哺乳犊牛的饲养过程是由液体日粮(以下简称“液奶”)过渡到固体饲料的转换阶段。固体饲料进食达到一定水平意味着瘤胃功能的建立与完善,犊牛由“单胃”动物转变为反刍动物,开始依赖瘤胃微生物发酵固体饲料作为主要营养代谢途径和营养来源。哺乳期是犊牛各项机能迅猛发展、转变的关键时期。如何在保证犊牛存活率、生长速度、发育潜能的条件下,顺利完成这项工作是犊牛养殖面临的复杂挑战,需要持续不断地开展研究与探索。

犊牛营养平衡配方粉的应用

■资料图片

□刘晓峰 李贺峰

哺乳期犊牛饲养和培育要完成的五大目标

1、构建、完善、强化免疫防护系统,保证健康和生存

通过迅速、足量地摄入优质初乳获得充足的母源性免疫球蛋白,建立被动免疫保护机制,保护犊牛在自身主动免疫系统启动、完善以前抵御病原性疾病的侵袭。随着营养摄入量的增加和机体代谢机能完善,主动免疫系统开始接替被动免疫机制,对犊牛进行保护,保证存活率。

2、完善、提升组织器官营养代谢机能,为生长发育提供营养代谢的物质保障

基于消化系统功能的迅速发展(消化酶分泌量和活性增加),增强对营养物质的消化吸收能力。充足的营养物质和代谢原料促进机体和组织器官对营养物质的代谢、沉积、利用和转化,相关组织器官功能得到加强,物质代谢的各种调节机制、酶促反应、信使活性产物得到完善、激活和强化,机体各项代谢机能大幅度提升。

3、延续组织、细胞分化发育,增强遗传潜力表达,改善繁育、生产性能

强大的营养吸收和代谢机能,为机体潜在的后发育组织器官的细胞分化提供了更有力的物质条件和精微的激发机制,刺激相关组织器官细胞的分化发育速度与深度,特别是性腺与乳腺组织原生母原细胞的数量增殖与发育,为未来繁殖、泌乳生产性能潜力发挥创造更有利的条件。

4、机体组织快速生长,体尺、体重增长

各项代谢机能完善的重要标志就是体重增加、体尺增长和运动机能的增强。因此体重增长的速度与幅度是评价生长发育效果的关键指标。快速增重意味着良好的代谢机能和充分地生长发育,也预示着未来可期的生产性能的提高。

5、启动瘤胃发育,提升、完善瘤胃代谢功能,顺利过渡到固体饲料,实现断奶

在建立强大代谢机能和快速生长的基础上,哺乳期犊牛反刍机能、瘤胃微生物体系逐步建立,功能趋向完善。这标志着犊牛哺乳期构建起能够消化、依赖固体饲料作为生长发育主要营养来源的瘤胃代谢能力,保证犊牛顺利由液体饲料转换为固体饲料,并且,在停止液奶饲喂后能够持续利用固体饲料维持快速的生长。因此,建立强大的瘤胃消化代谢能力,才是哺乳期饲养的核心目标。

可见,哺乳期各个阶段的营养物质的供给是保证犊牛对营养物质消化、吸收、代谢、利用的原始基础。早期液奶(包括常乳、废弃乳、代乳粉奶等)饲喂阶段的营养供给状况,对犊牛完成上述目标起着至关重要的作用。液奶的营养浓度、构成、可利用性、摄入量直接关乎各项机能的建立、完善、强化与启动,特别是对延续发育组织的细胞分化增殖影响深远。但现行饲喂模式中早期液奶的营养结构与犊牛生长发育需要存在差距,因此需重新构建犊牛精准营养和液体日粮。

犊牛液奶的现状与缺陷

图1显示,我国以饲喂常乳(牛奶)为液奶的牧场占比高达70.6%,其中仅饲喂常乳的牧场占比达38.5%,另有38.5%的牧场饲喂废弃乳(简称废奶,包括产后3—7日不入罐奶、抗生素奶等)配合代乳粉,没有牧场仅饲喂废弃乳。此外,使用代乳粉的牧场占比达57.7%,仅1.8%的牧场单独饲喂代乳粉。

