



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra zootechnických věd

Diplomová práce

Použití alternativních aditivních látek v odchovu telat

Autorka práce: Bc. Gabriela Valtošová

Vedoucí práce: Ing. Luboš Záborský, PhD.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Diplomová práce se skládá z literární rešerše, která následně slouží k porovnání s výsledky provedeného pokusu a praktickou částí zkoumající vliv různých prebiotických a probiotických krmných aditiv na zdraví a růst telat v období mlezivové a mléčné výživy.

V rámci experimentu byla telata vážena po narození a 56. den po narození. Byl též sledován přírůstek živé hmotnosti od narození do 56. dne věku a délka trvání průjmových onemocnění. Sledovaly se také vybrané hematologické hodnoty, přičemž krev byla odebrána 4. a 21. den po narození. Jedinou hodnotou s výraznější naměřenou odchylkou byla močovina v krvi u telat s přidavkem *Bifidobacterium bifidum* v mléce. Konkrétně skupina PRO1 oproti PRO2 ($P = 0.45$) a v porovnání s kontrolní ($P = 1.33$).

Z výsledků vyplývá, že si nejlépe vedla telata, jimž byla do mleziva a následně nativního mléka či mléčné krmné směsi suplementována probiotika (PRO2). Dosahovali nejvyšších přírůstků i živé váhy v 56. dni po narození v porovnání se skupinou PRO1 (86.20 ± 5.29 kg vs 84.70 ± 6.20 kg, $P < 0,05$) a kontrolní (86.20 ± 5.29 kg vs 82.84 ± 5.15 kg, $P < 0,01$). Následovala telata, kterým byla podávána prebiotika (PRO1), přičemž jejich přírůstky a živé váhy byly vyšší než u kontrolní skupiny, ale ne vyšší než u probiotické. Nejvyšších průměrných denních přírůstku též dosahovala skupina PRO2 oproti PRO1 i K (687.2 ± 74.8 g vs 657.1 ± 63.8 g vs 624.8 ± 85.4 g, $P < 0,01$).

Jako prebiotikum byla v druhé části pokusu využita hnědá mořská řasa *Ascophyllum nodosum*. Měřené hodnoty se podle očekávání a na základě průzkumu již provedených výzkumů téměř nelišily od kontrolní skupiny.

Na základě vyhodnocení výsledků lze konstatovat, že probiotika měla nejlepší vliv na přírůstky, živou váhu a celkové zdraví. Naopak nelze potvrdit, že se zásadně podílela na snížení výskytu průjmových onemocnění, protože hodnota P byla 0,0725.

Klíčová slova: krmná aditiva, telata, probiotika, prebiotika, synbiotika, řasy

Abstract

The diploma thesis consists of a literature research, which is then used for comparison with the results of the experiment and a practical part investigating the effect of various prebiotics and probiotic preparations on the health and growth of calves in the period of colostrum and milk nutrition.

As part of the experiment, calves were weighed after birth and 56th day after birth. Live weight gain from birth to the 56th day of age and the duration of diarrheal diseases were also monitored. Selected hematological values were also monitored, with blood taken on the 4th and 21st day after birth. The only value with a significant measured deviation was urea in blood in calves with the addition of *Bifidobacterium bifidum* in milk. Specifically, PRO1 versus PRO2 group ($P = 0.45$) and versus control ($P = 1.33$).

The results show that calves that were supplemented with probiotics (PRO2) in their colostrum and then native milk or milk feed mixture performed the best. They achieved the highest gains and live weights on the 56th day after birth compared to the PRO1 group (86.20 ± 5.29 kg vs 84.70 ± 6.20 , $P < 0.05$) and control (86.20 ± 5.29 kg vs 82.84 ± 5.15 kg, $P < 0.01$). Followed by prebiotic (PRO1) treated calves with gains and live weights higher than the control group but not higher than the probiotic group. The highest average daily gain was also achieved by the PRO2 group compared to PRO1 and K (687.2 ± 74.8 g vs 657.1 ± 63.8 g vs 624.8 ± 85.4 g, $P < 0.01$).

As a prebiotic, the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* was used in the second part of the experiment. The measured values, as expected and based on the survey of the researches already carried out, hardly differed from the control group.

Based on the evaluation of the results, it can be concluded that probiotics had the best effect on gains, live weight and overall health. On the contrary, it cannot be confirmed that it fundamentally contributed to the reduction of the incidence of diarrheal diseases, as the P value was 0.0725.

Keywords: feed additives, calves, probiotics, prebiotics, synbiotics, algae

Poděkování

Nesmírně ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Lubošovi Zábranskému, PhD., který mi byl trpělivě po celou dobu velkou oporou. Nemalé díky patří i podniku Zemědělská Klučenice, a. s. a Ing. Petru Brožovi za možnost provedení výzkumu a poskytnutí cenných rad a informací. V neposlední řadě děkuji i své rodině, která mě podporovala po celou dobu studia, zejména pak při psaní diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	8
1 Fyziologie trávení.....	9
1.1 Trávení jedinců s plně vyvinutým předžaludkem	9
1.1.1 Mikrobiom polygastrů.....	10
1.2 Trávení telat	11
1.2.1 Mikrobiom telat.....	12
2 Aditivní látky	13
2.1 Legislativa týkající se aditivních látek.....	13
2.2 Základní rozdělení aditivních látek.....	14
2.3 Nejpoužívanější aditivní látky.....	15
2.3.1 Prebiotika	15
2.3.2 Probiotika	16
2.3.3 Synbiotika	17
2.3.4 Minerální krmné směsi.....	17
2.4 Netradiční aditivní látky.....	19
2.4.1 Postbiotika.....	19
2.4.2 Fytobiotika	20
2.4.3 Homeopatika	22
2.4.4 Řasy.....	22
3 Materiál a metodika.....	29
3.1 Cíl.....	29
3.2 Hypotéza	29
3.3 Charakteristika podniku	29
3.4 Zvířata a základní krmná dávka.....	30
3.5 Ošetření telat po narození a veterinární péče	31

3.6	Experimentální design.....	31
3.7	Vážení telat.....	32
3.8	Ušní čipy AllFlex.....	33
3.9	Odběry krevních vzorků.....	33
4	Výsledky a diskuse.....	34
5	Doporučení pro praxi	42
	Závěr	43
	Seznam použité literatury.....	44
	Seznam obrázků	61
	Seznam tabulek	62

Úvod

V návaznosti na zákaz používání antibiotik jako aditivních látek v roce 2006 a zároveň se zvyšujícími se požadavky na výživu a celkové welfare hospodářských zvířat je použití aditivních látek téměř nevyhnutelné. V jejich prospěch hrají důležitou roli i požadavky spotřebitelů na kvalitu a zdravotní nezávadnost živočišných produktů.

Spektrum použití krmných aditiv je velmi široké, též nabídka na trhu je neustále rozšiřována o nové. Dle legislativy se dělí na doplňkové látky nutriční, sensorické, zootechnické, kokcidiostatika a histomonostatika. Z hlediska rozsahu použití, též dále využívaném v diplomové práci, na ně lze nahlížet jako na aditivní látky nejpoužívanější a netradiční, které se mezi chovateli zatím tolik nerozšířily.

Jedním z nejdůležitějších aspektů úspěšného chovu skotu je beze sporu odchov telat, v případě krav s tržní produkcí mléka pak zejména jalovic. Odvíjí se od nich ekonomika celého podniku, proto je důležité, aby jim byla zajištěna odpovídající péče.

Hlavní příčinou morbidity i mortality při odchovu telat jsou průjmová onemocnění, na jejichž prevenci a léčbu je zaměřena pozornost již dlouho. Pro tento účel jsou známá především prebiotika, probiotika nebo synbiotika.

Použití aditivních látek však není limitováno pouze na telata. Z novějších druhů vynikají například mořské a sladkovodní řasy pro svoji schopnost snížit metanové emise nebo homeopatika využitelná v ekologických chovech.

I přes nesporné výhody doplňkových látek, je nezbytné brát v potaz jejich finanční dostupnost a využívat je efektivně, aby nedocházelo k plýtvání finančních prostředků zemědělského podniku nebo chovatele.

1 Fyziologie trávení

Trávení je chemické a mechanické zpracování složek potravy, které se uskutečňuje jeho rozštěpením na jednotlivé části schopné vstřebání. Za resorpci neboli vstřebání lze pak považovat přestup látek přes enterocyty střevní sliznice (Sláma et al., 2015).

Podle typu přijímané potravy je skot klasifikován jako býložravec a z hlediska funkce žaludku jako zvíře přežvýkavé (Membrive, 2016). Rozdíl mezi přežvýkavci a monogastry ukazuje unikátní struktura žaludku, který je rozšířen o předžaludek. Rozdílnost se odráží v živinách, které mohou být v bachoru tráveny (Guo et al., 2021). Tyto vlastnosti ovlivňují důležité skutečnosti, jako je například potřeba živin, způsob trávení nebo konkrétněji fermentační procesy (Reece, 2009).

Evolučně se u nich vyvinul trávicí systém, který zcela spoléhá na symbiotický vztah s mikroorganismy. Většinu energie získávají z konečných produktů mikrobiálního trávení, což přežvýkavcům umožňuje využít rostlinnou stravu. Tento mechanismus se u žádných jiných obratlovců nevyvinul tak rozsáhle. Všechny tyto skutečnosti umožňují přežvýkavcům trávit celulózu, což je jeden z nejhojněji se vyskytujících organických zdrojů v přírodě (Pérez-Barbería, 2020).

Trávicí soustava je tvořena dutinou ústní, jazykem, zuby, hltanem, jícnem, žaludkem, tenkým a tlustým střevem. Jako přídatné orgány slouží slinné žlázy, játra a slinivka břišní. Velikost a funkce jednotlivých částí se liší dle druhu přirozeně přijímané potravy konkrétních živočichů (Marvan et al., 2011).

Po příjmu krmiva dochází v dutině ústní k mechanickému narušení potravy, které lze také nazvat jako žvýkání. Žvýkání je reflexní děj a jeho centrum se nachází v prodloužené míše. Nemalou měrou přispívají i sliny, které navlhčují sousto, obalují ho hlenem pro snazší polykání a chemicky krmivo štěpí. U skotu uvolňují močovinu do předžaludku a podílejí se tak na metabolismu dusíkatých látek. Též z částí regulují pH bachoru (Sláma et al., 2015).

1.1 Trávení jedinců s plně vyvinutým předžaludkem

Skot má žaludek složený ze 4 částí – tříkomorového předžaludku a vlastního žaludku, který je ekvivalentem žaludku monogastrických zvířat. Předžaludek má tři kompartmenty – knihu (*omasum*), bachor (*rumen*) a čepec (*reticulum*). Každá z těchto částí vykonává rozdílnou trávicí funkci a liší se i jejich anatomie (Colville & Bassert, 2015).

Bachor je charakteristický komplexním prostředím složeným z mikrobů, potravy v různě stádiu digesce, plynů a bachorové tekutiny. Bachorové mikroorganismy obvykle přilnou na částičky potravy a vytvoří biofilm k degradaci rostlinného materiálu. Efektivnost využití potravy je závislé na mikrobiálním ekosystému složeným z bakterií, protozoa, anaerobních hub a bakteriofágů (Niwińska, 2012). Zároveň je pro mikroorganismy bachor příznivý z hlediska relativně stálé teploty (36-40 °C) nebo dostupnosti energie z potravy. Kapacita bachoru dosahuje 50-100 l (Nagaraja, 2016).

Přežvýkání zajišťuje čepce, který řídí průchod obsahu bachoru do knihy a následně k česlu pro rejekci (Reece, 2009), objem 5-8 l (Sláma et al., 2015).

Další část předžaludku tvoří kniha, jejíž hlavním úkolem je reabsorpce tekutin přítomných v předžaludku (Ehrlich et al., 2019).

Běžné funkce žaludku zajišťuje slez. Tráví se zde i mikroorganismy namnožené při fermentaci v předžaludku a tvoří tak mikrobiální protein.

Největší význam předžaludku spočívá v trávení celulózy, která je například v jednodukomovém žaludku nestravitelná z důvodu absence mikrobiálních enzymů (Clauss & Hofmann, 2014). Díky tomuto uspořádání dokáže skot využít jakoukoli formu dusíku jako zdroj proteinu (Zurak et al., 2023). Lze zde zahrnout i fakt, že na rozdíl od většiny savců, kteří vylučují velké množství endogenního močovinného dusíku v moči, se u přežvýkavců vyvinul mechanismus jeho neustálé recyklace do bachoru, kde je následně mikroorganismy využit jako zdroj dusíku pro tvorbu mikrobiálního proteinu (Getahun et al., 2019).

Ruminace (přežvykování) je procesem regurgitace (neboli vrácení) potravy z bachoru zpět do dutiny ústní, kde je znovu prožvýkána, prosliněna a opět spolknuta. Přežvykování je z hlediska stravitelnosti důležitou součástí trávení (Paudyal, 2021).

1.1.1 Mikrobiom polygastrů

Souhrnně lze mikroorganismy v těle zvířat spolu s jejich genomy, metabolity a prostředím, které obývají nazvat jako mikrobiota (Liu et al., 2023). Trávicí systém je osídlen mnoha druhy a typy mikroorganismů, jejichž hlavní rolí je dekompozice živin, zejména celulózy a hemicelulózy (Cholewińska et al., 2021).

Synergický vztah mezi nimi poskytuje mikroorganismům živiny, požadovanou teplotu, prostředí vhodné pro mikrobiální růst a na oplátku zásobují mikrobiota hosti-

tele vitamíny skupiny B, těkavými mastnými kyselinami a mikrobiálním proteinem (Krehbiel, 2014). Syntéza mikrobiálního proteinu v bachoru zajišťuje většinu proteinu dodávaného do tenkého střeva a tvoří 50 – 80 % celkového stravitelného proteinu. Konečné množství závisí na dostupnosti živin a jejich efektivnosti využití bachorovými mikroorganismy (Bach et al., 2005).

Bakterie kolonizující trávicí trakt redukuje tenzi střevních stěn skrze inhibici bakteriální fermentace, která vede k tvorbě střevních plynů. Stimulace růstu prospěšných bakterií chrání gastrointestinální trakt před růstem patogenních mikroorganismů a přispívá k redukci toxických metabolických produktů (Bąkowski & Kiczorowska, 2021).

Z bakterií lze jmenovat například amylolytické, které tráví škrob a další rozpustné cukry, celulolytické štěpící celulosu nebo metanogenní syntetizující látky z oxidu uhličitého. Přestože nejpočetnější skupinou jsou bakterie, protozoa zaujímají díky své velikosti až 50 % biomasy v bachoru (Newbold & Ramos-Morales, 2019). Jsou velmi citlivá na změnu pH a při poklesu pod 4,5 po pár dnech prakticky vymizí. Jsou symbiotická s bakteriemi a některá se vyskytují přímo v závislosti na určitých druzích bakterií. Jejich funkcí je fermentace škrobu a rozpustných sacharidů.

Houby kolonizují části potravy a jejich rozmnožování trvá zhruba 24 hodin. Proto je nutný neustálý přísun substrátu o stejném složení. Hlavním produktem je kyselina octová nebo etanol (Sláma et al., 2015).

Archea jsou zastoupena především z rodu *Methanobrevibacter* (Newbold & Ramos-Morales, 2019).

