běžně lze narazit na názvy jako „Smart zemědělství“, „Precizní zemědělství“ nebo „Zemědělství 4.0/5.0“. Všechna uvedená označení poukazují na nový management farem za použití digitálních technologií, zahrnující pokročilé digitální senzory, umělou inteligenci nebo autonomní roboty (Gonçalves et al., 2022). Využívají se v živočišné i rostlinné výrobě, například k maximalizaci sklizených plodin, zvýšení produktivity nebo snížení odpadu (Karunathilake et al., 2023).

Budoucími trendy v chovu hospodářských zvířat jsou rozsah, intenzifikace a přesnost. Bezkontaktní snímací technologie, jako relativně nová pokročilá technologie, může snadno detekovat hospodářská zvířata v reálném čase, což napomáhá při realizaci chovu hospodářských zvířat (Yin et al., 2023). Mnoho vědních oborů v oblasti hospodářských zvířat začalo používat vysoce výkonné platformy pro fenotypování ke zkoumání zdraví a efektivity produkce. Většina těchto dat se využívá pro adaptaci managementu, výživy a chovu v reálném čase pro zvýšení produktivity a udržitelnosti mlékárenského průmyslu. Všechny tyto zdroje dat poskytují fenotypové informace, které lze použít k urychlení genetické a genomové selekce pro nové šlechtitelské cíle (Graham et al., 2024). Precizní zemědělství využívá také biometrické senzory, jež mohou být invazivní či neinvazivní. Jejich hlavním účelem je monitoring zdraví a chování jednotlivých zvířat v reálném čase (García et al., 2024).

*Krmné systémy*

Přesná výživa zahrnuje použití krmných technik, které umožňují včasné dodání správného množství krmiva ve vhodném složením jednotlivým zvířatům nebo skupinám zvířat. Precizní chov hospodářských zvířat a přesná výživa by neměly být chápány pouze jako otázka technologie, ale také jako úspěšné spojení znalostí a technologií (Pomar a Remus, 2023). Pro řízení růstu skotu je klíčem pravidelné a přiměřené sledování ukazatelů tělesného zdraví, jako jsou tělesné míry, tělesná hmotnost, skóre tělesné kondice a kulhání. Tělesná měření, nazývaná také jako morfologické znaky nebo zoometrická měření, jsou nezbytná pro podporu rozhodování v oblasti managementu chovu stáda, stavu výživy nebo denního přírůstku hmotnosti (Wang et al., 2023).

Cílem krmných systémů pro telata je poskytnout jim optimální výživu pro zajištění jejich zdraví nebo u jaloviček budoucí produkci mléka. Důležitým faktorem je i snížení spotřeby antibiotik, což vede k potřebě alternativ snižující nemocnost a podporující růst telat. Celosvětově se používání probiotik, jako alternativy k antibiotikům, v zemědělské praxi zvýšilo kvůli rostoucím obavám z antibiotické rezistence (Salah et al., 2024).

*Monitoring zdraví*

Hlavním zdravotním problémem telat mléčného skotu je průjem, který je rovněž primárním důvodem pro použití antimikrobiálních látek v chovu. Průjem je časté onemocnění telat, které postihuje zvířata zejména během prvních 4–6 týdnů jejich života. Způsobuje vysokou nemocnost, mortalitu, snížený růst a má za následek značné ekonomické ztráty. Účinná prevence je tedy zásadní pro dlouhodobou udržitelnost chovu skotu (Fresno et al., 2023).

Akcelerometry se vyskytují ve formě pedometrů, ušních známek či obojků. Byly vyvinuty a schváleny i k měření různých projevů chování telat. Jeví se jako užitečné k identifikaci změny v pohybové aktivitě a odpočinku u telat těsně před onemocněním. Například u mladých volů, u kterých bylo indukováno onemocnění BRD (bovinní respiratorní onemocnění), se zvýšila, podle akcelerometrů, oproti kontrolní skupině doba ležení. Na podobný princip funguje i detekce průjmových onemocnění u telat (Costa et al., 2021).