可见,常乳在哺乳犊牛饲养中仍然占主导地位。但实际上常乳的营养成分结构与当前犊牛快速增重目标需要的营养结构有很大差距,需要进一步完善。

1、营养构成结构不合理

常乳的主要营养缺陷包括蛋白质构成、脂肪含量、蛋白能量比、维生素微量元素含量不能满足犊牛最佳发育所需,这成为制约犊牛培育的重点因素。

蛋白质构成问题:牛奶蛋白以酪蛋白为主,占总蛋白含量的80%—85%。酪蛋白的特点是在酸性环境下形成致密的凝块,必须在蛋白酶的作用下才能消化分解。凝乳块的形成延缓了真胃排空速度,可以增加饱腹感,刺激胃蛋白酶的持续分泌。在超量饲喂常乳的情形下,酪蛋白形成的大量、坚实、大块凝乳块,是犊牛真胃炎、真胃穿孔的主要诱因之一。凝乳块的缓慢分解,减缓了蛋白分解速度和肠道氨基酸的吸收量,限制了氨基酸代谢和蛋白质合成速率,导致生长速度受限。降低酪蛋白比例,降低凝乳块颗粒的大小与密度,可以提高蛋白质代谢利用率和沉积率,促进组织器官的生长发育。

脂肪水平:脂肪含量高于蛋白质含量是常乳最大的营养缺陷。奶牛TMR的广泛应用,使日粮营养平衡性大幅度改善,牧场常乳的干物质产量提升,脂肪含量提高,常年可维持在3.6%—4.2%之间,换算成奶粉脂肪含量高达26.4%—29.9%。有报道指出,犊牛单次(每日)摄入脂肪超过126克,就会出现采食抑制,开食料摄入量降低。也就是说单次饲喂常乳3—3.5千克以上,就可能出现采食抑制。这一脂肪摄入水平在犊牛饲喂过程中很容易达到,因此犊牛采食抑制是普遍存在的。

许多学者研究了代乳粉脂肪水平对开食料采食量的影响,结论是犊牛采食高脂肪代乳粉会降低开食料采食量、消化率和平均日增重(ADG)。Hill等发现增加代乳粉脂肪能量含量不改善ADG,增加代乳粉中来自乳糖和蛋白的能量可以改善ADG。同样饲喂量下,42天断奶犊牛,最大ADG和开食料采食量出现在17%脂肪处理组。高水平脂肪会降低开食料的摄入量及消化率,导致犊牛日增重下降是基本的共识。

常乳高脂肪水平是增加开食料进食量、提高日增重的重要限制因素,因此,降低含常乳的液奶脂肪水平是重要的营养改善途径。

蛋白能量比较低:犊牛的蛋白质和能量需要是关联的。代乳粉蛋白和能量摄入极大地影响犊牛ADG和体脂肪、蛋白的沉积。适宜的蛋白能量比率会实现最大ADG,有报道指出饲喂27% CP/17%脂肪、蛋能比55g/Mcal的代乳粉,犊牛哺乳期ADG最大。有研究指出,给犊牛饲喂蛋能比53—55g/Mcal的代乳粉,日增重低于61.2g/Mcal蛋能比代乳粉。小日龄犊牛饲喂开食料时达到最大ADG需要的表观蛋能比更高。

按照常乳营养含量(DM 12.1%,脂肪3.7%,蛋白3.3%,乳糖4.3%)测算,常乳蛋白能量比为50.7g/Mcal,与相关研究推荐的55—61g/Mcal蛋能比有很大差距。较低蛋能比的问题是,能量浓度高,蛋白质供给量不足;按照蛋白需要量饲喂,就会造成能量过剩,体脂肪沉积增加;过高的饲喂量又会使乳脂摄入过高,引发开食料采食抑制,不利于瘤胃发育。调整常乳蛋白能量比是必要的对策。

