

直接饲喂微生物 DFMs: 事实, 设想和未来 (第一部分)

DFMs: Fact, fiction and future (Part 1)

作者: Nicola D. Walker

译自: Feedstuffs, June 11, 2007

译者: 祁贤

越来越多的资料表明DFM对瘤胃发酵和动物全面的健康、福利以及生产性能等都有积极的影响。

几十年来,瘤胃营养学家和微生物学家们一直都在努力通过调控瘤胃微生物系统和环境,来改善动物的健康、福利和生产能力。

在某些情况下,这一目的可以通过额外添加诸如离子载体等化学添加剂、抗生素或者生长刺激类激素等来达到。然而,我们已经进入了一个新的时代。由于对抗生素抗性传播的安全担忧不断上升,促生长类抗生素在欧洲已被全面禁止。世界范围的消费者压力正在促使减少肉和奶中化学残留的可能,同时也促进改善消费者对这些产品的安全意识。因此,畜牧生产者正在寻求更多的“自然的”可替代策略来改善畜群健康和生产性能。

正在使用的一种自然的可替代方法是在家畜日粮中进行直接饲喂微生物(direct-fed microbials, DFMs)添加。

这种产品最初被称之为“益生菌”,1989年食品与药品管理局(FDA)采纳了DFM这一名词,定义为“来源于活的(可繁殖的)、自然发生的微生物”,可以利用的DFM来源包括细菌、真菌和酵母菌。这些微生物必须是通常被认为是安全的,一般来源于正常健康动物肠道里的自然发生的微生物,或者是那些被证明对人类和动物无毒的并已经应用到人类食品和饮料中的微生物,只有这样才能被FDA批准在动物饲料中添加应用。

在过去的十年里,DFMs在改善动物健康和提高生产性能方面的作用已经得到了公认。饲喂DFMs时,能够观察到的反应是有变化的,但是随着能够获得的数据越来越多,有意义的积极反应方面的报道一直没有间断。在某些情况下,给奶牛、肉牛和年轻牛群中的日粮中添加DFMs,可以观察到干物质的吸收、纤维的降解、奶产量和体重的获得等都有明显的增加,肠道内PH稳定性和牛奶成份的改变都有明显改善。

这些性能的改善,归因于所有瘤胃细菌数量的增加。特别是可分解纤维素和能利用乳酸盐的微生物、瘤胃PH的稳定以及病原体竞争性的排除,这样就更好地平衡了胃肠道菌群,改善了瘤胃发酵。

在应急期、日粮转变期或者高产动物消耗高精料/低草料日粮等期间,动物的日粮中含有DFMs时,在动物健康和生产性能上通常会观察到最有意义的积极效应。

然而在某些情况下,也会观察到没有任何意义的效应。在有意义的积极反应中的这种可变性和不稳定性,可能是由于使用的DFM菌株和剂量的不同以及日

粮与动物相互作用等因素造成的。

DFM 作用模式

目前关于DFMs的确切作用模式尚不清楚，但是已经提出了几个合理的可能作用机制。当饲喂动物DFMs时，观察到的积极结果可能这些作用机制（如果不是全部的话）某些综合效应。

一些DFMs起作用被认为是由于产生了抗菌性化合物，如弱有机酸或抑制病原细菌生长的细菌素。其它的DFMs通过竞争营养物质或粘附部分，可以将病原细菌竞争性的排除。DFMs可能会产生某些营养物质或刺激生长因子，可以刺激消化道里其它有益微生物的生长；或者DFMs会产生某些酶或刺激某些酶的产生，这些酶在食物消化中可能起作用。

除了与其它微生物的相互作用和刺激作用外，DFMs也可能与宿主相互作用，刺激免疫应答，或者产生某些营养物质或生长因子，这些物质可能会刺激宿主的细胞代谢或细胞生长，如瘤胃突起的增殖。一些DFMs也可能促进新陈代谢，或者在某些抑制性化合物的解毒过程中起作用，如胺、硝酸盐或氧清除剂。

细菌性DFMs。利用细菌性DFMs并不是一个新的想法。许多年以来，当遇到停止进食的生病动物时，农民和兽医们就会健康动物体内获得瘤胃内容物，以帮助患病动物重新启动瘤胃的发酵功能。

通常用作DFM的细菌种类包括乳酸杆菌，链球菌，肠球菌和双歧杆菌，其中乳酸菌应用的最为广泛。如果涉及到瘤胃健康和生产性能，一般认为大多数这种细菌性DFMs在下消化道比在瘤胃里有更强的活性；涉及细菌性DFMs的早期研究中，大多数观察到了积极效果，这些研究是在奶犊牛中应用乳酸杆菌。