1.2 Trávení telat

Telata mají po narození vyvinutý pouze slez a naprosto minimálně předžaludek. Chovají se tedy jako zvířata nepřezvykavá. Postupem času se s příjmem objemného krmiva rozvíjí i předžaludek (Guilloteau et al., 2009). Této skutečnosti je nutné uzpůsobit krmnou dávku. První dva měsíce života telete lze nazvat také jako mléčnou výživu, kdy výhradní potravou mláďat je mléko a v malé míře pro ně určená krmná směs. Vývoj bachoru je považován za jeden z nejdůležitějších a nejzajímavějších oblastí výživy telat. Dlouhodobě ovlivňuje růst, zdraví a stravitelnost krmiva (Diao et al., 2019).

1.2.1 Mikrobiom telat

Mikrobiom, zejména časně vyskytující se u narozených telat je nutné nepodceňovat, protože se z dlouhodobého hlediska z velké části podílí na zdraví hostitele (Malmuthuge & Guan, 2017). V prvních týdnech po narození přijímají telata mléko, které vstupuje přes jícnový žlábek do distální části trávicího traktu bez účasti bачoru na trávení. Nicméně je důležitá kolonizace neosídleného traktu bakteriemi a protozoa co nejdříve po narození, protože finální produkty jejich metabolismu stimulují morfologický a fyziologický rozvoj bачoru (Bąkowski & Kiczorowska, 2021).

Krátce po narození mikroby rapidně kolonizují gastrointestinální trakt a postupně se vytváří komplexní mikrobiální společenství (Zhang et al., 2021). Během prvních pár hodin života je předžaludek hojně kolonizován bakteriemi, zejména z prostředí nebo krmiva. Specificky lze jmenovat fakultativně anaerobní rod *Streptococcus* nebo *Enterococcus*, které mění prostředí bачoru na plně anaerobní (Diao et al., 2019; Meale et al., 2017). V prvním týdnu života nejsou přítomni nálevníci (Raabis et al., 2019).

S postupným růstem bачoru a jeho kolonizací mikroorganismy se telata fyziologicky mění z pseudo-monogastrů na funkčně přežvýkavá zvířata. Při zvýšeném příjmu objemného krmiva se začíná bачor vyvíjet a vzrůstá jeho důležitost v trávicích procesech. Vývoj předžaludku a složení mikrobiomu lze z velké části ovlivnit složením krmné dávky. Pro rozvoj epitelu bачoru je nezbytné krmení fermentovatelných uhlovodíků (Diao et al., 2019).

Střevní mikrobiom se v průběhu vývoje trávicího traktu mění, zejména v období odstavu (Du et al., 2023). Telata před odstavením jsou vysoce citlivá k některým infekčním onemocněním, zahrnující i neonatální průjem, který se negativně odráží na jejich zdraví, welfare i ekonomice zemědělců. Do ekonomických ztrát lze započítat zvýšenou morbiditu, mortalitu, snížený růst vedoucí ke zvýšení věku při prvním otehlení jalovic a těžšímu průběhu porodu. Stejně tak se snižuje produkce mléka na první laktaci a celková doba mléčné produkce. Zejména z těchto důvodů se zvyšuje snaha o zlepšení zdravotního stavu telat skrz manipulaci gastrointestinálního mikrobiomu již krátce po narození (Samarasinghe et al., 2021). Pro tyto účely lze využít DFM (direct-fed microbials) (Seo et al., 2010).

2 Aditivní látky

Jako aditivní látky lze označit všechny látky, mikroorganismy, přípravky nebo jiné než krmné suroviny, které se úmyslně přidávají do vody nebo krmiva cílené na některé z funkcí. Touto funkcí může být dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 například:

- uspokojení nutričních požadavků zvířat,
- příznivý vliv na vlastnosti krmiva, zdraví zvířat nebo jejich užitkovost,
- zmírnění dopadů živočišné výroby na životní prostředí,
- zlepšení biologické hodnoty a jakosti živočišných výrobků,
- histomonostatický nebo kokcidiostatický účinek a další.

Krmná aditiva jsou využívána jako růstový stimulant již několik desetiletí. Pro tento účel byly v roce 2006 antibiotika zakázány a jsou za ně neustále hledány alternativy. Role antibiotických aditiv spočívala zejména v regulaci mikrobiomu zažívacího traktu zvířat, čehož bylo dosahováno prevencí růstu škodlivých mikroorganismů a jejich toxinů. Zájem o přírodní růstové stimulanty, které mohou být využity jak k profylaxi, tak k léčbě, silně vzrostl. Navíc je živočišná produkce úzce spojena s výživou a zdravím konzumenta. Zvířecí patogeny přebývající v trávicím traktu, jako je *Camphylobacter*, *Salmonella*, *Listeria* nebo *Yersinia*, jsou přímým zdrojem kontaminace produktů a zoonóz. Jedním z přírodních stimulantů jsou například probiotika, ale lze využít i jiné (Bąkowski & Kiczorowska, 2021; Pluske, 2013).

Zároveň tvoří ve výživě přežvýkavců náklady na krmení až 70 % z celkových nákladů. Proto má zvýšení konverze krmiva významnou úlohu v ekonomice podniku a růstu jeho ziskovosti (McGrath et al., 2018).

2.1 Legislativa týkající se aditivních látek

Využití aditivních látek aktuálně podléhá Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 ze dne 22. září 2003 o doplňkových látkách používaných ve výživě zvířat. Vstoupilo v platnost po bližším přezkoumání veškerých, do té doby platných, předpisů o doplňkových látkách, aby se zajistil vyšší stupeň ochrany lidského zdraví, zdraví zvířat a životního prostředí. Významně se též podílel technologický pokrok a existence nových aditiv používaných například na siláž nebo ve vodě. Jednou, z již neplatných, je směrnice Rady 70/524/EHS ze dne 23. listopadu 1970 o do-

plňkových látkách v krmivech. Mezi ní a aktuálním nařízením je významnější například fakt, že Směrnice Rady 70/93/EHS připouští jako doplňkové látky i antibiotika, pokud jsou použita v malých dávkách. Oproti tomu Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 popisuje jako nutné určit dostatečnou lhůtu pro vyvinutí alternativních produktů jako náhrady za antibiotika a zakázat jakékoliv nové použití antibiotik jako doplňkových látek v krmivech.

2.2 Základní rozdělení aditivních látek

Doplňkové látky lze dělit mnoha způsoby. Hlavní a nejvíce používané je rozdělení dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 na doplňkové látky

- technologické – např. antioxidanty, emulgátory, konzervanty,
- sensorické – např. barviva nebo látky zchutňující a aromatické,
- nutriční – minerály, vitaminy, aminokyseliny, močovina, ...,
- zootechnické – látky příznivě působící na střevní flóru nebo na životní prostředí,
- kokcidiostatika a histomonostatika.

Antioxidanty mohou být definovány jako látky, které zpomalují nebo zabraňují oxidativnímu poškození určitých molekul (Sharma et al., 2011) a eliminují tak oxidativní stres (Lee et al., 2017). Mohou to být vitamin E nebo selen. Jejich suplementace u skotu se příznivě projevila snížením počtu výskytu mastitidy nebo retence lůžka (Spears & Weiss, 2008).

Emulgátory fyzikálně upravují konzistenci krmiv. V chovu drůbeže zlepšují užitečnost a napomáhají v trávení, zejména pak tuků (Siyal et al., 2017; Babazadeh et al., 2017).

Konzervanty jsou často využívány k prevenci mikrobiologické kontaminace, acidifikace nebo fermentace krmiva hospodářských zvířat (Kumari et al., 2019). Syntetické konzervanty jsou například sorbáty nebo nitráty, ale jejich použití vyvolává u spotřebitelů obavy ze zdravotních problémů. Z tohoto důvodu se využívají stále více přirozené mikrobiální konzervanty nebo konzervanty získané z rostlin. Tyto přirozené látky snižují syntézu proteinů a metabolismus buňky škodlivých mikroorganismů, a tak potlačují jejich růst. Na druhou stranu mohou ovlivnit sensorické vlastnosti produktů (chuť, texturu, barvu, ...) (Yu et al., 2021).

Do látek ovlivňující mikrobiom lze zařadit prebiotika, probiotika nebo jejich směs synbiotika. Společnou charakteristikou je modifikace mikroorganismů přítomných v trávicím traktu (Malik et al., 2019; Uyeno et al., 2015).

Enzymy spadající pod aditivní látky zootechnické mají velký potenciál zlepšit trávení vlákniny a celkovou užitkovost zvířat (Bedford & Partridge, 2010).

Kokcidostatika brání propuknutí nakažlivé parazitární nemoci zvané kokcidióza. Využívají se zejména ve velkochovech drůbeže, ale i u jehňat, telat nebo kožešinových zvířat (Martins et al., 2022). Příkladem je bakteriocin nisin nebo ionofor (Kierończyk et al., 2017).

Dalším možným rozdělením, které bude nadále uplatňováno, je na aditivní látky často využívané v praxi a na netradiční, jejichž obliba stoupá až v posledních letech.

2.3 Nejpoužívanější aditivní látky

Se stále se zvyšujícími se požadavky na produkci hospodářských zvířat se mění i mimo jiné jejich nároky na výživu. Využití pouze klasických objemných a koncentrovaných krmiv používaných před desítky let již není dostačující. Proto se stále rozvíjí nabídka aditivních krmiv využívaných za různými účely. Mezi nejznámější náleží stejně tak u lidí, jako u zvířat prebiotika a probiotika ovlivňující střevní mikrobiom. Z dalších lze jmenovat například močovinu působící na metabolismus dusíku v organismu nebo minerální doplňková krmiva či vitamíny.

2.3.1 Prebiotika

Prebiotika jsou skupina látek nestravitelných střevními enzymy, ale mohou být využity střevními mikroorganismy, urychlující tak jejich růst a vývoj (Arne & Ilgaza, 2021). Též potlačují patogenní bakterie (Davani-Davari et al., 2019)

Požadavky na prebiotika jsou následující – rezistence vůči žaludečním enzymům, snížení pH trávicího traktu, modifikace biologické skladby tračníku a stimulace konverze mikrobiální flóry trávicího traktu vedoucí k rozvoji bakterií *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Látky mající prebiotický efekt jsou některé peptidy, proteiny, tuky či oligo- a polysacharidy (Leone & Ferrante, 2023).

Na zdraví zvířete se aktivně podílejí redukcí pH žaludku, vytvořením nevhodných podmínek pro patogenní mikroorganismy a absorpcí škodlivých patogenů a toxinů produkovaných na jejich povrchu.

Nejvyužívanější jsou manooligosacharidy produkované buněčnou stěnou kvasinek a v poslední době se zkoumá i využití oligosacharidů ((Radzikowski, 2017).

Možnou alternativou je i kyselina jantarová.

2.3.2 Probiotika

Probiotika jsou produkty obsahující živé mikroorganismy a substance jimi produkované. V trávicím traktu zvířat se podílejí na stabilizaci mikrobiální populace a zvýšení enzymatické aktivity a pozitivně se tak podílejí na správném vývoji zvířat. Zahrnují vhodně zvolené přirozeně se vyskytující střevní bakterie přijaté z krmiva a částečně nebo zcela potlačující patogenní mikroorganismy, čímž zlepšují trávení a využití krmných komponent (Chaucheyras-Durand & Durand, 2009; Ezema, 2013).

Probiotické mikroorganismy využívané ve výživě přežvýkavých zvířat musí splňovat jisté podmínky – schopnost přežít v nízkém pH žaludku, rezistence na žlučové kyseliny, pozitivní efekt na organismus, schopnost adheze na střevní epitelální buňky a permanentně nebo periodicky kolonizovat trávicí trakt (Lambo et al., 2021; Radzikowski, 2017).

Mohou se skládat z jednoho nebo více kmenů mikroorganismů a prodávají se ve formě prášků, tablet, granulí nebo pasty. Lze je využít téměř u všech zvířat, ale jsou výhradně doporučovány u mladých zvířat, která jsou ve větším riziku stresu způsobeným environmentálními faktory. Též se ukázalo, že jejich použití u dojených krav zvýšilo jejich mléčnou produkci a utilizaci živin (Seo et al., 2010; Radzikowski, 2017).

U telat je velkým problémem průjem, který může být příčinou zvýšené mortality. Mladé jalovičky, které jsou s průjmem léčené mají snížený růst, zvýšené riziko úhynu, prodlouženou dobu prvního otelení a sníženou produkci mléka na první laktaci. Tradičně léčba zahrnuje perorální podání antibiotik. Nicméně v poslední době se zvyšuje obava o antimikrobiální rezistenci a tím pádem je tato léčba v delším časovém horizontu neudržitelná. Hledání alternativ je tedy na místě (Singh et al., 2017; Zoumpopoulou et al., 2017).

Výzkum ukázal, že přítomnost kmenů *Bifidobacterium* a *Lactobacillus* je známkou zdravého trávicího traktu. Dalším bioindikátorem nalezeným ve výkalech je *Faecalibacterium*, přičemž byla snížena incidence průjmů a zvýšený přírůstek v prvních týdnech života (Cangiano et al., 2020; Cunningham et al., 2021).

Mladá přežvýkavá zvířata mohou dostávat probiotika v mléce nebo ve starteru za účelem střevního zdraví, podpory příjmu pevné stravy a zlepšení růstu. Nejvyužívanější jsou živé kvasinky, zejména *Saccharomyces cerevisiae* nebo bakteriální kmen *Lactobacillus*, *Enterococcus* a *Bacillus*. Konkrétně u telat, kterým byly podávány kvasinkové kultury ve starteru nebo v náhražce mléka a vystavena *Salmonelle enterica*, vykazovaly vyšší příjem krmiva a lepší konzistenci výkalů. Dále telata přijímající *Saccharomyces cerevisiae boulardii* v náhražce mléka nevykazovala vyšší pokles v denních přírůstcích při průjmu ve srovnání s ostatními jedinci trpící průjmem (Cangiano et al., 2020; Shehta et al., 2019).

Další možností je MSP (multispecies probiotic), což je probiotická směs složená z více kmenů. Jsou efektivnější než jednokmenová probiotika, zejména v prevenci střevních onemocnění, zlepšení růstu a podpoře mikrobiomu (Wu et al., 2021).

2.3.3 Synbiotika

Kromě pre- a probiotik se využívají také synbiotika, které lze definovat jako směs obou, tedy buňky mikrobů a selektivního substrátu (Mohanty et al., 2018). Jejich prospěšný efekt pro hostitele spočívá ve zvýšení přežití a depozici životaschopných mikrobiologických živinových doplňků v gastrointestinálním traktu skrz selektivní stimulaci růstu a/nebo stimulaci metabolismu jedné nebo více prospěšných bakterií. Účinek synbiotik se zdá být pro hostitele prospěšnější, než při užití pouze samotných pre- nebo probiotik. Stejně tak je jejich účinek často porovnáván s antibiotiky, jejichž spotřeba je v poslední době velmi omezována (Radzikowski, 2017; Grigore et al., 2020).

Nejlepší výsledky vykazovala telata, jimž byla synbiotika podána v časném věku. Tento jev je spojován s nestálým střevním mikrobiomem, který se s postupem věku ustaluje a je hůře ovlivnitelný (Cangiano et al., 2020).

2.3.4 Minerální krmné směsi

Minerální látky jsou anorganické substance obsažené v tělních tkáních i tekutinách. Jejich přítomnost je pro udržení některých, pro život důležitých, fyzikálně-chemických procesů nezbytná. Přestože neprodukují žádnou energii hrají důležitou roli v mnoha dějích odehrávajících se v těle (Soetan et al., 2010; Gadd, 2010). Efek-

tivnost produkce a reprodukce zvířat je nejdůležitějším faktorem pro úspěšný chov (Bhalakiya et al., 2019).