2、常乳干物质、营养成分波动

虽然常乳干物质含量和营养成分每日波动幅度不大,但是的确受日粮营养水平、采食量、利用率,甚至环境管理因素的影响,变化是肯定的,有时波动幅度是巨大的。

在液奶饲喂量固定的条件下,犊牛每日进食常乳的营养摄入量也会随之变化,包括干物质、蛋白、脂肪摄入量,犊牛时刻经受着营养水平波动的冲击。而应用废奶饲喂犊牛时,废奶干物质等成分因为来源类型、取得方式、操作程序差异更大,营养成分波动幅度也高于常乳;造成同样液奶饲喂量下干物质摄入量、营养摄入量变化更甚。因此,稳定的液奶干物质含量摄入是犊牛消化代谢的前提,需要高度重视。

可见,液奶干物质含量恒定,对稳定犊牛营养摄入量,减少营养波动应激,降低单次饲喂量有十分重要的作用,也是改善液奶品质的内容之一。

3、维生素、微量元素含量偏低

常乳中维生素、微量元素含量受日粮成分含量和奶牛代谢水平的影响而产生变化,其中对脂溶性维生素含量的影响尤其突出,而又以维生素D含量变异最大,容易发生缺乏。常乳水溶性维生素含量略低于NRC(2001)推荐水平。常乳微量元素含量除硒元素外,其余元素含量均严重低于推荐需要量。因此,即便饲喂全乳也要关注维生素、微量元素缺乏的问题。

水溶性维生素和微量元素是营养代谢中许多关键辅酶的组成成分,关乎代谢机能的运行效率。对于新生犊牛还关乎消化代谢机能的建立与完善,必须通过外源途径给予持续稳定的补充,以确保代谢酶活系统的正常机能。因此,补充维生素、微量元素是平衡常乳营养的重要内容。

营养平衡配方粉研发思路简述

营养平衡配方粉产品应当以犊牛营养需要量为基础,针对确定的增重培育目标,审视常乳、废奶液态日粮营养构成与犊牛营养需要的差距,明确改善方向和措施,确定平衡配方粉的产品参数,再通过理论计算分析产品的平衡改善效果,通过牧场实际应用和生产试验定型产品标准。

1、设定犊牛增重水平

使用NRC(2001)营养需要量推荐的犊牛能量、蛋白需要量公式,结合目前牧场培育目标要求,研究设定了平均日增重900克条件下,犊牛增重模式和日增重水平,以期推算犊牛营养需要量,探寻营养需要的规律和特点。

2、评价犊牛营养需要与常乳营养差距

据NRC(2001)营养需要量测算的犊牛早期蛋白能量比理论需要见表1。表1所列出的犊牛营养需要,反映了犊牛早期液奶依赖期(20天内)的营养需要特点。此期是犊牛完全依赖液奶营养的阶段,液奶的营养水平与犊牛营养需要量是一致的,至少是相近的。按哺乳期平均900克日增重推算,早期(3、10、20天)的蛋白质需要量分别为251、269、287克,蛋能比分别是62.9、58.6、55.3g/Mcal,表明犊牛早期需要更高的液奶蛋白浓度来满足生长发育需要。随着犊牛生长发育和日龄增加,蛋白浓度需要逐步降低。

因此,研究人员将调整后期液奶的蛋能比水平控制在60—55g/Mcal,略低于理论计算值。主要考虑到能量数值为计算值,与实际水平会有一定差距,早期给予较高的能量水平有利于犊牛的生长发育。后期液奶也给予同样蛋能比水平,能量浓度就控制在较低水平,结合低脂肪摄入,共同促进开食料的摄入,激发瘤胃机能的发育。

3、设定平衡配方粉营养指标

蛋白质水平:液奶饲喂必须首先满足新生犊牛早期生长发育的蛋白质需要,才能保证犊牛哺乳期的充分发育和快速增重。Robert等指出,高蛋白犊牛代乳粉有许多独到之处,其可使生长效率提高(每千克代乳粉获得更多增重);肌肉组织比例更高(犊牛骨骼生长更多和体躯更大);生长发育速度更快(日增重0.9—1.4千克);发病率和死亡率下降;断奶后生长发育速度依然较高;初情期提早,初次产犊月龄降低;第一个泌乳期奶产量大约可提高771千克。这类代乳粉通常含有26%—30%的蛋白和15%—20%的脂肪。蛋白含量类似全乳,但脂肪含量略低。据此,将平衡配方粉蛋白水平设定在24%—27%,与全脂乳粉蛋白水平接近或略高。