Systém akcelerometrů využívají také ušní známky Smartbow. Velký potenciál pro monitorování a detekci vybraného chování těchto ušních známek potvrdilo několik studií. U dojeného skotu byl monitorován přicházející porod, ruminace a detekce říje. U telat pak chování při napájení a příjem potravy. Bylo potvrzeno, že systém Smartbow byl schopen zachytit změny v aktivitě telat (snížená doba ležení) 1 den před vizuální diagnózou průjmu (Goharshahi et al., 2021).

1. **Nekonvenční krmná aditiva**

Odchov zdravých a produkce schopných telat hraje klíčovou roli v ekonomice, udržitelnosti a dlouhodobém úspěchu mléčného průmyslu. Odchov telat před odstavem, i ve fázi odstavu, je spojován s vysokou morbiditou a mortalitou a činí tak tyto období nejvíce kritickými (Maggiolino et al., 2023).

Využití nekonvenčních krmiv ve výživě zvířat je inovativní a udržitelný přístup k optimalizaci zdraví, růstu a užitkovosti zvířat. Využitím potenciálu nekonvenčních zdrojů krmiva můžeme vytvořit odolnější a ekologicky šetrnější živočišný průmysl (Andhale, 2024). Preferovaná nekonvenční krmná aditiva jsou nyní trendem pro zajištění nutriční rovnováhy zvířat (Kalita et al., 2023). Fermentovaná nekonvenční krmiva přinášejí významné ekonomické výhody a představují alternativu k antibiotickým růstovým stimulátorům (Sun et al., 2023).

*Fytobiotika*

V roce 2006 Evropská unie (reg. č. 1831/2003/ES) zakázala používání antibiotik jako stimulátorů růstu u zvířat. Ke zlepšení zdraví a užitkovosti zvířat se používají různé alternativy antibiotik, včetně enzymů, probiotik, prebiotik, anorganických kyselin, léčivých rostlin a imunostimulantů (Wang et al., 2024). Fytobiotika jsou rostliny, části rostlin nebo bylinné extrakty, které prokázaly svou účinnost jako doplňky krmiva kvůli svým funkcím, jakož je zlepšení růstu, posílení imunity, posílení antioxidačních aktivit a zvýšení odolnosti vůči chorobám (Abd-elaziz et al., 2023). Fytogenní krmná aditiva se přidávají ve formě prášků nebo extraktů do krmiva. Nejdůležitější vlastností rostlinných extraktů jsou jejich antibiotické vlastnosti, které mohou výrazně snížit používání krmných antibiotik v chovu zvířat a snížit tím antibiotickou rezistenci v lidském těle spojenou s konzumací živočišných produktů (Ivanova et al., 2024).

Přínosy přírodních extraktů pro zvířata spočívají ve zvýšení stravitelnosti a vstřebávání živin, posílení střevního mikrobiomu, stimulaci imunitního systému. Zároveň působí antibakteriálně, kokcidiostaticky, anthelminticky, antiviroticky, protizánětlivě a antioxidačně. Existuje mnoho rostlinných bylinných výtažků, mezi které patří například skořice, česnek, zázvor, juka, kurkuma a další. Byliny, jakož jsou skořice, máta peprná, hřebíček, muškátový oříšek navíc obsahují antioxidanty (polyfenoly, flavonoidy a terpenoidy), které působí jako prevence oxidace a různých onemocnění (Alem, 2024).

*Esenciální oleje*

Telata, která jsou krmena směsmi esenciálních olejů v mléčných náhražkách (eukalyptový olej, mentolový krystal, mátový olej) prokazují vyšší růstovou schopnost, lepší celkový zdravotní stav a tím i snížení užívání antibiotik před odstavem. Zahřívání během výroby krmiva může vést k oxidaci, odpařování nebo přeměně sekundárních sloučenin esenciálních olejů. Proto přidání esenciálních olejů do tekutých krmiv může maximalizovat zachování kvality a očekávané účinky (Jahani-Azizabadi et al., 2022).

*Česnekový olej*

Bylo prokázáno, že česnekový olej vykazuje antimikrobiální aktivitu proti grampozitivním a gramnegativním bakteriím (Hodge et al., 2024). Přidáním česnekových produktů do krmiva je možné ovlivnit rozmanitost bachorové mikroflóry, což vede ke změnám při fermentačním procesu v bachoru, inhibici emisí metanu, efektivnějšímu využití živin, zvýšení růstové schopnosti a v neposlední řadě ke zlepšení kvality živočišných produktů (Ding et al., 2023).