Nejčastěji se klasifikují jako makroprvky a mikroprvky (stopové prvky). Třetí kategorií jsou ultra stopové prvky (Davison, 2017). Mezi makroprvky patří vápník, sodík, draslík, hořčík, draslík, síra, fosfor a chlór (Richards et al., 2010). Do mikroprvků spadá kobalt, chrom, měď, železo, mangan, molybden, selen a zinek (Bilandžić et al., 2019).

Stopové prvky jsou sice vyžadovány v malých množstvích, ale jejich role v imunitním systému, oxidativním metabolismu a nepřímo i v růstu, produkci a reprodukci je klíčová. Jejich deficience v krmné dávce může redukovat produkci zvířete až o 20-30 % (Bhalakiya et al., 2019; Al-Fartuise & Mohssan, 2017). Musí být podávány v optimální koncentraci v závislosti na věkové a produkční kategorii zvířete (López-Alonso, 2012).

Zhruba 98 % vápníku a 80 % fosforu vyskytující se v těle je součástí kostry ve formě hydroxyapatitu (Veum, 2010).

Vápník plní významnou funkci jako součást kostí a zubů nebo aktivátor konverze protrombinu na trombin při krevní koagulaci. Neméně důležitou roli hraje při aktivaci mnoha enzymů, například adenosintrifosfátu a dalších (Soetan et al., 2010).

Ve studii bylo prokázáno, že v důsledku spojení mezi kalciotropními hormony a regulátory krevního tlaku má snížený příjem vápníku za následek pokles krevního tlaku (Villa-Etchegoyen et al., 2019).

Fosfor lze nalézt v každé buňce těla a je nedomyslitelně spojen s mnoha metabolickými procesy. Funguje jako složka kostí, zubů, adenosintrifosfátu nebo nukleových kyselin (Singh et al., 2018; Karn, 2001). Nedostatek fosforu zejména v období porodu a na začátku laktace, způsobuje u krav snížený příjem krmiva a zvýšené riziko onemocnění (Libera et al., 2021).

Sodík a draslík jsou klíčovými kationty v extracelulárních tekutinách, regulují acidobazickou rovnováhu a podílí se na udržení osmotického tlaku. Bez draslíku není možný nervový impuls ani svalová kontrakce a je nezbytný při glukogenezi (Varol & Sünbül, 2020; Soetan et al., 2010).

Chlór je hlavním negativním iontem extracelulární tekutiny a podílí se na vytvoření kyselého prostředí žaludku (Soetan et al., 2010). Je esenciální pro rozvoj plodu a ovlivňuje estrální cyklus (Bhalakiya et al., 2019).

Kobalt je potřebný jako složka vitamínu B12 (Lison, 2022), kofaktor enzymů v DNA biosyntéze a metabolismu aminokyselin. Navíc zvyšuje erytropoézu, což má za příčinu vyšší nasycení krve kyslíkem (Simonsen et al., 2012; Soetan et al., 2010).

Součástí mnoha enzymů (např. katalázy, peroxidázy, cytochromoxidázy, urikázy) je měď. Zároveň je zásadní pro rozvoj a funkci centrální nervové soustavy (Opazo et al., 2014; Soetan et al., 2010).

Jód je základním komponentem tyroidních hormonů. Při transportu kyslíku je důležité železo v hemoglobinu (Soetan et al., 2010).

Mangan, měď a zinek byly konvenčně suplementovány jako anorganické soli, které disociovaly při hydrataci v batoru. Nynějším trendem je krmit jejich organické formy, což spočívá v navázání těchto prvků na organickou molekulu (typicky aminokyselinu nebo protein) (Bhalakiya et al., 2019). V této formě zlepšily zdraví, produkci, fertilitu, ale neprojevíly se v mléčné užitkovosti krav (Rashanzamir et al., 2020).

Suplementace aniontových solí dojeným kravám v průběhu posledních tří týdnů před otelením zlepšuje homeostázu vápníku, snižuje riziko zadržení placenty a metritidy a podporuje celkové zdraví dojníc v rané fázi postparta (Rajaeerad et al., 2020).

Mnoho prvků (měď, kobalt, selen, mangan, jód, zinek a železo) je důležitých pro správnou funkci reprodukčních orgánů. Jejich nedostatek nebo inbalance může vyústit v reprodukční selhání (Yaqoob et al., 2016).

2.4 Netradiční aditivní látky

Po dlouhých letech výzkumu trávení zvířat se na trhu objevují stále nové aditivní látky, které nejsou zdaleka tak rozvinuty jako tradiční výše jmenované. Do této skupiny netradičních látek spadají například homeopatika využívaná v ekologických chovech, řasy, postbiotika nebo fytobiotika zahrnující bylinné přípravky či éterické oleje.

2.4.1 Postbiotika

Postbiotika, nazývána také jako parabiotika nebo neživotaschopná probiotika, byla Mezinárodní Vědeckou Asociací pro Probiotika a Prebiotika (ISAPP) definována jako „preparát z neživých mikroorganismů a/nebo jejich komponentů přinášející hos-

titeli zdravotní benefity“. Slovo je odvozeno z řeckých „post“ neboli „po“ a „bios“ v překladu „život“ (Vinderola et al., 2022; Ma et al., 2023). Může se jednat o neživotaschopné mikrobiální buňky, jejich metabolické meziprodukty nebo mikrobiální složky uvolněné po lýzi buňky (Aggarwal et al., 2022; Rafique et al., 2023).

Jejich lepší stabilita a bezpečnost použití je činí možnou alternativou k probiotikům. Byl zjištěn prospěšný efekt složek postbiotik, který zahrnoval inhibici patogenů, posílení střevní stěny a/nebo regulaci imunity hostitele (Zhong et al., 2022; Wegh et al., 2019; Sharma et al., 2020), genovou expresi nebo pomoc v řízení karcinogeneze (Aggarwal et al., 2022). Jednou z jejich mnoha dalších funkcí je podpora aktivity určitých enzymů zahrnutých v trávení vyúsťující ve zlepšení absorpce živin z potravy (Liu et al., 2023).

Nejefektivnějšími bakteriálními kulturami se po inaktivaci teplem zdají být rody *Lactobacillus* a *Bifidobacterium*. Konkrétněji komponenty buněčné stěny a cytoplasmatické extrakty z *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. fermentum* nebo *L. thammosus*. Pro své postbiotické vlastnosti jsou známy i *Faecalibacterium prausnitzii* nebo *Bacillus coagulans* (Soren et al., 2023; Moradi et al., 2019).

Aplikací postbiotik do krmné dávky přežvýkavců se zvýšil přírůstek, příjem krmiva a živin a jejich stravitelnost. Naopak pH bachoru se nezměnilo, stejně tak obsah cholesterolu v krvi (Izuddin et al., 2019).

Jako možná léčba bovinního respiračního onemocnění byly použity produkty získané z fermentace *Saccharomyces cerevisiae*. Výsledky ukázaly, že u telat v testované skupině se oproti kontrolní sice onemocnění objevilo, ale v méně závažné formě a s nižší patologií plic (Maina et al., 2023; Odunfa et al., 2023).

2.4.2 Fytobiotika

Fytobiotika nebo také fytonutrienty obsahují řadu bioaktivních látek podporující imunitní systém a stejně tak růst (Prasanta et al., 2018).

Lékařské byliny užívané ve výživě hospodářských zvířat jsou alternativou v léčbě a prevenci chorob, ale jejich žádoucí účinek je znatelný pouze při dlouhodobém podávání. U přežvýkavců snižuje růst škodlivých mikroorganismů, zefektivňuje bachorovou fermentaci a snižuje metanové emise. Vedlejším efektem je zlepšení kvality zvířecích produktů (Januš et al., 2020).

Příkladem mohou být esenciální oleje, které rostlina využívá k ochraně proti UV-B záření, mikroorganismy a býložravci, díky jejich specifickému pachu a chuti.

Z chemického hlediska jsou oleje složené ze sekundárních metabolitů, zejména z fenylpropanoidů a terpenoidů (Stefańska et al., 2021). Obsah olejů se liší v závislosti na vegetačním období. Stejně tak jejich kvantita a kvalita je modifikována ontogenezí rostliny. Znalost těchto výkyvů je důležitá pro správný čas sklizně, kdy je nejvyšší akumulace látek determinována silným aroma a terapeutickými propriety.

Dobře známá je bazalka, yzop nebo meduňka lékařská. Vzácněji Jablečník obecný (Zawiślak, 2020). Oregano a tymián z rodu *Lamiaceae* jsou aromatické bylinky mající přirozeně vyšší antioxidační a protizánětlivé účinky než jiné rostliny. Esenciální oleje, jako je thymol, carvacrol a kyselina rozmarýnová mají silné nespecifické antiparazitické a antimikrobiální predispozice a mohou být užitečné v prevenci střevních problémů (Stefańska et al., 2021).

Do fytobiotických substancí obsažených v rostlinách lze zahrnout také linalool (*Coriandum sativum*), cineole (*Amomum subulatum*, *Rosmarinus officinalis*), trigonelline (*Trigonella foenum-graceum*) a anethole (*Pimpinella anisum*). Mají prokazatelně pozitivní vliv na regulaci trávicích procesů, stimulaci apetitu a zvýšení sekrece enzymů. Dále se podílejí na detoxikaci organismu, podpoře imunity a zlepšení absorpce živin z potravy, stejně tak jako krevní cirkulaci.

Česnekový olej a jeho součást *allicin* vykazuje omezení produkce metanu inhibicí metanogenních bakterií. Může být využit při prevenci akutních střevních potíží u telat díky redukci počtu fekálních koliformních bakterií. Jeho imunomodulární účinky mohou být užitečné při ochraně náchylnějších jedinců (Januš et al., 2020).

Nejznámější rostlina podporující laktaci je ostropestřec mariánský (*Silybum marianum* L.) obsahující silymarin. Ve studii se u krav zvýšila užitkovost o 3-4 kg mléka za den, zároveň se sníženým obsahem somatických buněk. Další rostlinou známou svými galaktopoetickými účinky je pískavice (*Trigonella graecum foenum* L.). Produkce mléka se při jejím podávání zvýšila o 1-1,5 kg za den. Přestože produkce prudce nevzrostla, zvýšil se obsah tuku, snížila se hladina cholesterolu a změnil se profil mastných kyselin. Díky schopnosti inhibovat *Pseudomonas* a *Escherichia coli* se zdá, že by pískavice mohla být využita k prevenci mastitidy (Januš et al., 2020).

Do fytobiotik lze dle definice zařadit i řasy, například *Fucus vesiculosus* z Bílého moře (Buryakov et al., 2023).

2.4.3 Homeopatie

Slovo homeopatie pochází z řeckého „homoios“ (stejný) a „pathos“ (pacient).

Homeopatie je terapeutická metoda ceněná v alternativní a doplňkové medicíně založená na specifických zákonech a principech. Zásadním principem je aktivace samohojícího mechanismu těla. Ve studiích bylo zjištěno, že takový hojící proces může trvat déle než obvyklé léčebné metody. Využívá hypotézy, že podobné věci mohou být i podobně léčeny. Podstata homeopatie může být vyjádřena následovně: „pokud je substance podána zdravému jedinci a způsobí podobné symptomy jako určité onemocnění, je možné touto stejnou aktivní substancí onemocnění i léčit“ (Işik et al., 2022).

U telat jsou průjmová onemocnění pozorována velmi často a v jeho důsledku vznikají největší ekonomické i produkční ztráty. Vyskytují se infekční (rotaviry, kryprosporidie nebo salmonela) i neinfekční původci (špatná péče nebo podmínky ustájení) (Cho & Yoon, 2014). K zabránění výskytu průjmu se dlouho využívaly antibiotika, ale z důvodu rezistence je nutné se vyhnout excesivnímu použití (Zhang et al., 2022). V tomto případě proběhl pokus s aktivovaným mikronizovaným zeolitem (Clinoptilolit), který vykazuje detoxikační, antioxidační, hemostatické, růst podporující a imunostimulující účinky. V závěru studie bylo konstatováno, že i přes lepší výsledky antibiotik by mohl zeolit představovat dobrou alternativu k redukci používání antimikrobiálních látek (Cerbu et al., 2020).

Další možné využitím homeopatické léčby je při subklinické mastitidě. Ta je jedním z nejčastějších problémů v chovu dojeného skotu. Je charakteristická zánětem mléčné žlázy většinou infekčního původu. Způsobuje pokles dojivosti a tím pádem i ekonomické ztráty. Ve studii zabývající se léčbou mastitidy za použití homeopatik byl vybrán produkt zahrnující *Staphilococcinum*, *Colibacillinum*, *Streptococcinum*, *Bryonia alba*, *Silices terra*, *Phytolacca* a uhličitan vápenatý. Byl pozorován efekt léčby na zvýšení koncentrace tuku a proteinu a snížení počtu somatických buněk a celkového počtu bakterií v mléce (Defiltro et al., 2020).

2.4.4 Řasy

Oceány pokrývají zhruba 70 % zemského povrchu a jsou domovinou mnoha rozmanitých organismů. Tyto mořské organismy produkují širokou škálu přírodních produktů mezi jejichž hlavními biologickými aktivitami jsou např. antioxidační, antibakteriální, antivirové, antikoagulační, protizánětlivé nebo antidiabetické účinky a mo-

hou tedy sloužit jako potencionální terapeutika ve zdravotnictví (Barzkar et al., 2019).

Řasy mají schopnost fotosyntézy a jsou bohatým zdrojem organických látek – uhlovodíků, lipidů, proteinů a pigmentů (Buryakov et al., 2023). Díky fotosyntéze jsou schopné tvořit organické produkty z anorganických substancí, například z oxidu uhličitého. Přežvýkavci dokáží využít nebílkovinný dusík a buněčné stěny z řas spolu s dalšími nutrieny, jako jsou minerální látky a vitaminy (Costa et al., 2022).

Nezanedbatelné jsou i obsažené vitaminy, minerály a antibakteriální účinky, zejména proti *Escherichia coli* (Scaglia et al., 2023). Mimo jiné obsahují i velké množství užitečných polysacharidů – fucoidan, alginát a mannitol (Choi et al., 2020) nebo polynenasycené mastné kyseliny (Griffiths et al., 2016). Důležitá je i neutrálně detergentní vláknina, jejíž obsah v sušině je až 50 % (Park et al., 2022).

Minerály obsažené v řasách (selen, měď, hořčík, železo a další) jsou kofaktory enzymů a mohou tak stimulovat imunitní odpověď skrz zvýšený antioxidační status, fagocytózu, proliferaci a diferenciaci makrofágů, lymfocytů a dalších buněk důležitých pro imunitu (Samarasinghe et al., 2021).

Nutriční profil řas je velmi variabilní, ale obecně je následující – 25 – 40 % protein, 10 – 30 % tuk a 5 – 30 % sacharidy, což je srovnatelné, ne-li dokonce nadřazené nutričnímu profilu tradičně krmeným surovinám, jako je sója nebo kukuřice (Ahmed et al., 2023).