蛋白构成:针对常乳蛋白中酪蛋白比例过高的特点,营养平衡配方粉使用高比例乳清蛋白将调制后的液奶蛋白中酪蛋白比例降低到50%以下,以减少酪蛋白的凝结粒度、强度,加速蛋白的消化吸收和代谢利用,改善利用效率。同时考虑到氨基酸构成与比例,将赖氨酸与蛋氨酸比例控制在3—3.3:1。

能量和脂肪水平:平衡配方粉的能量水平低于全脂乳粉。制作中大幅度降低了脂肪含量,使用了更高比例的乳糖作为快速能量的来源,使液奶脂肪含量适度。这样既有利于犊牛健康、保证能量水平,又可避免因高脂肪导致采食抑制。为此,将营养平衡配方粉脂肪水平控制在10%—14%,是全脂乳粉脂肪含量的一半或更低。

维生素、微量矿物质元素水平:脂溶性维生素参照常规商用代乳粉标准;水溶性维生素和微量矿物质元素参照NRC(2001)推荐的代乳粉添加水平;考虑与常乳调制后的液奶水平,在平衡配方粉中高水平添加。矿物质水平参照全乳标准和代乳粉标准执行。

4、调制效果分析

使用平衡配方粉按液奶(1:4—5)配制后1:1比例与常乳、废奶进行混合,可以有效地调整液奶的蛋白、脂肪构成比例,从而改变液奶的蛋白能量比例。

由表2可见,通过与平衡粉的混合使用,在增加液奶干物质浓度的基础上,液奶蛋白、脂肪水平得到调整;蛋白水平提高,脂肪含量降低;液奶整体能量浓度提高,蛋白能量比接近犊牛早期营养需要(理论水平),起到了调质和平衡的作用。

5、营养平衡配方粉调制范围试算验证

为验证平衡配方粉与常乳、废奶调制的适用范围,通过理论计算评价平衡配方粉与不同品质常乳、废奶的不同配合比例,并根据液奶成分、蛋能比的调整结果,评估调制能力和使用范围,确定产品营养指标。

由试算结果可见,常乳废奶与平衡配方粉按不同比例配合使用后,在相同干物质水平下,液奶的蛋白含量得到提升(3.9%—4.08%),脂肪水平得到控制(2.24%—3.49%),蛋白能量比得到纠正(50g/Mcal提升到56—64g/Mcal)。表明平衡配方粉对常乳营养成分较大幅度的变动有很强的校正和改善效果。

实际上,通过平衡配方粉与常乳调制比例调整和液奶干物质含量的设定,可以在很大范围内调控液奶的蛋白能量比,以适应不同培育目标的要求。

如果能够结合饲喂制度的调整和精准饲喂技术的应用,针对每头犊牛制定相应的饲养模式是可以实现的,可以真正做到精准饲养。

6、生产验证试验

通过初试产品在牧场使用,评价其应用效果。重点监测犊牛生长指标、开食料进食指标,以初步验证产品效果。

在此基础上进一步开展试验验证:选择不同牧场,将平衡配方粉与常乳、废奶进行调制,详细验证应用效果,为推广应用提供指导方案。重点是生产指标、营养摄入量指标、转化率指标、消化代谢研究、饲喂方案修正等。

常乳营养平衡配方粉的应用方案

1、营养平衡配方粉的意义

针对常乳存在的干物质、营养成分含量波动,蛋白能量营养结构不合理,维生素微量元素不足等缺陷,营养平衡配方粉可以起到平衡、改善、补充常乳营养成分和含量的作用。

在生产实践中,通过平衡配方粉与常乳按一定的比例(或设定标准)进行调配,使得调质液奶的主要营养水平和结构更加符合哺乳犊牛早期(液奶依赖期和过渡期)生长发育的需要,弥补(或补充)液奶存在的营养构成和含量上的缺陷,有利于促进犊牛全面发育与快速生长。