*Eukalyptový olej*

Dietní suplementace eukalyptového oleje zlepšuje příjem krmiva a stravitelnost živin u odstavených telat. Má vliv na zvýšení antioxidační schopnosti a snížení hladiny zánětlivých faktorů u odstavených kastrovaných i nekastrovaných telat. Toto zjištění naznačuje, že podávání eukalyptového oleje telatům může zvýšit růst a imunitu (Nie et al., 2024).

*Oregano*

Oreganové esenciální oleje suplementované telatům po dobu 390 dnů zvyšují obsah bachorového propionátu a butyrátu a zvětšují bachorové papily. Extrakt z oregana a jeho silice snižují nebo inhibují růst patogenních mikroorganismů ve střevech telat. Dopad doplňování esenciálních olejů na vývoj gastrointestinálního traktu telat však stále zůstává relativně neprozkoumaný (Ritt et al., 2023A). Oregano vykazuje pozitivní účinky na snížení emisí metanu u telat. Existují však kontroverzní výsledky týkající se přírůstku tělesné hmotnosti a stravitelnosti krmiva (Ritt et al., 2023B).

*Fenykl*

*Foeniculum vulgare Mill.*, běžně nazývaný fenykl, je jednou z nejoblíbenějších vytrvalých bylin používaných jako bylinný lék a koření po celém světě. Vyznačuje se výrazným květinovým uspořádáním deštníkovitého tvaru. Bioaktivní sloučeniny zahrnují antimikrobiální, antivirové, protizánětlivé, antioxidační, gastroprotektivní, anti-úzkostné a estrogenní aktivity, zároveň kardiovaskulární ochranu a také antidiabetické, antimutagenní, protirakovinné a hepatoprotektivní vlastnosti (Jadid et al., 2023). Podávání vyšší dávky fenyklového semene (6 g) telatům by mohlo zlepšit jaterní a antioxidační funkci bez nepříznivých účinků na další metabolické nebo zdravotní aspekty (Ansari et al., 2024). Doplnění fenyklu a oregana do tekutého krmiva telat, během prvního měsíce života, zlepšuje jejich růstovou schopnost, příjem krmiva, stravitelnost krmiva a také zmírňuje abnormality související se zdravím. Tyto rostlinné složky, zejména fenykl, jsou účinné při snižování rektální teploty a k prevenci vzniku průjmu (Ansari et al., 2022).

*Kurkumin*

Kurkumin (*Curcuma longa L.*) má četné funkční vlastnosti, zejména silné protizánětlivé a antibakteriální. Stimuluje také energetický metabolismus a antioxidační systém (Molosse et al., 2022). Zatím nejsou žádné důkazy o tom, že po přidání kurkuminu do krmných směsí telat se snižuje stravitelnost krmiva. Kurkumin může mít potenciální antioxidační, protizánětlivé a imunitní účinky, které mohou být žádoucí pro budoucí užitkovost ([Novakoski](https://link-springer-com.translate.goog/article/10.1007/s11250-024-03993-1?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=cs&_x_tr_hl=cs&_x_tr_pto=sc" \l "auth-Pablo_Vinicius-Novakoski-Aff1) et al., 2024).

*Eubiotika*

Cílem většiny publikovaných výzkumů v oblasti výživy telat bylo porovnat účinnost různých typů krmných aditiv, jako jsou probiotika, prebiotika, fytogenní látky, esenciální oleje nebo jejich směsi, zejména kombinace esenciálních olejů a prebiotik. Eubiotika skládající se z kombinace 250 mg/tele/den vícekmenových probiotik (obsahujícího *Lactobacillus casei, Lactobacillus salivarius* a *Lactobacillus sakei*) a 50 mg/tele/den bylinných extraktů (s kyselinou rozmarýnovou jako hlavní bioaktivní složkou) se přidávají telatům do tekutého krmiva (kolostrum a mléčná náhražka). Přidáním tohoto krmného aditiva se zlepšuje zdravotní stav (snížení výskytu průjmů, prevalence *Cryptosporidium* spp. a *Giardia duodenalis*), příjem krmiva, růstová schopnost, bachorová fermentace a celkový metabolický stav telat v období před odstavem (Stefańska et al., 2022).