Nutriční hodnota se však může lišit v závislosti na geografické lokalitě nebo klimatu, přičemž například *Ulva* sp. ze subtropického pobřeží Koreje disponovala vyšším obsahem hrubého proteinu než z polárního a středozevního pobřeží, ale méně než z tropického pásma (Park et al., 2022). Dalším faktorem je doba sklizně. Řasy sklizené na podzim obsahují méně dusíku a popela, ale více polyfenolů, než řasy sklizené na jaře (de la Moneda et al., 2019).

Algae je heterogenní skupina s komplexní a často různorodou taxonomií (Buryakov et al., 2023). Výraz algae zastřešuje jak macroalgae, tak microalgae. Je to rozmanitá skupina organismů nacházejících se především ve vodním prostředí. S více než 156 000 popsány druhy vytváří eukaryotické algae bohatý zdroj biologické diverzity (Kholssi et al., 2022). Využívají se jako potravinu, krmivo pro zvířata a v kosmetickém nebo farmaceutickém průmyslu (Chauton et al., 2021).

Microalgae

Microalgae jsou fotoautotrofní jedno nebo mnohobuněčné mikroorganismy menší než 400 μm (Altomonte et al., 2023). Taxonomicky se zařazují na základě přítomnosti či nepřítomnosti buněčného jádra a bičíku, podle životního cyklu, popř. stejně jako macroalgae podle pigmentace (Montalvão et al., 2016). Žijí na povrchu vod a podílí se na tvorbě fytoplanktonu (Pereira, 2021).

Oproti klasickým suchozemským rostlinám mají beze sporu několik výhod – efektivní konverzi oxidu uhličitého přes fotosyntézu, rychlý růst během několika dní spojený s krátkým cyklem sklizně (8 – 10 dní) nebo možnost růstu na nezemědělských půdách (Matos, 2017).

S celosvětově se zvětšující populací a poptávkou po produkci potravin, ale zároveň se vzrůstajícími obavami o životní prostředí přitahují mikrořasy více a více pozornosti jako budoucí zdroj obživy (Chen et al., 2022). Jejich potenciál stát se udržitelným zdrojem krmiva i potravy je nesporný, ale pro zavedení těchto organismů do potravinářského průmyslu je další výzkum nutný (Torres-Tiji et al., 2020). Momentálně jsou v Evropě jako krmivo nebo ingredience do krmné dávky zvířat registrovány: *Spirulina maxima* a *S. platensis* a rod *Schyzochytrium* (Altomonte et al., 2023). Do této skupiny patří i rod *Chlorella* (Griffiths et al., 2016).

Jeví se jako slibná náhrada olejnatých rostlin a částečně i syntetických minerálních suplementů v chovu hospodářských zvířat (Fawcett et al. 2022).

Mikrořasy mohou růst i v různých typech odpadních vod. Ve spojitosti s tímto faktem se hovoří i o jejich potenciálu odstranění kontaminantů z vod pocházejících z průmyslových oblastí (Abdelfattah et al., 2023).



Obrázek 1: *Spirulina platensis*
(WordPress.com, 2011)



Obrázek 2: *Ascophyllum nodosum*
(Biodiversidade.eu, 2013)

Macroalgae

Macroalgae jsou pouhým okem viditelné autotrofní mnohobuněčné sladkovodní nebo mořské organismy klasifikované dle pigmentace jako zelené (*Chlorophyta*), hnědé (*Phaeophyceae*) a červené (*Rhodophyta*) (Kholssi et al., 2022). Mohou dorůstat délky až několik metrů. Některé si vytvořily obranný mechanismus proti predátorům v podobě kalcifikace (čeled' *Corallinaceae*) nebo tvorby sekundárních metabolitů (terpeny, polyfenoly nebo aromatické substance) (Pereira, 2021).

Pro účely výživy zvířat byly nejvíce zkoumané kvůli jejich velikosti a jednoduchosti sklizně řasy hnědé (Min et al., 2021).

Jejich společným rysem je akumulace škrobu a jiných polysacharidů uvnitř buněk jako zásoba energie. Zelené řasy produkují polysacharid ulvan a obsahují karoten, xantofyly a chlorofyly. Červené zbarvení *Rhodophyta* způsobuje přítomnost pigmentu fykoerytrinu v buňkách. U hnědých obstarávají barvu pigmenty fukoxantin, chlorofyly a karotenoidy (Leandro et al., 2020).

V průběhu minulých let se o macroalgae zvýšil zájem zejména kvůli účinkům podporující zdraví, do kterých patří snížení rizika chronických onemocnění, a dokonce i možné prodloužení života. Kromě toho je lze využít také jako krmivo nebo hnojivo v zemědělství (Biris-Dorhoi et al., 2020).

Algae s vlivem na metanové emise

V posledních dekádách je s mléčnou a masnou produkcí spojován negativní dopad na životní prostředí, zejména ve spojitosti s metanovými emisemi a globálním oteplováním. Celosvětově je zemědělství připisováno až 44 % celkových metanových emisí. Z tohoto důvodu se zvyšuje snaha o jejich snížení. Pro tento účel je možné využít řasy, jako je např. *Asparagopsis taxiformis*, *Bonnemaisonia hamifera* a další (Guinguina et al., 2023).

Nedávné studie ukázaly při zahrnutí algae do krmné dávky zvýšení úrovně růstu zvířat pro mléčnou i masnou produkci. Jedním z příkladů může být *Euglena gracilis* – sladkovodní řasa charakteristická vysokým obsahem proteinu a tuku. Prokázalo se, že její suplementace do mléčné náhražky snížilo incidenci průjmových onemocnění u telat (Aemiro et al., 2017; Ahmed et al., 2023).

Nejefektivnějším kandidátem pro snížení metanových emisí se zdá být mořská červená řasa *Asparagopsis taxiformis*. Díky svému hlavnímu bioaktivnímu kompo-

mentu – bromoformu potlačující metanogenní archae – dokáže zredukovat emise o více než 80 %. *A. taxiformis* však obsahuje vysoké koncentrace těžkých kovů a minerálů, zejména jód, které mohou být vylučovány v mléce a ovlivnit tak zdraví konzumenta (Ahmed et al., 2023; Kinley et al., 2021; Roque et al., 2019). Dalšími možnými problémy pozorovanými v *in vivo* experimentech jsou bachorové vředy a záněty a modifikace bachorových papil vedoucích ke snížení schopnosti trávení živin (Camer-Pesci et al., 2023).

Ve studii byla zkoumána směs obou řas, což vedlo k synergickým účinkům v inhibici metanogeneze a zároveň ke snížení zdravotních rizik konzumenta v důsledku menšího obsahu *A. taxiformis* (Ahmed et al., 2023).

V jiné zaměřující se na metanové emise se uvádí snížení o 98 % za použití *A. taxiformis* u vykrmovaného skotu a 67 % u dojeného skotu při využití *Asparagopsis armata*. Zároveň nebyla v mase zjištěna žádná rezidua *A. taxiformis* a ani jeho senzitivní vlastnosti se nezměnily (Choi et al., 2020). Při podávání vysokých dávek *A. taxiformis* byl však v mléce zaznamenán bromoform. Je tedy nutné monitorovat příjem této řasy laktujícími jedinci (Wasson et al., 2022).

Červená *Bonnemaisonia hamifera* na rozdíl od *A. taxiformis* neobsahuje nebezpečný bromoform a *in vitro* dosahovala výborných výsledků – snížení emisí o 95,4 %. *In vivo* bylo snížení značně nižší – 12,3 %. Přestože pozorované efekty na bachorovou fermentaci nebyly nijak výrazné, absence bromoformu a nízký obsah jódu značí, že její použití je bezpečnější a šetrnější k životnímu prostředí, než ostatní algy (Guinguina et al., 2023).

Další možné využití algae

Jinou možností využití, kromě snížení metanových emisí, je také např. zvýšení užitkovosti, zlepšení trávicích procesů nebo snížení morbidit.

Studie zkoumající účinky hnědé řasy *Sargassum fulvellum* demonstruje, že při jejím začlenění do krmné dávky se bez vedlejších účinků zlepši bachorová fermentace, zatímco metanové emise se nezmění. Též je známá svou antioxidační schopností (Choi et al., 2020; Wang et al., 2019).

V pokusu s lyofilizovanou *Chlorellou vulgaris* na růstovou schopnost telat se ukázalo, že nejlepšími výsledky týkajícími se stravitelnosti živin, dosahovala telata ve skupině s nejvyšší dávkou algae (4 ml/ kg živé hmotnosti). Je možné, že *C. vulgaris* obsahuje látky podporující růst (např. S-nukleotid adenosyl peptid komplex), které

mohou ovlivnit stravitelnost. Zdá se tedy, že přidání přijatelné dávky *C. vulgaris* do krmiva může mít pozitivní vliv na stravitelnost živin a vyšší využití minerálních látek. Kromě toho disponuje množstvím látek potřebných pro růst mikroorganismů – polynenasycené mastné kyseliny, karotenoidy, polysacharidy nebo fykobiliproteiny (Shams et al., 2019).

Neméně důležitý je i obsah β -glukanů působících jako antioxidanty, a tak zlepšují fermentaci. β -glukany jsou polysacharidy nacházející se v buněčných stěnách nejen řas, ale i bakterií nebo kvasinek. Využívají se jako doplněk stravy pro zlepšení imunitních funkcí stejně tak u lidí, jako u zvířat. Považují se za přírodní prebiotika podporující růst prospěšných kmenů *Bifidobacterium* a *Lactobacillus*. V porovnání s běžně přidávanými prebiotiky, tedy oligosacharidy, jsou stravitelnější a mají vyšší efekt na imunitní systém (Virginio Junior et al., 2021; Mattia Pia, 2017).

Ulva sp. zvýšila u testovaných telat oproti kontrolní skupině příjem starteru a tím i průměrné denní přírůstky. Zdá se, že tento jev je zapříčiněn příjmem mořské řasy v mléce, které projde bachorem beze změny (Samarasinghe et al., 2021).

Nannochloropsis oculata je zelená mořská řasa bohatá na polynenasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, zahrnující omega-3 a omega-6 mastné kyseliny známě svými protizánětlivými a imunomodulačními účinky. Zdravotní benefity, které tato řasa nabízí, mají potenciál v redukci incidencí onemocnění, jako je například bovinní respirační onemocnění, které způsobuje velké finanční ztráty zejména v produkci hovězího masa v Austrálii (Willett et al., 2022).

Mikroskopická jednobuněčná spirulina rostoucí ve sladkých vodách má jednoduchou strukturu, ale komplexní složení. Je bohatá na živiny a má antioxidační a probiotické vlastnosti. S takovou charakteristikou a úrovní konverze živin může být vhodnou náhradou za antibiotické růstové stimulanty. Data z výzkumu ukázala, že se u telat, kterým byla do mléka přidána spirulina, zvýšila hmotnost, délka i výška těla v porovnání s telaty pouze na mléce (Berah et al., 2016; Ghattas et al., 2019).

Zlepšení produkce mléka, plodnosti, perzistence laktační křivky a změna profilu mastných kyselin se projevilo u krav, kterým byla suplementována mikrořasa *Schizochytrium* spp. U telat měla prospěšný efekt na imunitní systém a zvýšení příjmu starteru. Kvůli vysokým cenám řasy a výsledkům studií je doporučováno telatům podávat *Schizochytrium* spp. do mléka posledních 15 dní před odstavením (Tomaluski et al. 2021; Mavrommatis et al., 2021; Zhu La et al., 2021).

Do pokusu byla vybrána telata holštýnského skotu ve věku 12 měsíců. Testovaná zvířata dostávala v krmné dávce 2 g *Spiruliny platensis* na den a kus. U testované skupiny se oproti kontrolní projevila výrazně vyšší stravitelnost živin a koncentrace těkavých mastných kyselin a zároveň nižší hodnota pH a koncentrace amoniakálního dusíku v bachorové tekutině. Také konečná živá váha zvířat a průměrný denní přírůstek v kontrolní skupině nedosahovaly tak vysokých hodnot jako u zvířat v testované (Riad et al. 2019).

Ascophyllum nodosum vykazuje pozitivní výsledky jako metoda prevence průjmových onemocnění u telat. Testovaná skupina vykazovala oproti kontrolní skupině zlepšení fekálního skóre, tedy snížení incidence průjmů. Též vyšší hladina cholesterolu a albuminu u kontrolní skupiny a jejich korelace s výskytem onemocnění napovídá, že suplementace algae má podpůrný efekt na zdraví jedinců (Scaglia et al., 2023).

Navzdory jasným potencionálním benefitům se stále řasy ve výživě hospodářských zvířat ve velkém nerozšířily v důsledku vysokých cen na produkci, zpracování a transport, krátké trvanlivosti, stability bioaktivních složek a nestálým výsledkům výzkumu krmení řas, které testovaná zvířata vykazují (Costa et al., 2022).

3 Materiál a metodika

Průjmová onemocnění patří mezi problémy nejvíce ohrožující zdraví telat, s čímž jsou spojeny náklady na jejich léčení a celkově tak ovlivňují ekonomiku podniku či soukromého chovatele. Existují určité způsoby prevence zahrnující například úpravu prostředí, ve kterém se vyskytují (zejména hygienická stránka) či využití aditivních látek, ze kterých jsou nejznámější prebiotika, probiotika nebo jejich směs – synbiotika.

3.1 Cíl

Cílem práce bylo zhodnotit ve vybraném podniku vliv prebiotických a probiotických krmných aditiv na četnost výskytu průjmových onemocnění v prvních fázích období mléčné výživy, ovlivnění hmotnostních přírůstků a posouzení vybraných hematologických parametrů v krvi telat.

3.2 Hypotéza

Prebiotická a probiotická krmná aditiva podávána (samostatně nebo ve směsi) pokusné skupině pozitivně ovlivní živou hmotnost telat a jejich hmotnostní přírůstky. Stejně tak se budou pozitivně odrážet na jejich zdravotním stavu a výskytu průjmových onemocnění ve srovnání se skupinou kontrolní.

3.3 Charakteristika podniku

Pro účely praktické části diplomové práce byl v období od září do dubna roku 2023 využit podnik Zemědělská Klučenice, a. s. nacházející se na hranicích okresu Příbram a Písek. Zabývá se živočišnou i rostlinnou výrobou. V rámci živočišné je zahrnuto zhruba 500 kusů dojných krav plemene holštýnský skot a 100 kusů krav bez tržní produkce mléka. Holštýnský skot má charakteristické černobílé zbarvení těla. V momentální době je nejprošlechtěnější plemeno v mléčném užitkovém typu. Disponuje velkým tělesným rámcem s minimálním osvalením. Průměrně se jejich užitkovost pohybuje okolo 10 000 kg mléka za laktaci s nižším obsahem složek (mléčný tuk, bílkoviny a laktóza).

Rostlinná výroba je zaměřena na produkci objemných krmiv pro výrobu živočišnou a vlastní bioplynovou stanicí. Pěstuje se zde též ozimá pšenice, triticales a řepka.

3.4 Zvířata a základní krmná dávka

Jako experimentální zvířata byly použity jalovičky holštýnského skotu, které byly studovány od narození do věku 56 dní. Jejich krmná dávka byla upravena dle požadavků na výživu. Jednotlivá experimentální období trvala 56 dní a odběr vzorků probíhal vždy 5. a 56. den po narození.

Ihned po narození byla telata přesunuta do venkovních individuálních boxů (VIB), ve kterých byla do stáří 56 dní po narození. Napojení kolostrem bylo uskutečněno maximálně do 2 hodin po narození, a to od vlastní matky nebo mlezivem zamraženým. Napájení probíhalo dvakrát denně o objemu 3 – 4 litry na jedno nakrmení. Mlezivo a následně i nativní mléko či mléčná náhražka byly podávány telatům v plastových kbelících s cucáky, které byly umístěny ve VIB ve výšce 40 cm od země.