2、常乳经平衡配方粉调质后液奶的主要营养目标

主要营养目标为:干物质水平稳定、标准(14%—16%);蛋白水平提高(3.8%—4.2%);蛋白能量比率更加合理(55—60g/Mcal);脂肪含量适中,避免采食抑制(2.7%—3.1%);充足的微量营养全面提升代谢与发育。

3、哺乳期饲养策略

整体思路:依照犊牛生长发育营养需要测算标准,通过调控蛋白能量摄入水平和营养来源;控制脂肪摄入量,避免引起开食料采食抑制。液奶在早期液奶依赖阶段以满足蛋白质需要为首要目标,液奶应当满足犊牛生长发育所需蛋白能量需要(1周内);之后液奶以满足蛋白需要为主(需要量的95%—90%),能量水平可以略低于需要量,以促进开食料摄入补充能量亏欠(2—3周);随着日龄增加,犊牛进入液奶向固体饲料过渡阶段(4—5周),液奶提供营养占比逐步降低,液奶蛋白提供需要量的80%—70%,开食料营养比重增加,瘤胃发育加速;在进入断奶转换期前,开食料营养供应应该占到总干物质的50%以上;断奶转换期开食料采食大幅度增加,保证顺利断奶。

恒定液奶干物质水平是平衡粉应用的重要手段:在犊牛早期以液奶为主要食物来源时,液奶的干物质(固体)含量决定营养摄入量。Terré等报告犊牛摄入大量的高固体液奶(18%固体)体重较高,但开食料进食低,瘤胃发育与传统液奶(12.5%固体)饲喂犊牛相比明显延迟。该试验是在常乳基础上直接添加代乳粉进行的,造成试验日粮脂肪含量较高,从而影响开食料的采食。Glosson报告17.6%固体液奶大量饲喂提高了犊牛ADG、BW和饲料效率。通过在全乳中添加代乳粉增加总固体浓度会改变饲料采食和生产性能,间接影响粪便评分、表观消化率、瘤胃发育。

建议液奶干物质含量由常乳的12%左右提高到14%—16.2%。

液奶饲喂量:关于液奶饲喂量,Robert等提出1周龄犊牛应给予其体重1.5%—2%的代乳粉(0.8千克以上液奶干物质)。从2周龄到断奶给予1—1.2千克液奶干物质。液奶浓度推荐为第一周171.5克/升代乳粉(163gDM/L,13.96% DM)和第二周177.2克/升(168.3gDM/L,15.84%DM)。

因此,推荐的营养平衡配方粉调制液奶的饲喂量见表3。

第一周液奶干物质饲喂量更高,以后液奶干物质饲喂量有所控制,可根据牧场实际操作需要确定。目的是保证早期哺乳犊牛获得更高水平营养,后期适当控制液奶营养摄入;液奶以供应优质蛋白为主,同时提供适当的能量,防止液奶摄入过多而影响开食料采食。

开食料饲喂策略:早期开始摄入开食料是启动瘤胃发育的关键因素,开食料摄入量的累计和增加是瘤胃功能完善(菌群建立、上皮发育)的决定因素。从开食料饲喂方法上与常规饲喂没有实质性差异,但是增加开食料摄入量的机制上有一定的差异。

常规液奶是遵循自然发育规律,引导犊牛摄入开食料,为此提供相应的管理措施,以期其及早接触开食料,并保证开食料的供应。营养平衡配方粉调制液奶主要是从营养摄入水平上影响和调控开食料的摄入。较低的能量和脂肪摄入水平造成能量摄入的相对缺乏出现在较早的开食料摄入增长期,鼓励犊牛摄入较高水平开食料以实现能量平衡,促使犊牛在进入固体饲料转换期之前摄入较高的固体饲料干物质,为快速增重和瘤胃发育提供物质基础和营养保障。

采用平衡配方粉调制液奶饲喂给犊牛,在进入断奶转换期之前,瘤胃功能的发育更完善,可以更好地适应和利用固体饲料,顺利实现断奶。瘤胃功能的强大使得犊牛能够快速适应断奶后固体饲料的快速增加,避免断奶应激,继续保持稳定的生长速度。