在有些情况下，在日粮中加入细菌性DFMs，会减少新生动物的腹泻发生率，较少大肠杆菌计数以及改善体重增加(Bechman et al., 1977; Gilliland et al., 1980)。在其它的一些情况下，虽然细菌性DFMs已经对青年犊牛的体重增加和瘤胃发育产生了刺激作用，但如果在应急期（如分娩或运输过程中），动物可能处于饥饿期或丧失食欲，这就会使病原菌产生机会性感染(Jenny et al., 1991; Hutchenson et al., 1980)。

据信细菌性DFMs的添加有助于动物在应急期过后正常的平衡性肠道菌群的恢复，这是由于病原性微生物的竞争性去除和生长的抑制。有几项研究表明了使用乳酸性细菌在减少病原性大肠杆菌数量和粪便排泄方面的有效性(Brashears et al., 2003; Chaucheyras-Durand et al., 2006)，这些研究确认了上述看法。

有些乳酸细菌株已经证实能在下消化道里起作用，同时据信在瘤胃中也有直接的效应。这些微生物产生的乳酸菌除了可以抑制病原体的生长外，还可能对利用乳酸盐的微生物菌群产生一个刺激性的“辅助”作用(Nocek et al., 2002)。

在这项研究中，观察到了每日胃酸分泌的减少和干物质吸收的增加。猜测这些低剂量的乳酸盐能够使利用乳酸盐的微生物维持在一个有代谢活性的数量水平；这样面对在每日进食行为中发生的乳酸盐挑战时，就能够消除更多的乳酸

盐。

进一步的研究表明这些微生物的添加，无论是单独添加或与酵母DFM联合应用，都可能对干物质的吸收和奶产量产生积极作用，同时也可以减少每日的胃酸的分泌(Nocek and Kautz, 2006; Nocek et al., 2003)。

有研究报道了单独用乳酸杆菌或与链球菌联合应用来饲喂奶牛，对奶产量也有积极的效果(Jacquette et al., 1988; Ware et al., 1988; Jeong et al., 1998)。

除了乳酸杆菌性DFMs外，已经鉴定了一些其它瘤胃细菌，这些细菌可能会被证实能够开发成一种有用的DFM，对瘤胃发酵也可能有直接的作用。

虽然目前还没有商业化，但瘤胃中能够利用乳酸盐的埃氏巨球形菌有望被用来作为一种细菌性DFM，来减少瘤胃酸中毒的发生，特别对于处于从低精料到高精料日粮的转变期的动物。

在从高草料到高精料日粮的剧烈转变过程中，瘤胃中正常数量的埃氏巨球形菌不能阻止乳酸性酸中毒的发生，这是因为它们不能利用所有迅速形成的乳酸盐。但是，如果增加这种微生物的数量，体外(Kung and Hession, 1995)和体内试验都显示了积极的有效作用。在体内试验中，或者通过培养物浸湿饲料的方式来接种动物，或者用套管直接接种动物，结果表明酸中毒可以被阻止，饲料的吸收也得到了改善(Robinson et al., 1992; Hibbard et al., 1993)。

然而，在商业操作中，仍然需要明确埃氏巨球形菌添加的剂量水平和确切时间，以确保能够减少在动物日粮转变期间发生的诱导性酸中毒。在这种微生物商业化中的另外一个问题是，这是一种严格意义的厌氧细菌，因此在日粮添加中如何保证其可繁殖活性是非常困难的。

丙酸杆菌是又一组自然发生的瘤胃细菌，对动物健康和生产性能可能会产生有益作用。资料已经表明这些微生物能够刺激乳酸和葡萄糖转变为乙酸与丙酸，因此可以改善动物的能量状态(Kung et al., 1991)。

将丙酸杆菌添加到转变期日粮中，早期泌乳动物可以改善牛奶中蛋白水平和提高奶产量，促进了代谢效率而且不影响繁殖力(Francisco et al., 2002; Stein et al., 2006)。其它一些研究也报道了日粮中单独添加丙酸杆菌或与乳酸杆菌联合应用，能够改善饲喂效率(Swinney-Floyd et al., 1999; Huck et al., 1999; Kim et al., 2000)。虽然这些微生物也能利用乳酸盐，但生长相对较慢；而且与埃氏巨球形菌不同，它们不能在低PH环境中生长。因此，在饲喂高谷物日粮期间这些微生物也不可能阻止严重酸中毒的发生。

根据宿主健康和生产性能的情况变化，这些细菌性DFMs既可以单独使用，也可以互相联合应用，或者与真菌性或酵母性DFMs联合应用。

酵母DFMs. 酵母及其酵母培养物，如啤酒酵母，在动物饲料中作为补充物质已经有好多年历史了，主要是由于它们含有很高的蛋白质和维生素。然而，最近一段时间，开始应用活的酵母细胞来改善和提高动物健康与生产性能，这方面的作用已经得到了公认。