Od 4. dne po narození se telatům pro správný rozvoj předžaludku předkládala granulovaná starterová směs, a to ad lititně. Od 5. dne po narození byla telata krmena mlékem nativním v intervalu dvakrát denně v množství 4 – 5 litrů na jedno nakrmení a ad libitním přístupem k pitné vodě. Od 13. dne byla krmena mléčnou krmnou směsí. Na objemná krmiva jsou navykána od ukončení 2. měsíce.

Složení mléčné krmné směsi: sušený syrovátkový protein, směs rostlinných olejů (palmový a kokosový), hydrolizovaný pšeničný lepek, uhličitan vápenatý a česnek. Analytické složky: hrubé oleje a tuky 18 %, hrubý protein 23 %, hrubá vláknina 0,0 %, hrubý popel 7,5 %, vápník 0,9 %, sodík 0,4 %, fosfor 0,7 %. Nutriční doplňkové látky: vitaminy A 25 000 m.j./kg, vitamin D₃ 10 000 m.j./kg, vitamin E 500 m.j./kg, jodid draselný – 0,25 mg/kg, síran manganatý monohydrát – 40 mg/kg, síran měďnatý pentahydrát – 10 mg/kg, seleničitan sodný – 0,4 mg/kg, síran železnatý monohydrát – 100 mg/kg a síran zinečnatý monohydrát – 50 mg/kg. Antioxidanty E321 BHT 150 mg/kg. Konzervant kyselina citronová – 1000 mg/kg.

Složení starterové směsi: pšenice 5%, ječmen 20,14%, oves 8%, kukuřice 17%, pšeničné otruby 9%, premix 0,2%, sójový šrot bez GMO 24,5%, vojtěškové úsušky 10%, cukr 1,5%, olej rostlinný 1,5%, vápenec 1,45%, sůl 0,48%, vit. A – 145 000 m.j./kg, vit. D₃ – 2 700 m.j./kg, bezvodý jodičnan vápenatý – 1,30 mg/kg, síran měďnatý pentahydrát – 25 mg/kg, oxid manganatý – 60 mg/kg, zinek oxid zinečnatý – 85 mg/kg, seleničitan sodný – 0,50 mg/kg a vit. E jako alfatokoferol – 70 mg/kg.

3.5 Ošetření telat po narození a veterinární péče

Po narození byla telatům poskytnuta základní péče – ošetřovatel zkontroloval či případně zajistil životaschopnost telete. Poté jim byl vydesinfikován přípravkem Pederipra Sprey (chlortetracyklínový sprej) pupeční pahýl. Takto ošetřené tele bylo převezeno do čistého a vydesinfikovaného VIB, který byl vystlán slámou. Z důvodu snížení nebezpečí poranění zvířat byla telata veterinárním lékařem odrohována pomocí plynového kauteru ve stáři 3 – 4 týdny. Zárok probíhal podle zákona 246/1992 Sb., Zákon na ochranu zvířat proti týrání.

V rámci kontroly správného napojení dostatečným množstvím mleziva, byla telatům mezi 3. a 5. dnem po narození odebrána krev z *veny jugularis*. Krev byla následně při 2 000 otáčkách/min centrifugována a získaná krevní plasma byla odsána pipetou a přenesena na Petriho misku. Následně byla digitálním refraktometrem změřena hodnota BRIX.



Obrázek 3: VIB (Valtošová, 2023)

3.6 Experimentální design

Do pokusu byly zahrnuty pouze jalovičky holštýnského skotu s uzavřeným obratem stáda. Ihned po narození byly rozděleny do 3 skupin.

Pokus byl rozdělen na 2 části, obě probíhající od dubna do září roku 2023.

Do prvního bylo zahrnuto celkem 90 kusů jaloviček. Skupině PRO1 byly orálně podávány 3 g *Lactobacillus sporogenes* v kolostru a následně v mléčné náhražce (do 21. dne po narození). Experimentální skupině PRO2 bylo obdobně jako skupině

PRO1 orálně podáváno do mléka a následně mléčné náhražky 3 g *Lactobacillus sporogenes*, k tomu navíc 1 g *Enterococcus faecalis* a 1 g *Bifidobacterium sporogenes*. Aditivní látky byly podávány jednou denně při odpoledním krmení a zároveň u jaloviček neprobíhala v době pokusu léčba antibiotiky. Pouze kontrolní skupina byla krmena základní krmnou dávkou bez aditiv.

V návaznosti na novější trendy ve výživě zvířat byla ve druhé části výzkumu využita místo běžných látek upravující mikrobiom telat řasa *Ascophyllum nodosum*. Celkový počet vybraných jaloviček čítající 120 kusů byl rozdělen do 3 skupin po 40 kusech. Experimentální skupina A přijímala v kolostru, mléce nebo mléčné náhražce 5 ml hydrolyzátu hnědé mořské řasy *Ascophyllum nodosum*, a to od 1. do 14. dne po narození. Skupině B byly zamíchány opět do kolostra, nativního mléka nebo mléčné krmné směsi 3 g *Lactobacillus sporogenes*, 1 g *Enterococcus faecalis* a 1 g *Bifidobacterium bifidum*. Kontrolní skupina přijímala pouze mlezivo, nativní mléko či mléčnou krmnou směs bez krmných aditiv.

3.7 Vážení telat

Telata byla poprvé zvážena při převozu z porodny do VIB nejdéle 2 hodiny po narození. Další vážení probíhalo 56. den při transportu z VIB do skupinových boxů v teletníku. K transportu a vážení byl použit dvoukolový vozík s vestavěnými tenzometrickými vahami s přesností na 2 desetiny. Převážní vozík EZI-CART od firmy BEST-COVER byl vybaven fixační zábranou a též využíván k odrohování telat.



Obrázek 4: Převážní vozík EZI-CART
(Valtošová, 2023)

3.8 Ušní čipy AllFlex

Po narození byla telatům do jednoho ušního boltce umístěna ušní známka a do druhého čip od firmy AllFlex. Čip telatům zůstával do věku 8 T a následně byl nahrazen ušní známkou. Nespornou výhodou je monitoring zdraví telat 24 hodin denně. Aplikaci je možno stáhnout do telefonu farmáře či zootechnika. V programu je nastavena hranice indexu zdraví, který odesílá informace chovateli v případě, že index telete poklesne pod tuto nastavenou úroveň. Čipy jsou velmi citlivé a reagují i na stres způsobený například odrohováním. Je proto nutné vyšetřit důvod změny a jednat až po vyhodnocení situace. Záznamy o telatech (aktivitě, zdraví a léčení) jsou uchovávány a slouží tak jako dobrý zdroj informací, pro porovnání nebo pro zlepšení podmínek.



Obrázek 5: Tele s ušním čipem
(Valtošová, 2023)

3.9 Odběry krevních vzorků

Vzorky krve byly odebrány z krční žíly (*vena jugularis*) vždy ráno v 6:00 4. a 21. den po narození. Do zkumavek obsahujících antikoagulant (směs sodné soli EDTA a fluoridu sodného) bylo odebráno 5 ml krve a stejné množství krve do zkumavky NTS. Krevní vzorky byly umístěny do chladicího boxu a do 2 hodin zpracovány v laboratoři. V laboratoři byl proveden biochemický rozbor na přístroji Ellipse Diablab a krevní obraz na přístroji Exigo LABtechnik.

Sledované parametry: hemoglobin, hematokrit, erytrocyty, leukocyty, močovina.

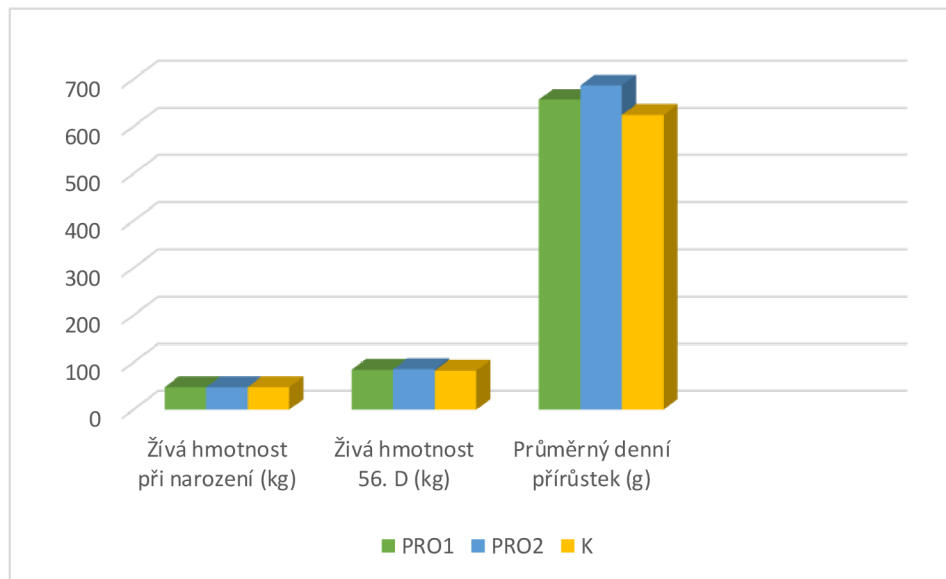
4 Výsledky a diskuse

V tabulce číslo 1 je znázorněn efekt krmných aditiv na živou hmotnost a průměrný denní přírůstek. Pokus č. 1 probíhal v období od dubna 2023 do září 2023. Jako experimentální zvířata bylo použito 90 jaloviček od narození do 56. dne.

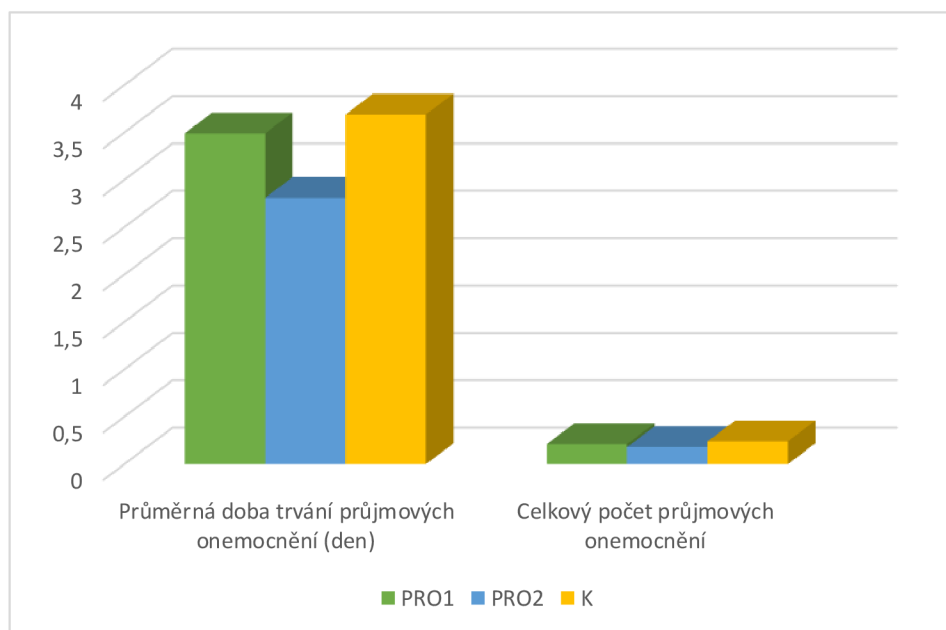
Tabulka 1: Vliv přidávaných aditivních látek na zdravotní stav telat a přírůstek živé hmotnosti v pokusu č. 1

	ks	Skupiny			P	Průkaznost
		PRO1	PRO2	K		
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
Hmotnost při narození (kg)	90	47.79 ±5.19	47.61 ±5.06	47.76 ±4.60	0.442	
Hmotnost 56. den (kg)	90	84.70 ±6.20	86.20 ±5.29	82.84 ±5.15	0.0012**	2:3**, 2:1*, 3:1*
Průměrný denní přírůstek od narození do 56. dne (g)	90	657.1 ±63.8	687.2 ±74.8	624.8 ± 85.4	0.0012**	2:3**, 2:1*, 3:1*
Průměrná doba trvání průjemových onemocnění (den)	90	3.49±0.38	2.81±0.28	3.69±0.49	0.1834	
Celkový počet průjemových onemocnění	90	0.21±0.34	0.18±0.31	0.24±0.39	0.0725	

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; SD = směrodatná odchylka; (PRO1 – *Bifidobacterium bifidum*, ks=30; PRO2 – *Lactobacillus sporogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Bifidobacterium bifidum*, ks=30; K – kontrola, ks=30)



Obrázek 6: Vliv přidávaných aditivních látek na zdravotní stav telat a přírůstek živé hmotnosti v pokusu č. 1



Obrázek 7: Vliv podávaných aditivních látek na průměrná onemocnění v pokusu č. 1

Telata ze skupiny PRO2 dosahovala 56. den nejvyšších hodnot. Rozdíly v živé hmotnosti oproti skupině PRO1 (86.20 ± 5.29 kg vs 84.70 ± 6.20 , $P < 0,05$) a kontrolní (86.20 ± 5.29 kg vs 82.84 ± 5.15 kg, $P < 0,01$) byly značné. Živá hmotnost skupiny PRO1 od skupiny K nebyla tolik rozdílná (84.70 ± 6.20 kg vs 82.84 ± 5.15 kg, $P < 0,05$). Nejvyšších průměrných denních přírůstku též dosahovala skupina PRO2 oproti PRO1 i K (687.2 ± 74.8 g vs 657.1 ± 63.8 vs 624.8 ± 85.4 , $P < 0,01$).

Pokus prokazatelně podpořil hypotézu pozitivního účinku prebiotik a probiotik na zdraví hostitele. Ani v jedné skupině však nebyla prokazatelně nižší průměrná doba trvání průjmových onemocnění ($P=0,0725$).

Na základě výsledků z prvního dílčího pokusu je možné usuzovat, že telata, kterým byla do mleziva, nativního mléka či mléčné krmné směsi přidávána probiotika, disponovala lepším zdravím a dosahovala vyšších přírůstků živé hmotnosti. Ačkoli experimentální skupina PRO1, která měla do krmiva přimícháno *Bifidobacterium bifidum*, měla oproti kontrolní skupině lepší výsledky, dosahované hodnoty se nedokázaly vyrovnat experimentální skupině PRO2.