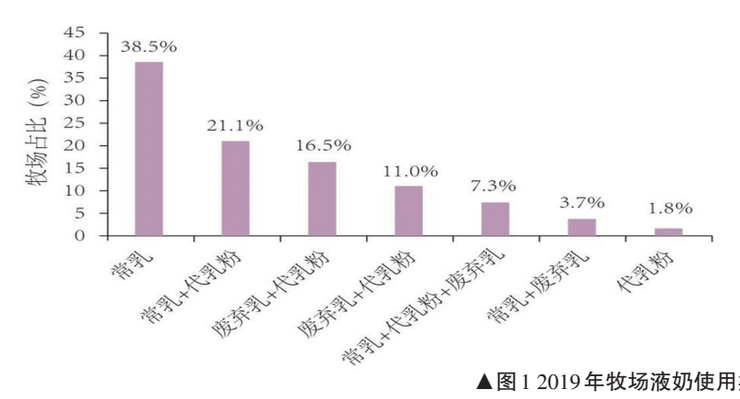
应用范例与前景展望

目前,初试产品在石家庄元氏昆仑盛泰牧场应用接近一年,生产数据表明按牧场现行饲喂模式下,平衡配方粉作为酸化废奶的补充使用,将废奶干物质调整到接近14%—14.5%水平,群饲犊牛增重提高近15%(856克 vs 960克)。牧场管理者反映犊牛饲喂高比例平衡配方粉调质奶时,30日龄后开食料采食量增加显著,体格发育良好;使用低比例平衡配方粉调制奶时,犊牛开食料采食量明显下降,表明平衡配方粉对于降低脂肪采食量抑制、提高开食料采食量起到了很好的效果,达到了满足生长发育、促进早期开食固体饲料、加速瘤胃发育的目标。

下一步笔者团队计划在牧场进行单栏饲养犊牛的生产验证饲喂试验,以准确评价犊牛液奶营养摄入量、开食料摄入量、适宜蛋能比以及不同饲喂模式与生长发育效果,进一步检验平衡配方粉的应用效果。

平衡配方粉与常乳、废奶的配合调制,有效地改善了液奶的营养成分、含量、比例,液奶营养构成更符合哺乳犊牛生长发育所需蛋白、能量、脂肪水平,更有利于促进瘤胃发育和开食料摄入。营养摄入量的增加和有效利用,带来了犊牛全面发育和快速增重。日增重改善10%—15%是可以预期的,强大瘤胃功能的建立,助力犊牛获得额外的生长潜力和营养支持,为顺利断奶、减少断奶应激、加速断奶后犊牛增重奠定了坚实基础。

(刘晓峰单位:河北绵博生物科技有限公司;李贺峰单位:河北省奶业协会)



▲图1 2019年牧场液奶使用类型

日龄(d)	3	10	20
体重(kg)	40	48	56
日增重(kg)	0.75	0.8	0.85
ME需要(Mcal/d)	3.99	4.589	5.187
CP需要(g)	251	269	287
能蛋比(g/Mcal)	62.9	58.6	55.3

▲表1 犊牛早期营养需要

项目	废弃奶	调制废奶	常乳	调制常乳
DM(%)	10	14.5	12	14.5
CP(%)	2.67	4.04	3.2	4.03
FAT(%)	3	2.53	3.5	2.68
ME(Mcal)	0.532	0.663	0.639	0.677
蛋能比(g/Mcal)	50.18	60.9	50.08	59.5

▲表2 调制结果分析(常乳与平衡奶1:1混合)

指标 \ 周龄	1	2	3
液奶饲喂量(kg)	5.8~6.5	6.2~7	6.8~7.5
干物质摄入(g)	841~942	899~1015	986~1087.5
蛋白摄入(g)	226.2~253	241.8~273	265.2~292.5
脂肪摄入(g/d)	174~195	186~210	204~225
ME摄入(Mcal/d)	3.65~4.09	3.91~4.41	4.28~4.72

▲表3 推荐的饲喂量和营养摄入水平