*Butyrát sodný*

Pozornost přitahuje i esenciální krmná aditivní látka pro přežvýkavce butyrát sodný, zejména pro jeho potenciál zlepšit rozvoj mikrobiomu. Nejlepších výsledků dosahovala telata, kterým bylo suplementováno 4,4 g na den a tele butyrátu sodného. Vyšší dávky negativně ovlivnily střevní mikroorganismy a složení mikrobiomu (Wu et al., 2024).

*Řasy*

Existuje široká škála druhů řas původem ze sladkých i slaných vod. Tyto organismy tvoří skrze fotosyntézu z oxidu uhličitého organické produkty. Přežvýkavci dokáží využít nebílkovinný dusík a buněčné stěny z řas společně s jejich dalšími složkami, jako jsou minerály a vitamíny (Costa et al., 2022).

Spirulina je mikroskopická jednobuněčná řada rostoucí ve sladkých vodách, charakteristická jednoduchou strukturou, ale komplexním složením. Její účinky jsou antioxidační a probiotické. U telat ji lze využít jako náhradu za antibiotika pro stimulaci růstu a zlepšení konverze krmiva. Ve výzkumu dosahovala telata s přídavkem spiruliny v krmné dávce oproti kontrolní skupině vyšších denních přírůstků i konečných živých hmotností (Berah et al., 2024).

*Euglena gracilis* obsahuje přes 50 % degradovatelných β-glukanů bez nutnosti extrakce. β-glukany jsou polysacharidy zlepšující imunitní funkce. Telata v pokusné skupině, jimž byly přidávány β-glukany z *Euglena gracillis*, dosahovala oproti kontrolní skupině vyšší konverze živin ve 3. a 5. týdnu života. Též výskyt průjmových onemocnění byl u kontrolní skupiny vyšší o téměř 15 %, než u skupiny pokusné (Reis et al., 2022).

Z dalších lze využít pro podporu růstu a zdravého střevního traktu telat například A*scophyllum nodosum* nebo *Saccharina latissima* (Samarasinghe et al., 2021).

*Probiotika a postbiotika*

Probiotika jsou mezi chovateli poměrně rozšířená a známá svými příznivými účinky na zdraví střevního traktu zvířete. Jsou to živé mikroorganismy, čímž se zásadně liší od postbiotik, které tvoří neživé mikroorganismy, jejich složky nebo produkty fermentace (Zamojska et al., 2021). I na ně je v poslední době zaměřována velká pozornost. Jejich výzkum odhalil mnoho prospěšných účinků na hostitele, do kterých lze zahrnout antioxidační aktivitu, modulace střevního mikrobiomu nebo imunomodulární efekt (Zhao et al., 2024). Navíc jsou schopné podporou aktivity určitých enzymů zvýšit absorpci živin. Jsou méně citlivá na pH, teplotu a metody zpracování, což je činí vůči probiotikům stabilnější a bezpečnější (Liu et al., 2023).

Bovinní respiratorní onemocnění způsobuje morbiditu a mortalitu skotu všech věkových kategorií. Suplementace postbiotických produktů z fermentace *Saccharomyces cerevisiae* zlepšila růst telat a poskytla jim metabolickou podporu vyžadovanou pro aktivaci imunity (Maina et al., 2024).

Dalším problémem je tepelný stres způsobující u telat dysfunkci střevní bariéry nebo záněty. Pro tyto účely lze využít postbiotikum z *Aspergillus oryzae*, které zlepšilo funkci střevní bariéry i složení střevní mikroflóry (Yu et al., 2024).

**Seznam použité literatury**

Abd-elaziz, R. A., Shukry, M., Abdel-Latif, H. M. R., Saleh, R. M. (20232). Growth-promoting and immunostimulatory effects of phytobiotics as dietary supplements for Pangasianodon hypophthalmus fingerlings. *Fish & Shellfish Immunology*, *133*,108531.

Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. *Heliyon*, *10*(3),e24973.

Andhale, V. T. (2024). Exploring the Power of Non-Conventional Feed Resources in Animal Nutrition. *Acta Scientific Veterinary Sciences*, *6*(2).

Ansari, M., Kargar, S., Eslami, M. A., Falahati, R., Albenzio, M., Caroprese, M., Zamiri, M. J., Kanani, M. (2022). Potential benefits of early-life supplementation of liquid feed with fennel (Foeniculum vulgare) seeds or oregano (Origanum vulgare) leaves on growth, health, and blood metabolites in Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *105*(8),6639-6653.

Ansari, M., Kargar, S., Falahati, R., Kanani, M., Ghaffari, M. H. (2024). Effects of pre-weaning supplementation with fennel seed powder in two terms on growth performance, health status, and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Animal Feed Science and Technology*, 308,115861.

Berah, K. C., Seifdavati, J., Benemar, H. A., Seyedsharifi, R., Seifzadeh, S. (2024). The effects of using spirulina algae on the growth performance, blood parameters and some enzymes of the immune system of Holstein suckling calves. *Journal of Ruminant Research*, 11(4),53-72.

Costa, D. F. A., Cantor, M. C., Neave, H. W. (2021). *Symposium review*: Precision technologies for dairy calves and management applications. Journal of Dairy science, 104(1),1203-1219.

Costa, D. F. A., Castro-Montoya, J. M., Harper, K., Trevaskis, L., Jackson, E. L., Quigley, S. (2022). Algae as Feedstuff for Ruminants: A Focus on Single-Cell Species, Opportunistic Use of Algal By-Products and On-Site Production. *Microorganisms*, 10(12),2313.

Ding, H., Ao, Ch., Zhang, X. (2023). Potential use of garlic products in ruminant feeding: A review. *Animal Nutrition*, 14,343-355.

Fresno, A. H., Alencar, A. L. F., Liu, G., Wridt, M. W., Andersen, F. B., Pedersen, H. S., Martin, H. L., Nielsen, S. S., Aabo, S., Olsen, J. E., Jensen, A. N. (2023). Effect of feeding dairy calves with milk fermented with selected probiotic strains on occurrence of diarrhoea, carriage of pathogenic and zoonotic microorganisms and growth performance. *Veterinary Microbiology*, *286*,109885.

García, R., Aguilar, J., Pinto, A. (2024). An autonomous system for the self-supervision of animal fattening in the context of precision livestock farming. *Future Generation Computer Systems*, *150*,220-231.

Goharshahi, M., Azizzadeh, M., Lidauer, L., Steininger, A., Kickinger, F., Öhlschuster, M., Auer, W., Klein-Jöbstl, D., Drillich, M., Iwersen, M. (2021). Monitoring selected behaviors of calves by use of an ear-attached accelerometer for detecting early indicators of diarrhea. *Journal of Dairy Science*, 104(5),6013-6019.

Gonçalves, P., Pedreiras, P., Monteiro, A. (2022). Recent Advances in Smart Farming. *Animals*, 12(6),705.

Graham, J. R., Montes, M. E., Pedrosa, V. B., Doucette, J., Taghipoor, M., Araujo, A. C., Leonardo, G. S., Boerman, J. P., Brito, L. F. (2024). Genetic parameters for calf feeding traits derived from automated milk feeding machines and number of bovine respiratory disease treatments in North American Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *107*(4),2175-2193.

Hodge, I., Quille, P., O’Connell, S. (2024). A Review of Potential Feed Additives Intended for Carbon Footprint Reduction through Methane Abatement in Dairy Cattle. *Animals*, *14*(4),568.

Ivanova, S., Sukhikh, S., Popov, A., Shishko, O., Nikonov, I., Kapitonova, E., Krol, O., Noskova, L. V. S., Babich, O. (2024). Medicinal plants: A source of phytobiotics for the feed additives. *Journal of Agriculture and Food Research*, *16*,101172.