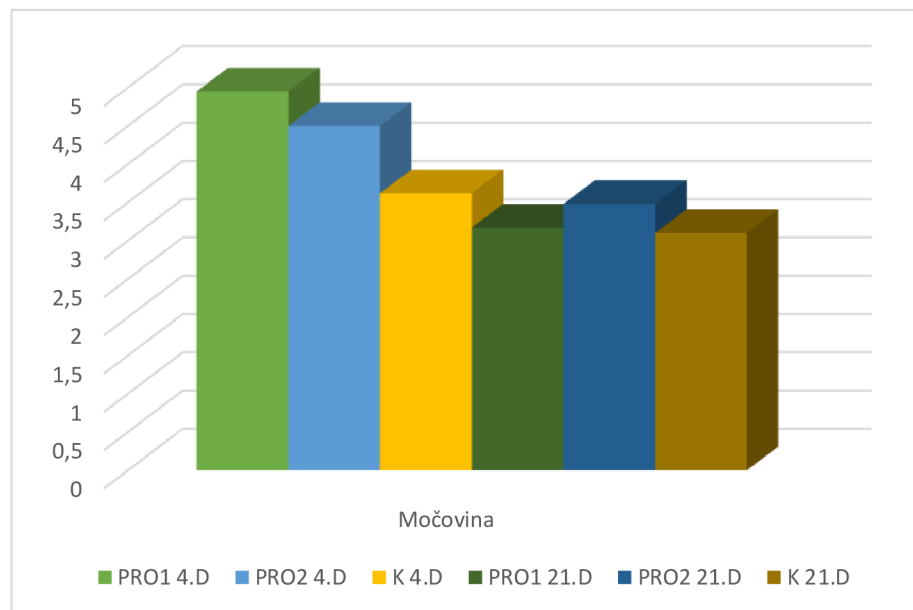
Guo et al. (2022) zkoumali účinek vícekmenového probiotika. Konkrétně *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecalis* a *Bacillus cerevisiae*. Ve své studii uvádí, že se zvyšující se dávkou probiotik se lineárně zvyšoval průměrný denní přírůstek i příjem krmiva. Je tedy možné se domnívat, že po zvýšení přídatku probiotik, přestože se jedná o jiné kmeny, by se zvýšily průměrné denní přírůstky i živá hmotnost telat v pokusu.

Stefańska et al. (2021) zjistili, že přidáním fytobiotik k probiotikům do mleziva a následně mléka byla zvýšena účinnost probiotik. Jako fytobiotikum byla využita kyselina rozmarýnová v dávce 50 mg na den a tele a vícekmenové probiotikum *Lactobacillus*. Zvýšil se u nich příjem starteru, průměrné denní přírůstky a živá hmotnost. Též výskyt průjmových onemocnění se u telat v této skupině zmenšil oproti kontrolní 2,8krát. Do fytobiotik lze dále zařadit esenciální oleje, byliny a jejich výtažky (bazalka nebo oregano), česnekový olej nebo ostropestřec mariánský.

V tabulce číslo 3 jsou znázorněny hematologické hodnoty (hemoglobin, hematokrit, erytrocyty, leukocyty a močovina v krvi) u telat 4. a 21. den po narození. Laboratorní vyšetření krve je jednou ze součástí diagnostiky onemocnění. Hematologické parametry byly stanoveny pomocí veterinárního hematologického analyzátoru EXIGO-VET/4DIFF – EOS (BOULE Medical AB).

Tabulka 2: Průměrné hematologické hodnoty telat 4. a 21. den po narození s referenčními hodnotami (RH)

Skupiny							
	RH	PRO1 4. den	PRO2 4. den	K 4. den	PRO1 21. den	PRO2 21. den	K 21. den
Hemoglobin	g/l (94.6- 130.8)	108.41	109.66	109.77	108.50	109.08	108.27
Hematokrit	l/l (0.27- 0.37)	0.25	0.28	0.26	0.26	0.30	0.27
Erytrocyty	T/l (5.61- 7.75)	5.51	5.42	5.22	5.55	5.86	5.69
Leukocyty	L/l (5.3- 12.7)	6.60	6.21	6.01	8.57	8.41	8.34
Močovina	mmol/l (5.2- 12.7)	4.95	4.50	3.62	3.17	3.48	3.20



Obrázek 8: Hodnoty močoviny v krvi 4. a 21. den

Jediné prokazatelné zvýšení bylo zaznamenáno v hodnotách močoviny 4. den u skupiny PRO1 oproti skupině PRO2 (4.95 mmol/l vs 4.50 mmol/l; $P=0.45$) i skupině K (4.95 mmol/l vs 3.62 mmol/l; $P=1.33$). 21. den nebyl zaznamenán významný rozdíl mezi skupinou PRO1 a K, ale skupina PRO2 disponovala vyššími hodnotami, než skupiny PRO1 a K (3.48 mmol/l vs 3.17 mmol/l, $P=0.31$; 3.48 mmol/l vs 3.20 mmol/l, $P=0.28$). Příčinou vyšších hodnot by mohla být lepší krmná dávka skupiny v den odběru vzorků.

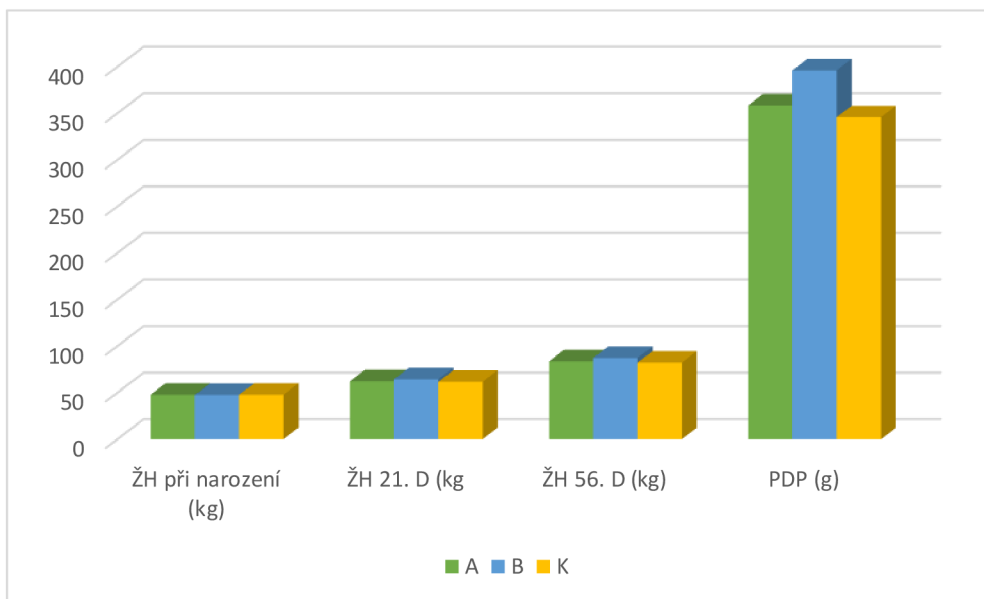
Hodnoty sledovaných parametrů z odebrané krve se ukázaly jako nevýznamné, proto byly krve odebrány pouze při jednom z dílčích pokusů a nadále se krev telat neodebírala a nevyhodnocovala.

Efekt aditivních látek na živou hmotnost a průměrný denní přírůstek je znázorněn v tabulce číslo 4. Experiment probíhal od dubna 2023 do září 2023. Jako experimentální zvířata bylo použito 120 holštýnských jaloviček ze stejného chovu. První skupině byla podávána řasa *Ascophyllum nodosum*, druhé kombinace kmenů *Lactobacillus sporogenes*, *Enterococcus faecalis* a *Bifidobacterium bifidum*. Třetí skupinu tvořila kontrolní.

Tabulka 3: Vliv aplikovaných aditivních látek na růst telat v pokusu č. 2

	ks	Skupiny			P	Průkaznost
		A	B	K		
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$		
Hmotnost při narození (kg)	120	47.81±4.99	47.63±5.02	47.76± 5.14	0.4642	
Hmotnost 21. Den (kg)	120	62.23±4.99	64.43±5.02	61.75±5.14	0.0012**	2:3**, 2:1*
Hmotnost 56. Den (kg)	120	83.65±4.99	87.24±5.02	82.33±5.14	0.0012**	2:3**, 2:1*
Průměrný denní přírůstek od narození do 56. Dne (g)	120	358.4±65.0	396.1±76.0	345.7± 85.0	0.0012**	2:3**, 2:1*

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; SD = standardní odchylka; P = průkaznost; (A – *Ascophyllum nodosum*, ks=40; B – *Lactobacillus sporogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Bifidobacterium bifidum*, ks=40; K – kontrola, ks=40)



Obrázek 9: Vliv aplikovaných aditivních látek na růst telat v pokusu č. 2

Telata ve skupině B dosahovala nejvyšších hodnot v živé hmotnosti 21. i 56. den. Největší rozdíl ve 21. dni byl pozorován mezi skupinou B a K (64.43 ± 5.02 kg vs 61.75 ± 5.14 kg; $P < 0.01$, $P < 0.05$). Naproti tomu, hmotnosti skupiny A a K se téměř nelišily (62.23 ± 4.99 kg vs 61.75 ± 5.14 kg; $P < 0.01$, $P < 0.05$). Stejně tak byla hmotnost skupiny B 56. den oproti A i K nejvyšší (87.24 ± 5.02 kg vs 83.65 ± 4.99 kg vs 82.33 ± 5.14 kg; $P < 0.01$, $P < 0.05$). Průměrný denní přírůstek byl též vyšší u skupiny B v porovnání se skupinou K (396.1 ± 76.0 g vs 345.7 ± 85.0 g; $P < 0.01$, $P < 0.05$) i skupinou A (396.1 ± 76.0 g vs 358.4 ± 65.0 g; $P < 0.01$, $P < 0.05$).

V případě pokusu s *Aschophyllum nodosum* se výsledky skupiny A téměř nelišily od kontrolní.

Podobně jako v pokusu Scaglia et al. (2023) při experimentu s *Ascophyllum nodosum* nezjistili žádný efekt na příjem krmiva, přírůstky a živou hmotnost. Naproti tomu uvádí, že *A. nodosum* je vhodné využít jako prevenci mírných průjemových onemocnění.

Možnou alternativou je spojení probiotik a postbiotik. Thorsteinsson & Vestergaard (2020) použili směs *Saccharomyces cerevisiae* a postbiotikum vyrobené z *Lactobacillus acidophilus*. Telata v experimentální skupině dosahovala značně lepšího růstu, též koncentrace celkového proteinu a imunoglobulinu G v séru u nich byla vyšší. Oproti tomu celkové zdraví ovlivněno nebylo.

Na základě porovnání hypotézy a skutečných výsledků z pokusu není možné výhody probiotik přehlížet. Finanční náklady na nákup probiotik se ve výsledné fázi vyplatí, pakliže je přihlíženo k nákladům na léčbu nemocných telat.

5 Doporučení pro praxi

V chovu, který byl pro pokus vybrán je dbáno na vysokou hygienu a péči o telata, což dokazuje i celkový úhyn z živě narozených telat – 1,78 %. Dá se tedy předpokládat, že hygiena nebyla zanedbána a pokus tak nebyl tímto faktorem ovlivněn, tedy neměl vliv na průměrná onemocnění.

Změna použitých kmenů probiotik či jejich množství by mohlo ovlivnit konečný výsledek. Jako jiné probiotikum lze využít bakteriální kmen *Saccharomyces cerevisiae* nebo *Bacillus*, které ve studiích vykazovaly příznivé účinky na zdraví telat i jejich přírůstek živé hmotnosti.

Vhodným řešením by též mohla být kombinace prebiotik (např. manooligosacharidy) a probiotik. V takovém případě by prebiotika, která fungují jako „potrava“ pro prospěšné bakterie (probiotika), zajistila jejich dobrý růst a tím pádem i lepší vliv na hostitele.

V posledních pár letech se diskutuje též o postbiotikách. Což jsou preparáty z neživých mikroorganismů a/nebo jejich komponentů přinášející hostiteli zdravotní benefity. Využitelný je například produkt vzniklý fermentací *Saccharomyces cerevisiae*, jež byl konkrétně zkoumán při respiračních onemocněních telat. Ale existují i studie, ve kterých se autoři zaměřují na přírůstek živé hmotnosti či průměrná onemocnění u telat.

Co se týče uplatnitelnosti řas ve výživě skotu, perspektivnější se zdá být využití spíše u dospělého skotu. Červená řasa *Asparagopsis taxiformis* obsahuje bioaktivní komponent – bromoform. Díky němu dokáže zredukovat metanové emise o více než 80 %, ale zároveň mohou být v mléce krav vylučovány těžké kovy. Naproti tomu červená *Bonnemaisonia hamifera*, přestože nemá tak vysokou účinnost jako *A. taxiformis* neovlivňuje zdraví konzumenta a je šetrnější k životnímu prostředí.

Závěr

Mladé jalovičky tvoří základ budoucího stáda. Je proto velmi žádoucí a dokonce nezbytné, aby bylo o jejich zdraví dostatečně pečováno. Vliv průjmových onemocnění na jalovice, které jím v telecím věku často trpěly, jsou nezanedbatelné. Nejčastějšími projevy u jalovic jsou snížený růst, zvýšené riziko úhynu, prodloužená doba prvního otelení, těžší průběh porodu a v neposlední řadě i snížená produkce mléka na první laktaci a celková doba mléčné produkce. To vše též ovlivňuje ekonomiku podniku.

Proto by se měl chovatel, či podnik, snažit o co nejmenší incidenci průjmových onemocnění, zejména tedy pak u mladých jaloviček.

Z výsledků pokusu lze usoudit, že bakteriální kmen *Bifidobacterium bifidum*, probiotika složená z více bakteriálních kmenů (*Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium* a *Lactobacillus sporogenes*) ani hydrolyzát hnědé mořské řasy *Aschophyllum nodosum* neměli vliv na četnost výskytu průjmových onemocnění.

Naproti tomu, všechna krmná aditiva se alespoň minimálně podílela na zvýšení hmotnostních přírůstků. Hodnoceno v sestupném pořadí dle efektivity – směs probiotických kmenů *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium* a *Lactobacillus sporogenes*, poté *Bifidobacterium bifidum* a poslední nejméně účinné *Aschophyllum nodosum*.

Hypotéza tedy byla potvrzena pouze z části. Prebiotická a probiotická krmná aditiva se podílela na zvýšení živé hmotnosti a průměrných denních přírůstků. Naopak výskyt průjmových onemocnění u experimentálních skupin se téměř nelišil od kontrolních, tudíž tato část hypotézy potvrzena nebyla.

Seznam použité literatury

Abdelffatah, A., Ali, S. A., Ramadan, H., El-Aswar, E. I., Eltawab, R., Ho, S. H., Elsamahy, T., Li, S., El-Sheekh, M. M., Schagerl, M., Kornaros, M., Sun, J. (2023). Microalgae-based wastewater treatment: Mechanisms, challenges, recent advances, and future prospects. *Environmental Science and Ecotechnology*, 13:100205.

Aemiro, A., Kiiru, P., Watanabe, S., Suzuki, K., Hanada, M., Umetsu, K., Nishida, T. (2017). The effect of euglena (*Euglena gracilis*) supplementation on nutrient intake, digestibility, nitrogen balance and rumen fermentation in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 225:123-133.

Aggarwal, S., Sabharwal, V., Kaushik, P., Joshi, A. (2022). Postbiotics: From emerging concept to application. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6:887642.

Ahmed, E., Suzuki, K., Nishida, T. (2023). Micro- and Macro-Algae Combination as a Novel Alternative Ruminant Feed with Methane-Mitigation Potential. *Animals*, 13(5):796.

Al-Fartusie, F. S. & Mohssan, S. N. (2017). Essential Trace Elements and Their Vital Roles in Human Body. *Indian Journal of Advances in Chemical Science*, 5(3):127-136.

Altomonte, I., Salari, F., Licitra, R., Martini, M. (2018). Use of microalgae in ruminant nutrition and implications on milk quality – A review. *Livestock Science*, 214:25-35.

Arne, A. & Ilgaza, A. (2021), Prebiotic and synbiotic effect on rumen papilla length development and rumen pH in 12-week-old calves. *Veterinary World*, 14(11):2883-2888.