绝大多数的酵母DFMs来源于酿酒酵母属。现在有两种不同的酵母制备物已经能够商业提供，这些产品大多数含有活的、可繁殖的酵母细胞，可以通过其代谢活动对动物瘤胃发酵产生益生菌效应。有活性的干性酵母是一种纯的干燥产品，含有活的、可繁殖酵母细胞（多达每克 15×10^9 个细胞），没有添加谷物或填充剂；以这种方式进行干燥处理可以维持酵母的发酵活性。

但是，酵母培养物既含有酵母又有酵母生长的培养基，相对来说可繁殖的细胞不多。不像活的干性酵母能够在瘤胃中发挥代谢活性，酵母培养物对瘤胃发酵没有益生菌效应。上面讨论过的DFMS作用方式和特性可以应用到有活性的干性酵母上。

将细菌性DFMs添加到瘤胃日粮中，观察到的一些主要效果与其可以增殖和吸附到消化道粘膜细胞壁上有关，这样就可以竞争性的去除病原生物体，也可以在下消化道发挥作用。但是活的酵母并不能够在消化道里有效地增殖(Chaucheyras-Durand et al., 1998)，可能在瘤胃里活性最高，对瘤胃微生物数量有积极的刺激效果，也可以改善瘤胃发酵。

酵母虽然不能有效的在瘤胃里增殖，但可以在瘤胃流体里保持代谢活性达48小时(Kung et al., 1997)。添加酵母对动物性能的积极作用的观察重点必须是能够增加细菌数量以增加纤维降解率，能够更有利于发酵的平衡，而且能够增加瘤胃里氮的流出。针对酵母DFMS可能对瘤胃产生的积极影响，现在已经提出了许多不同的方法，

体内和体外试验都发现，添加酵母DFMs可以增加整个可培养细菌的数量，特别是降解纤维和利用乳酸的细菌可以被酵母DFMS有效的刺激。分别对新出生的常规羔羊和饲养的无菌羔羊添加酵母DFM，来完成瘤胃早期的和更稳定的定植与成熟(Chaucheyras-Durand and Fonty, 2001; 2002)。在这些研究中，降解纤维的细菌数量也增加了，这说明由于酵母能够提供一些必需的营养物质，因此改善了这些微生物的生长条件。

上述研究中，发现经过处理的动物其氧化还原作用也较少了(Chaucheyras-Durand and Fonty, 2002)，这是由于酵母能够清除和利用任何存在的氧，改善了瘤胃里的厌氧环境，优化了那些对氧敏感、能降解纤维的微生物的生长环境。虽然瘤胃本质上被认为是一个厌氧环境，但在瘤胃气体里(McArthur and Miltimore, 1962)和溶解的内容物里(Hillman et al., 1985)都有一定程度的可检测氧的存在。

不同的酵母菌株有不同的氧利用能力。在瘤胃模拟发酵罐里，这种不同的氧利用能力与它们刺激细菌数量增长的能力差异有相关性(Newbold et al., 1996)。

纯培养研究表明，添加活的酵母细胞，可以刺激一些重要的可降解纤维的细菌（如产琥珀酸丝状杆菌和瘤胃真菌）(Callaway and Martin, 1997)和可溶解纤维的瘤胃真菌（如厌氧真菌）(Chaucheyras et al., 1995a)的生长。这可以解释为何添加酵母DFMs后，在一些动物里能够观察到纤维降解能力和干物质吸收能力的增加。研究表明，不仅酵母的氧消除能力可以改善这些微生物的生长条件，而

且酵母能够提供一些必需的生长因子,比如维生素、有机酸和氨基酸等(Callaway and Martin, 1997)。

由于对可降解纤维的微生物数量的积极影响,酵母补充物可能会被证实对消耗高草料日粮的动物同样也是有用的。

添加酵母对动物生产性能的影响结果在过去的报道中变化很大,可能是由于试验中使用的酵母菌株、日粮和动物都有所不同,导致试验结果的不一致,因此在这些不同的试验中对数据进行比较是非常困难的。但是,最近越来越多的资料都支持这一结论,即添加酵母对生产性能(特别是奶牛)有潜在的益处。

对初产和经产奶牛添加活的酵母,与对照组相比,试验组的奶产量有所改善(每头奶牛每天增加1公斤)(Haimoud-Lekhal and Chevaux, 2002)。在进一步的试验中,用同一酵母菌株在肉牛和奶牛中添加,结果在干物质吸收和纤维素分解能力方面也都观察到了积极的效果(Schwartz and Eittle, 2002)。

与没有处理的对照奶牛相比,添加酵母DFM的处理奶牛在过渡期和产后对干物质的吸收能力也都有所提高,因此产后体重丢失较少,而且达到产奶高峰的时间也很迅速(Dann et al., 2000)。

除了对成年反刍动物干物质吸收方面的影响外, Lesmeister (2004)等报道了新生奶牛添加酵母DFM后在食物吸收能力方面也有相似的积极提高。在此项研究中,也观察到瘤胃发育和体重增加情况都得到改善和提高。因此,酵母DFMS对瘤胃发酵和动物生产性能都有重要的积极影响。