Jadid, N., Widodo, A. F., Ermavitalini, D., Sa'adah, N. N., Gunawan, S., Nisa, Ch. (2023). The medicinal Umbelliferae plant Fennel (Foeniculum vulgare Mill.): Cultivation, traditional uses, phytopharmacological properties, and application in animal husbandry. *Arabian Journal of Chemistry*, *16*(3),104541.

Jahani-Azizabadi, H., Baraz, H., Bagheri, N., Ghaffari, M. H. (2022). Effects of a mixture of phytobiotic-rich herbal extracts on growth performance, blood metabolites, rumen fermentation, and bacterial population of dairy calves. Journal of Dairy Science, *105*(6),5062-5073.

[Kalita](https://www.researchgate.net/profile/Indrajit-Kalita-3?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7InBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiIsInByZXZpb3VzUGFnZSI6bnVsbH19), I., Chowdhury, P. A.,  [Begum](https://www.researchgate.net/profile/Shahana-Begum-2?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7InBhZ2UiOiJwdWJsaWNhdGlvbiIsInByZXZpb3VzUGFnZSI6bnVsbH19), S. (2023).Uses of unconventional feed in livestock production of Bangladesh. *ResearchGate*, 10(10),10-16.

Karunathilake, E. M.B. M., Le, A. T., Heo, S., Chung, Y. S., Mansoor, S. (2023). The Path to Smart Farming: Innovations and Opportunities in Precision Agriculture. *Agriculture*, 13(8),1593.

Liu, C., Ma, N., Feng, Y., Zhou, M., Li, H., Zhang, X., Ma, X. (2023). From probiotics to postbiotics: Concepts and applications. *Animal Research and One Health*, 1(1),92-114.

Maggiolino, A., centoducati, G., casalino, E., Elia, G., Latronico, T., Liuzzi, M. G., Macchia, L., Dahl., G. E., Ventriglia, G., Zizzo, N., De Palo, P. (2023). Use of a commercial feed supplement based on yeast products and microalgae with or without nucleotide addition in calves. *Journal of Dairy Science*, 106(6),4397-4412.

Maina, T. W., McDonald, P., Samuel, B. E. R., Sardi, M. I., Yoon, I., Rogers, A., McGill, J. L. (2024). Feeding Saccharomyces cerevisiae fermentation postbiotic products alters immune function and the lung transcriptome of preweaning calves with an experimental viral-bacterial coinfection. *Journal of Dairy Science*, 107(4),2253-2267.

Mallinger, K., Corpaci, L., Neubauer, T., Tikász, I. E., Banhazi, T. (2023). Unsupervised and supervised machine learning approach to assess user readiness levels for precision livestock farming technology adoption in the pig and poultry industries. *Computers and Electronics in Agriculture*. *213*,108239.

Michalak, M., Wojnarowski, K., Cholewińska, P., Szeligowska, N., Bawej, M., Pacoń, J. (2021). Selected Alternative Feed Additives Used to Manipulate the Rumen Microbiome. *Animals*, 11(6),1542.

Molosse, V. L., Deolindo, G. L., Glombosky, P., Pereira, W. A. B., Carvalho, R. A., Zotti, C. A., Solivo, G., Vedovato, M., Fracasso, M., Silva, A. D., Morsch, V. M., da Silva, S. A. (2022). Curcumin or microencapsulated phytogenic blend to replace ionophore and non-ionophore antibiotics in weaned calves: Effects on growth performance and health. *Livestock Science*, *263*,105029.

Nie, D., Liu, S., Tang, W., Zhao, Ch., Zhang, Y., Li, Y., Liu, M., Ou, N., Shi, N., Yang, W., Li, Y. (2024). Effects of castration and eucalyptus oil supplementation on growth performance, nutrient digestibility, and blood-immunity indicators of male Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *107*(5),2850-2863.

Novakoski, P. V., de Vitt, M. G., Molosse, V. L., Hadlich Xavier, A. C., Wagner, R., Kleinová, B., Milarch, C. F., Leonardi, L. E., Kozloski, G. V., Vedovatto, M. & da Silva, A. S. (2024). The addition of curcumin to the diet of post-weaning dairy calves: effects on ruminal fermentation, immunological, and oxidative responses. *Tropical Animal Health and Production*, *142*(56).