Barzkar, N., Jahroni, S. T., Poorsaheli, H. B., Vianello, F. (2019). Metabolites from Marine Microorganisms, Micro, and Macroalgae: Immense Scope for Pharmacology. *Marine Drugs*, 17(8):464.

Bhalakiya, N., Haque, N., Patel, P., Joshi, P. (2019). Role of Trace Minerals in Animal Production and Reproduction. *International Journal of Livestock Research*, 9(9):1-12.

Bilandžić, N., Sedan, M., Čalopek, B., Đokić, M., Kolanović, B., Varenina, I., Luburić, B., Đurđica, Varga, I. (2019). Macro- and microelement contents in sterilized milk of different manufacturers from Croatia and the EU. *Veterinarska stanica*, 50(1):1-10.

Biodiversidade.eu, (2018). *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis, 1863. [online] [cit. 8. 4. 2024]. Dostupné z: <https://biodiversidade.eu/especie/ascophyllum-nodosum/?lang=en>

Biris-Dorhoi, E. S., Michiu, D., Pop, C. R., Rotar, A. M., Tofana, M., Pop, O. L., Socaci, S. A., Farcas, A. C. (2020). Macroalgae—A Sustainable Source of Chemical Compounds with Biological Activities. *Nutrients*, 12(10):3085.

Buryakov, N. P., Sycheva, L. V., Trukhachev, V. I., Zaikina, A. S., Buryakova, M. A., Nikonov, I. N., Petrov, A. S., Kravchenko, A. V., Fathala, M. M., Medvedev, I. K., Aleshin, D. E. (2023). Role of Dietary Inclusion of Phytobiotics and Mineral Adsorbent Combination on Dairy Cows' Milk Production, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, and Biochemical Parameters. *Veterinary sciences*, 10(3):238.

Babazadeh, D., Siyal, F. A., Wang, C., Arain, M. A., Saeed, M., Ayasan, T., Zhang, L., Wang, T. (2017). Emulsifiers in the poultry industry. *World's poultry science journal*, 73(3):611-620.

Bach, A., Calsamiglia, S., Stern, M. D. (2005). Nitrogen Metabolism in the Rumen. *Journal of Dairy Science*, 88:E9-E21.

Bąkowski, M. et Kiczorowska B. (2021). Probiotic microorganisms and herbs in ruminant nutrition as natural modulators of health and production efficiency: A review. *Annals of Animal Science.*, 21(1):3-28.

Berah, K. C., Sahebkar, A., Dragan, S., Stoichescu-Hogea, G., Ursoniu, S., Andrica, F., Banach, M. (2016). 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*, 4(1):2345-4253.

Camer-Pesci, B., Laird, D., van Keulen, M., Vadiveloo, A. (2023). Opportunities of *Asparagopsis* sp. cultivation to reduce methanogenesis in ruminants: A critical review. *Algal Research*, 76:103308.

Cangiano, L. R., Yohe, T. T., Steele, M. A., Renaud, D. L. (2020). Strategic use of microbial-based probiotics and prebiotics in dairy calf rearing. *Applied Animal Science*, 36(5):630-651.

Cerbu, C., Ilaş, V. A., Czopowicz, M., Potârniche, A. V., Bodard-Nieva, E. P., Mureşan, E. A., Kaba, K., Spinu, M., Pall, E. (2020). The Use of Activated Micronized Zeolite Clinoptilolite as a Possible Alternative to Antibiotics and Chestnut Extract for the Control of Undifferentiated Calf Diarrhea: An In Vitro and In Vivo Study. *Animals*, 10(12):2284.

Chaucheyras-Durand, F., Durand, H. (2009). Probiotics in animal nutrition and health. *Beneficial Microbes*, 1(1):3-9.

Chauton, M. S., Forbord, S., Mäkinen, S., Sarno, A., Slizyte, R., Mozuraityte, R., Standal, I. B., Skjermo, J. (2021). Sustainable resource production for manufacturing bioactives from micro- and macroalgae: Examples from harvesting and cultivation in the Nordic region. *Physiologia Plantarum*, 173(2):495-506.

Chen, C., Tang, T., Shi, Q., Zhou, Z., Fan, J. (2022). The potential and challenge of microalgae as promising future food sources. *Trends in Food Science & Technology*, 126:99-112.

Cho, Y. & Yoon, K. (2014). An overview of calf diarrhea – infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science*, 15(1):1-17.

Choi, Y. Y., Lee, S. J., Kim, H. S., Eom, J. S., Kim, D. H., Lee, S. S. (2020). The potential nutritive value of *Sargassum fulvellum* as a feed ingredient for ruminants. *Algal Research*, 45:101761.

Cholewińska, P., Górniak, W., Wojnarowski, K. (2021). Impact of selected environmental factors on microbiome of the digestive tract of ruminants. *BMC Veterinary Research*, 17(1):25.

Colville, T. P. a Bassert, J. M. (2015). *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians – Text and Laboratory Manual Package*. Elsevier, ISBN 978-0-323-35621-3.

Costa, D. F. A., Castro-Montoya, J. M., Harper, K., Trevaskis, L., Jackson, E. L., Quingley, 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.

Cunningham, M., Azcarate-Peril, M. A., Barnard, A., Benoit, V., Grimaldi, R., Guyonnet, D., Holscher, H. D., Hunter, K., Manurung, S., Obis, D., Petrova, M. I., Steinert, R. E., Swanson, K. S., van Sinderen, D., Vulevic, J., Gibson, G. R. (2021). Shaping the Future of Probiotics and Prebiotics. *Cell Press* (29(8):667-685.

Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mokham, M., Masoumi, S. J., Berenjian, A., Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. *Foods*, 8(3):92.

Davison, K. M. (2017). Mineral Nutrients: From Macro-Level to Ultra Trace. In: Temple, N. J., Wilson, T. a Bray, G. A. (Eds.). *Nutrition Guide for Physicians and Related Healthcare Professionals*. Druhé vydání. Humana Press, Cham, pp. 261-272. ISBN 978-3-319-49929-1.

Defiltro, R. C., Glombowsky, P., Girardini, L. K., Maciel, J. M., Vedovatto, M., Da Silva, A. S., Zampar, A. (2020). Addition of a homeopathic, preventive product for mastitis in dairy cow feed: effects on etiologic agents, animal health, production, composition, and quality of milk. *Research, Society and Development*, 9(11): e1749119607.

de la Moneda, A., Carro, M. D., Weisbjerg, M. R., Roleda, M. Y., Lind, V., Novoa-Garrido, M., Molina-Alcaide, E. (2019). Variability and Potential of Seaweeds as Ingredients of Ruminant Diets: An In Vitro Study. *Animals*, 9(10):851.

Diao, Q., Zhang, R., Fu, T. (2019). Review of Strategies to Promote Rumen Development in Calves. *Animals*, 9(8):490.

Du, Y., Hu, M., Hou, J., Yang, L., Wang, X., Du, W., Liu, J., Xu, Q. (2023). Colonization and development of the gut microbiome in calves, *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14(1):46.

Ehrlich, C., Codron, D., Hofmann, R. R., Hummel, J., Clauss, M. (2019). Comparative omasum anatomy in ruminants: Relationships with natural diet, digestive physiology, and general considerations on allometric investigations. *Journal of morphology*, 280(2):259-277.

Ezema, C. (2013). Probiotics in animal production: A review. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 5(11):308-316.

Fawcett, C. A., Senhorinho, G. N. A., Laamanen, C. A., Scott, J. A. (2022). Microalgae as an alternative to oil crops for edible oils and animal feed. *Algal Research*, 64:102663.

Gadd, G. M. (2010). Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology*, 156(3):609-643.

Getahun, D., Alemneh, T., Akebergn, D., Getabalew, M. (2019). Urea Metabolism and Recycling in Ruminants. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 20(1):14791-14796.

Ghattas, T. A., Dawound, E. N., Mahrous, A. F., Elgabry, E. A. (2019). Effect of *Spirulina platensis* supplementation on growth, some biochemical and immunological parameters in suckling calves, *Journal of the Egyptian Veterinary Medical Association*, 79(2):443-460.

Guilloteau, P., Zabielski, R., Blum, J. W. (2009). Gastrointestinal tract and digestion in the young ruminant: ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations. *Journal of physiology and pharmacology*, 60(3):37-46.

Guinguina, A., Hayes, M., Gröndahl, F., Krizsan, S. J. (2023). Potential of the Red Macroalga *Bonnemaisonia hamifera* in Reducing Methane Emissions from Ruminants. *Animals*, 13(18):2925.

Guo, L., Yao, J., Cao, Y. (2021). Regulation of pancreatic exocrine in ruminants and the related mechanism: The signal transduction and more. *Animal Nutrition*, (4):1145-1151.

Guo, Y., Li, Z., Deng, M., Li, Y., Liu, G., Liu, D., Liu, Q., Sun, B. (2021). Effects of a multi-strain probiotic on growth, health, and fecal bacterial flora of neonatal dairy calves. *Animal Bioscience*, 35(2):204-216.

Griffiths, M., Harrison, S. T. L., Smit, M., Maharajh, D. (2016). Major Commercial Products from Micro – and Macroalgae. In: Bux, F., Chisti, Y. (Eds.). *Algae Biotechnology*. Green Energy and Technology. Springer, Cham. ISBN 978-3-319-12333-2.

Grigore, D. M., Irimia, E., Pogurdchi, E, Enculescu, M., Babeanu, N. (2020). Effects of using probiotics and prebiotics on calves health status: An review. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, 63(1):142-149.

Izuddin, W. I., Loh, T. C., Samsudin, A. A., Foo, H. L., Humam, A. M., Shazali, N. (2019). Effects of postbiotic supplementation on growth performance, ruminal fermentation and microbial profile, blood metabolite and GHR, IGF-1 and MCT-1 gene expression in post-weaning lambs. *BMC Veterinary Research*, 15(315).

Kamala Kumari, P. V., Akhila, S., Srinivasa Rao, Y., Rama Devi, B. (2019). Alternative to Artificial Preservatives. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 10(1):99-102.

Kholssi, R., Lougraimzi, H., Grina, F., Lorentz, J. F., Silva, I., Castaño-Sánchez, O., Marks, E. A. N. (2022). Green Agriculture: a Review of the Application of Micro- and Macroalgae and Their Impact on Crop Production on Soil Quality. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22:4627-4641.

Kierończyk, B., Sassek, M., Pruszyńska-Oszmałek, E., Kołodziejki, P., Rawski, M., Świątkiewicz, S., Józefiak, D. (2017). The physiological response of broiler chickens to the dietary supplementation of the bacteriocin nisin and ionophore coccidiostats. *Poultry Science*, 6(11):4026-4037.

Karn, J. F. (2001). Phosphorus nutrition of grazing cattle: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 89(3-4):133-153.

Krehbiel, C. R. (2014). INVITED REVIEW: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive physiology. *The Professional Animal Scientist*, 30(2):129-139.

Lambo, M. T., Chang, X., Liu, D. (2021). The Recent Trend in the Use of Multistrain Probiotics in Livestock Production: An Overview. *Animals*, 11(10):2805.

Leandro, A., Pereira, L., Gonçalves, A. M. M. (2020). Diverse Applications of Marine Macroalgae. *Marine Drugs*, 18(1):17.

Lee, M. T., Lim, W. C., Yu, B., Lee, T. T. (2016). Antioxidant capacity of phytochemicals and their potential effects on oxidative status in animals — A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(3):299-308.

Leone, F. & Ferrante, V. (2023). Effects of prebiotics and precision biotics on performance, animal welfare and environmental impact. A review. *Science of The Total Environment*, 901:165951.

Libera, K., Konieczny, K., Witkowska, K., Żurek, K., Szumacher-Strabel, M., Cieslak, A., Smulski, S. (2021). The Association between Selected Dietary Minerals and Mastitis in Dairy Cows—A Review. *Animals*, 11(8):2330.

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.

Lison, D. (2022). Cobalt. In: Nordberg, G. F. a Costa, M. (Eds.). *Handbook on the Toxicology of Metals*. Academic Press, Londýn, pp. 221-242. ISBN 978-0-12-822946-0.

López-Alonso, M. (2012). Trace Minerals and Livestock: Not Too Much Not Too Little. *International Scholarly Research Notices*, 2012:1-18.

Ma, L., Tu, H., Chen, T. (2023). Postbiotics in Human Health: A Narrative Review. *Nutrients*, 15(2):291.

Maina, T. W., McDonald, P. O., Samuel, B. E. R., Sardi, M. I., Rogers, A., McGill, J. L. (2023). Feeding *Saccharomyces cerevisiae* fermentation postbiotic products alters immune function and the lung transcriptome of preweaned calves with an experimental viral-bacterial coinfection. *Journal of Dairy Science*.

Malik, J. K., Prakash, A., Srivastava, A. K., Gupta, R. C. (2019). Synbiotics in Animal Health and Production. In: Gupta, R., Srivastava, A., Lall, R. (eds). *Nutraceuticals in Veterinary Medicine*. Springer, Cham, pp. 287-301. ISBN: 978-3-030-04623-1.

Malmuthuge, N. & Guan, L. L. (2017). Understanding the gut microbiome of dairy calves: Opportunities to improve early-life gut health. *Journal of Dairy Science*, 100(7):5996-6005.

Malmuthuge, N., Liang, G., Griebel, P. J., Guan, L. L. (2019). Taxonomic and Functional Compositions of the Small Intestinal Microbiome in Neonatal Calves Provide a Framework for Understanding Early Life Gut Health, *Applied and Environmental Microbiology*, 85(6):e02534-18.

Martins, R. R., Silva, L. J. G., Pereira, A. M. P. T., Esteves, A., Duarte, S. C., Pena, A. (2022). Coccidiostats and Poultry: A Comprehensive Review and Current Legislation. *Foods*, 11(18):2738).

Marvan, F., Hložánková, E., Kresan, J., Hampl, A., Massanyi, L., Vernerová, E. (2011). Morfologie hospodářských zvířat. Nakladatelství Brázda, Praha. ISBN 978-80-213-2188-5.

Matos, Â. P. (2017). The Impact of Microalgae in Food Science and Technology. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94:1333-1350.

Mattia Pia, A. (2017). β -glucans and probiotics. *American Journal of Immunology*, 13(1):34-44.

Mavrommatis, A., Skliros, D., Flemetakis, E., Tsiplakou, E. (2021). Changes in the Rumen Bacteriome Structure and Enzymatic Activities of Goats in Response to Dietary Supplementation with *Schizochytrium* spp. *Microorganisms*, 9(7):1528.

McGrath, J., Duval, S. M., Tamassia, L. F. M., Kindermann, M., Stemmler, R. T., de Gouvea, V. N., Acedo, T. S., Immig, I., Williams, S. N., Celi, P. (2018). Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach. *Research in Veterinary Science*, 116:28-39.

Milanez, S. (2020). Chlorine. In: Gupta, R. C. (Eds.). *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents*. Třetí vydání. Academic Press, Londýn, pp. 321-340. ISBN 978-0-12-819090-6.

Min, B. R., Parker, D., Brauer, D., Waldrip, H., Lockard, C., Hales, K., Akbay, A., Augyte, S. (2021). The role of seaweed as a potential dietary supplementation for enteric methane mitigation in ruminants: Challenges and opportunities. *Animal Nutrition*, 7(4):1371-1387.

Mohanty, D., Misra, S., Mohapatra, S., Sahu, P. S. (2018). Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. *Food Bioscience*, 26:152-160.

Montalvão, S., Demirel, Z., Devi, P., Lombardi, V., Hongistro, V., Perälä, M., Hattara, J., Imamoglu, E., Tilvi, S. S., Turan, G., Dalay, M. C., Tammela, P. (2016). Large-scale bioprospecting of cyanobacteria, micro- and macroalgae from the Aegean Sea. *New Biotechnology*, 33(3):399-406.

Moradi, M., Mardani, K., Tajik, H. (2019). Characterization and application of postbiotics of *Lactobacillus* spp. on *Listeria monocytogenes* *in vitro* and in food models. *LWT*, 111:457-464.

Meale, S. J., Li, S. C., Azavedo, P., Derakhshani, H., DeVries, T. J., Plaizier, J. C., Steele, M. A., Khafipour, E. (2017). Weaning age influences the severity of gastrointestinal microbiome shifts in dairy calves. *Science report*, 7:198.

Membrive, C. M. B. (2016). Anatomy and Physiology of the Rumen. In: Millen, D., De Beni Arrigoni, M., Lauritano Pacheco, R. (Eds.). *Rumenology*. Springer, Cham. ISBN 978-3-319-30531-8.

Nagaraja, T. G. (2016). Microbiology of the Rumen. In: Millen, D., De Beni Arrigoni, M., Lauritano Pacheco, R. (Eds.). *Rumenology*. Springer, Cham. ISBN 978-3-319-30531-8.

Newbold, C. J. & Ramos-Morales, E. (2019). Microbiome of the rumen. *Die unbekannte Welt der Mikrobiome*. Pfeil Verlag, Mnichov, pp. 91-99. ISBN 978-3-89937-239-7.

Niwińska, B. (2012). Digestion in Ruminants. In: Chang, C. F. (Eds.). *Carbohydrates – comprehensive studies on glycobiology and glycotecchnology*. InTech, Chorvatsko, pp. 245-258. ISBN 978-953-51-0864-1.

Odumfa, O., Dhungana, A., Golinski, A., Sardi, M. I., Naqvi, S. A., Yoon, I., Bebe, F., Khafipour, E., Jiang, Y. (2023). PSI-13 Effects of a Postbiotic Program Consisting of Liquid and Solid *Saccharomyces Cerevisiae* Fermentation Products on Ruminal Microbiome Composition and Microbial Functions of Finishing Beef Steers. *Journal of Animal Science*, 101(3):375-376.

Opazo, C. M., Greenough, M. A., Bush, A. I. (2014). Copper: from neurotransmission to neuroproteostasis. *Frontiers in aging neuroscience*, 6:143.

Paudyal, S. (2021). Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle: a review. *Vetrinary Quarterly*, 41(1):292-300.

Park, K. Y., Jo, Y. H., Ghassemi Nejad, J., Lee, J. C., Lee, H. G. (2022). Evaluation of nutritional value of *Ulva* sp. and *Sargassum horneri* as potential eco-friendly ruminants feed. *Algal Research*, 65:102706.

Pereira, L. (2021). Macroalgae. *Encyclopedia*, 1(1):177-188.

Pluske, J. R. (2013). Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4(1):1.

Prasanta, J., Karmakar, S., Roy, U., Paul, M. (2018). Phytobiotics in aquaculture health management: A review. *Journal of entomology and zoology studies*, 6(4):1422-1429.

Raabis, S., Li, W., Cersosimo, L. (2019). Effects and immune responses of probiotic treatment in ruminants. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 208:58-66.

Radzikowski, D. (2017). Effect of probiotics, prebiotics and synbiotics on the productivity and health of dairy cows and calves. *World Scientific News*, 78(2017):193-198.

Rafique, N., Jan, S. Y., Dar, A. H., Dash, K. K., Sarkar, A., Shams, R., Pandey, V. K., Khan, S. A., Amin, Q. A., Hussain, S. Z. (2023). Promising bioactivities of post-biotics: A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14:100708.

Rajaeerad, A., Ghorbani, G. R., Khorvash, M., Sadeghi-Sefidmazgi, A. (2020). Difference and Varying Calcium Supply Fed before Calving on Colostrum Quality of the Dams and Health Status and Growth Performance of the Calves. *Animals*, 10(9):1465.

Riad, W. A., Elsadany, A., El-Diahy, Y. (2019). Effect of *Spirulina platensis* Microalga Additive on Performance of Growing Friesian Calves. *Journal of Animal and Poultry Production*, 10(2):35-40.

Richards, J. D., Zhao, J., Harrell, R. J., Atwell, C. A., Dibner, J. J. (2010). Trace Mineral Nutrition in Poultry and Swine. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(11):1527-1534.

Roque, B. M., Brooke, C. G., Ladau, J., Polley, T., Marsh, L. J., Najafi, N., Pandey, P., Singh, L., Kinley, R., Salwen, J. K., Eloie-Fadrosh, E., Kebreab, E., Hess, M. (2019). Effect of the macroalgae *Asparagopsis taxiformis* on methane production and rumen microbiome assemblage. *Animal microbiome*, 1(3):1-14.

Roque, B. M., Venegas, M., Kinley, R. D., de Nys, R., Duarte, T. L., Kebreab, X. E. (2021). Red seaweed (*Asparagopsis taxiformis*) supplementation reduces enteric methane by over 80 percent in beef steers. *PLOS ONE*, 16(3):e0247820.

Roshanzamir, H., Rezaei, J., Fazaeli, H. (2020). Colostrum and milk performance, and blood immunity indices and minerals of Holstein cows receiving organic Mn, Zn and Cu sources. *Animal nutrition*, 6(1):61-68.

Samarasinghe, M. B. et al. (2021). Milk supplemented with dried seaweed affects the systemic innate immune response in preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 104(3):3575-3584.

Samarasinghe, M. B., Sehested, J., Weisbjerg, M. R., Vestergaard, M., 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.

Scaglia, E., Reggi, S., Canala, B., Frazzini, S., Dell'Anno, M., Hejna, M., Rossi, L. (2023). The Effects of Milk Replacer Supplemented with *Ascophyllum nodosum* as a Novel Ingredient to Prevent Neonatal Diarrhea in Dairy Calves and Improve Their Health Status. *Veterinary Sciences*, 10(10):618.

Seo, J. K., Kim, S. W., Kim, M. H., Upadhaya, S. D., Kam, D. K., Ha, J. K. (2010). Direct-fed Microbials for Ruminant Animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(12):1657-1667.

Sharma, R. K., Komal, C., Pathak, A. K., Khan, N. (2020). Postbiotics for animal health and performance. *Intas Polivet*, 21(2):288-294.

Sharma, N., Singh, N. K., Pandey, V., Verma, P. K. (2011). Oxidative Stress and Antioxidant Status during Transition Period in Dairy Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(4):479-484.

Shehta, A., Omran, H., Kiroloss, F., Azmi, M. (2019). Effect of Probiotic on Growth Performance and Frequency of Diarrhea in Neonatal Buffalo Calves. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 7(10):2309-3331.

Simonsen, L. O., Harbak, H., Bennekou, P. (2012). Cobalt metabolism and toxicology—A brief update. *Science of The Total Environment*, 432:210-215.

Singh, J., Hundal, J. S., Sharma, A., Singh, U., Sethi, A. P. S., Singh, P. (2018). Phosphorus Nutrition in Dairy Animals: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(4):3518-3530.

Singh, A. K., Kerketta, S., Yogi, R. K., Kumar, A., Ojha, L. (2017). Prebiotics – The New Feed Supplement for Dairy Calf. *International Journal of Livestock Research*, 7(8):1-17.

Siyal, F. A., Babazadeh, D., Wang, C., Arain, M. A., Saeed, M., Ayasan, T., Zhang, L., Wang, T. (2017). Emulsifiers in the poultry industry. *World's Poultry Science Journal*, 73(3):611-620.

Soetan, K. O., Olaiya, C. O., Oyewole, O. E. (2010). The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4(5):200-222.

Soren, S., Mandal, G. P., Samanta, I., Hansda, R. N. (2023). *Saccharomyces cerevisiae* based postbiotics: Assessment of their effects on the health and productive performance of poultry. *The Pharma Innovation Journal*, 12(8):572-575.

Spears, J. W. et Weiss W. P. (2008). Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The veterinary journal*, 176(1): 70-76.

Stefańska, B., Sroka, J., Katzer, F., Goliński, P., Nowak, W. (2021). The effect of probiotics, phytobiotics and their combination as feed additives in the diet of dairy calves on performance, rumen fermentation and blood metabolites during the preweaning period. *Animal feed science and technology*, 272:114738.

Thorsteinsson, M. & Vestergaard, M. (2020). Performance and health of young rosé veal calves supplemented with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and a postbiotic from *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 29(2):115-124.

Tomaluski, C. R., Baggio, C., Campigotto, G., Baldissera, M. D., Souza, C. F., Da Silva, A. S., Zotti, C. A. (2021). Use of *schizochytrium* spp. microalgae in suckling Holstein calves at different periods after birth. *Livestock Science*, 245:104424.

Torres-Tiji, Y., Fields, F. J., Mayfield, S. P. (2020). Microalgae as a future food source. *Biotechnology Advances*, 41:107536.

Uyeno, Y., Shigemori, S., Shimosato, T. (2015). Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes and Environments*, 30(2):126-132.

Varol, M. & Sünbül, M. R. (2020). Macroelements and toxic trace elements in muscle and liver of fish species from the largest three reservoirs in Turkey and human risk assessment based on the worst-case scenarios. *Environmental Research*, 184:109298.

Veum, T. L. (2010). Phosphorus and calcium nutrition and metabolism. In: Vitti, D. M. S. S. (Eds). *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals*. První vydání, University of Missouri, Columbia, pp. 94-111. ISBN 978-1-84593-627-3.

Villa-Etchegoyen, C., Lombarte, M., Matamoros, N., Belizán, J. M., Cormick, G. (2019). Mechanisms Involved in the Relationship between Low Calcium Intake and High Blood Pressure. *Nutrients*, 11(5):1112.

Vinderola, G., Sanders, M. E., Salminen, S. (2022). The Concept of Postbiotics. *Foods*, 11(8):1077.

Virginio Junior, G. F., Reis, M. E., da Silva, A. P., de Toledo, A. F., Cezar, A. M., Mendes, L. W., Greco, L., Montenegro, H., Coutinho L. L., Bittar, C. M. M. (2021). Does algae β -glucan affect the fecal bacteriome in dairy calves?. *PLoS One*, 16(9):e0258069.

Wang, L., Oh, J. Y., Hwang, J., Ko, J. Y., Jeon, Y. J., Ryu, B. (2019). In Vitro and In Vivo Antioxidant Activities of Polysaccharides Isolated from Celluclast-Assisted Extract of an Edible Brown Seaweed, *Sargassum fulvellum*. *Antioxidants*, 8(10):493.

Wasson, D. E., Yarish, Ch., Hristov, A. N. (2022). Enteric methane mitigation through *Asparagopsis taxiformis* supplementation and potential algal alternatives. *Frontiers in Animal Science*, 3: 999338.

Wegh, C. A. M., Geerlings, S. Y., Knol, J., Roeselers, G., Belzer, C. (2019). Postbiotics and Their Potential Applications in Early Life Nutrition and Beyond. *International journal of molecular sciences*, 20(19):4673.

Willett, M., Campbell, M., Schoenfeld, E., Callcott, E. (2022). Review of Associated Health Benefits of Algal Supplementation in Cattle with Reference to Bovine Respiratory Disease Complex in Feedlot Systems. *Animals*, 12(15):1943.

Wordpress.com, (2011). In vivo study on the efficacy of hypoglycemic activity of *Spirulina plantesis* in long evan rats. [online] [online] [cit. 8. 4. 2024]. Dostupné z: <https://innspubnet.wordpress.com/2015/04/15/in-vivo-study-on-the-efficacy-of-hypoglycemic-activity-of-spirulina-plantesis-in-long-evan-rats/>

Wu, Y., Wang, L., Luo, R., Chen, H., Nie, C., Niu, J., XU, Y., Li, X., Zhang, W. (2021). Effect of a Multispecies Probiotic Mixture on the Growth and Incidence of Diarrhea, Immune Function, and Fecal Microbiota of Pre-weaning Dairy Calves. *Microbial Immunology*, 12:681014.

Yaqoob, A. B., Rashid, D. R., Ajaz, A., Ahmad, M. J., Sheikh, S. (2016). Role of Micro-nutrients in Bovine Reproduction, *Theriogenology Insight – An International Journal of Reproduction in all Animals*, 6(1):57-65.

Yu, H. H., Chin, Y. W., Paik, H. D. (2021). Application of Natural Preservatives for Meat and Meat Products against Food-Borne Pathogens and Spoilage Bacteria: A Review. *Foods*, 10(10):2418.

Zhang, Y., Choi, S. H., Nogoy, K. M., Liang, S. (2021). Review: The development of the gastrointestinal tract microbiota and intervention in neonatal ruminants. *Animals*, 15(8):100316.

Zhang, X., Yi, X., Zhuang, H., Deng, Z., Ma, C. (2022). Invited Review: Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance in Pathogens Associated with Diarrhea and Pneumonia in Dairy Calves. *Animals*, 12(6):771.

Zhong, Y., Wang, S., Di, H., Deng, Z., Liu, J., Wang, H. (2022). Gut health benefit and application of postbiotics in animal production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(38):1-12.

Zhu La, A. L. T., Pierce, K. M., Liu, W. H., Gao, S. T., Bu, D. P., Ma, L. (2021). Supplementation with *Schizochytrium* sp. enhances growth performance and antioxidant capability of dairy calves before weaning. *Animal Feed Science and Technology*, 271:114779.

Zoumpopoulou, G., Kazou, M., Alexandraki, V., Angelopoulou, A., Papadimitriou, K., Pot, B., Tsakalidou, E. (2017). Probiotics and Prebiotics: An Overview on Recent Trends. In: Di Gioia, D., Biavati, B. (Eds.). *Probiotics and Prebiotics in Animal Health and Food Safety*. Springer, Cham, pp. 1-34. ISBN 978-3-319-71948-1.

Zuzak, D., Kljak, K., Aladrović, J. (2023). Metabolism and utilisation of non-protein nitrogen compounds in ruminants: a review. *Journal of Central European Agriculture*, 24(1):1-14.

Seznam obrázků

Obrázek 1: <i>Spirulina platensis</i> (Wordpress.com, 2011).....	24
Obrázek 2: <i>Ascophyllum nodosum</i> (Biodiversidade.eu, 2013)	24
Obrázek 3: VIB (Valtošová, 2023)	31
Obrázek 4: Převážný vozík EZI-CART (Valtošová, 2023).....	32
Obrázek 5: Tele s ušním čipem (Valtošová, 2023).....	33
Obrázek 6: Vliv přidávaných aditivních látek na zdravotní stav telat a přírůstek živé hmotnosti v pokusu č. 1	35
Obrázek 7: Vliv podávaných aditivních látek na průjemová onemocnění v pokusu č. 1	35
Obrázek 8: Hodnoty močoviny v krvi 4. a 21. den.....	38
Obrázek 9: Vliv aplikovaných aditivních látek na růst telat v pokusu č. 2.....	40

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vliv přidávaných aditivních látek na zdravotní stav telat a přírůstek živé hmotnosti v pokusu č. 1	34
Tabulka 2: Průměrné hematologické hodnoty telat 4. a 21. den po narození s referenčními hodnotami (RH)	37
Tabulka 3: Vliv aplikovaných aditivních látek na růst telat v pokusu č. 2	39