Pomar, C., Remus, A. (2023). Review: Fundamentals, limitations and pitfalls on the development and application of precision nutrition techniques for precision livestock farming. *Animal*, *17*(2),100763.

Reis, M. E., de Toledo, A. F., Poczynek, M., Cantor, M. C., Virgínío Júnior, G. F., Greco, L., Bittar, C. M. M. (2022). Effect of supplementation with algae β-glucans on performance, health, and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 105(10),7998-8007.

Ritt, L. A., Modesto, E. C., Guimarães, J. A., Heisler, G., Oliveira, A. T. D., Fischer V. (2023A). Oregano extract fed to pre-weaned dairy calves. Part 2: Effect on ruminal and intestinal morphology of pre-weaned calves. *Livestock Science*, *270*,105194.

Ritt, L. A., Orso, C., Silveira, A. K., Frazzon, J., de Vargas D. P., Wagner, R., de Oliveira, F. C., Nörnberg, J. L., Fischer, V. (2023B). Oregano extract fed to pre-weaned dairy calves. Part 1: Effects on intake, digestibility, body weight, and rumen and intestinal bacteria microbiota. *Livestock Science*, *269*,105165.

Samarasinghe, M. B., Sehested, J., Weisbherg, M. R., van der Heide, M. E., Nørgaard, J. V., Vestergaard, V., Hernández-Castellano, L. E. (2021). Feeding milk supplemented with Ulva sp., Ascophyllum nodosum, or Saccharina latissima to preweaning dairy calves: Effects on growth, gut microbiota, gut histomorphology, and short-chain fatty acids in digesta. *Journal of Dairy Science*, 104(11),12117-12126.

Salah, N., Legendre, H., Nenov, V., Briche, M., Serieys, F., Grossi, S., Rossi, C. A. S. (2024). Does micro-granulated yeast probiotic (Saccharomyces cerevisiae) supplementation in milk replacer affect health, growth, feed efficiency and economic gain of calves?. *Veterinary and Animal Science*, *23*,100329.

Stefańska, B., Katzer, F., Golińska, B., Sobolewska, P., Smulski, S., Frankiewicz, A. & Nowak W. (2022). Different methods of eubiotic feed additive provision affect the health, performance, fermentation, and metabolic status of dairy calves during the preweaning period. *Veterinary Research*, *138*(18).

Sun, H., Kang, X., Tan, H., Cai, H., Chen, D. (2023). Progress in Fermented Unconventional Feed Application in Monogastric Animal Production in China. *MDPI*, *9*(11), 947.

Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. *Animal Nutrition*, ISSN 2405-6545.

Wang, Y., Mücher, S., Wang, W., Guo, L., Kooistra, L. (2023). A review of three-dimensional computer vision used in precision livestock farming for cattle growth management. *Computers and Electronics in Agriculture*, *206*,107687.

Wu, D., Zhang, Z., Song, Q., Jia, Y., Qi, J., Xu, M. (2024). Modulating Gastrointestinal Microbiota in Preweaning Dairy Calves: Dose-Dependent Effects of Milk-Based Sodium Butyrate Supplementation. *Microorganisms*, 12(2),333.

Yin, M., Ma, R., Luo, H., Li, J., Zhao, Q., Zhang, M. (2023). Non-contact sensing technology enables precision livestock farming in smart farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, *212*,108171.

Yu, Z., Cantet, J. M., Kaufman, J. D., Orellano, M. S., Ipharraguerre, I. R., Ríus, A. G. (2024). Heat stress–associated changes in the intestinal barrier, inflammatory signals, and microbiome communities in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 107(2),1175-1196.

Zamojska, D., Nowak, A., Nowak, I., Macierzyńska-Piotrowska, E. (2021). Probiotics and Postbiotics as Substitutes of Antibiotics in Farm Animals: A Review. *Animals*, 11(12),3431.

Zhao, X., Liu, S., Li, S., Jiang, W., Wang, J., Xiao, J., Chen, T., Ma, J., Khan, M. Z., Wang, W., Li, M., Li, S., Cao, Z. (2024). Unlocking the power of postbiotics: A revolutionary approach to nutrition for humans and animals. *Cell Metabolism*, 36(4),725-744.