

MOET 技术在家畜育种中的应用

王希朝, 王光亚

(西北农业大学动物科学与动物医学学院, 陕西杨陵 712100)

S814.
S813.2

[摘要] 概要介绍了 MOET 技术在家畜育种中的应用情况, 包括 MOET 技术在国内外家畜育种中的应用现状、MOET 核心群育种的方式及意义、MOET 核心群育种研究进展和应用、MOET 技术进行家畜育种时应注意的 4 个方面(外源激素与超排、超排反应与胚胎质量、MOET 与疾病传播、MOET 与育种效益等)。

[关键词] MOET, 核心群, 家畜育种, 应用

[中图分类号] S814.8 **[文献标识码]** A

MOET (Multiple Ovulation and Embryo Transfer) 技术即超数排卵和胚胎移植技术, 是 70 年代才发展起来的生物高新技术。Sharif^[1]认为, 体外胚胎的生产、MOET 及胚胎分割等 3 项技术可能是目前最能够迅速提供实践应用以提高某个国家家畜数量的 3 项技术。从 50 年代开始, 许多国家为了加快家畜生产性能改良的步伐, 纷纷建立了后裔测定育种体系, 并主要在奶牛上得到了最好的应用。但是随着后裔测定选择的不断进行, 单胎动物的母畜繁殖力低下成为限制进一步提高家畜遗传进展的主要因素。MOET 技术则很好地打破了这一限制, 为进一步提高家畜育种进程提供了一个新的技术保证。

国外应用 MOET 技术, 使优秀母牛资源得到了充分利用。应用 MOET 技术生产了大量后裔测定公牛, 加拿大已占 58%, 美国、法国分别占 50%^[2]。每年世界各国牛胚胎移植可能远超过 35 万头。其他家畜胚胎移植数量相对较少, 全世界绵羊和山羊主要进出口的胚胎数量约为牛的 5%~10%^[3]。我国在应用 MOET 技术选育高产黑白花奶牛的研究和建立中国西门塔尔牛开放育种核心体(ONBS)方面都取得了较大进展^[2]。在“八五”期间, 作为国家科技攻关专题, 在北京市中心良种场实施了 MOET 核心群育种方案, 经过 5 年的努力, 建立了由 270 余头优秀 ET 母牛组成的核心群^[4]。截止 1995 年, 包括加拿大在内的几个国家已在奶牛或肉牛上合作, 应用 MOET 技术进行后裔测定促进遗传改良, 仅加拿大就生产出 55 个带有突出世代间隔的完全的全同胞家系, 用来进行测定的公牛数比流行的后裔少 19%^[5]。1997 年在新西兰, 研究人员已把 MOET 应用于鹿的育种^[6]。Williams 等^[7]于 1998 年已尝试应用 MOET 技术来生产感染地方性流产(EAE)母羊的无病小羊且获得了成功, 这为利用感染母畜进行家畜的遗传改良开辟了道路。所以, MOET 技术在家畜育种工作中有着非常广阔的应用前景。

1 MOET 核心群育种的方式及意义

“MOET 核心群育种方案”(MOET Nucleus Breeding Program)的主要特点是, 在一

[收稿日期] 1999-04-05

[作者简介] 王希朝(1970—), 男, 硕士研究生

个群体内,集中一定数量的优秀母牛,形成一个相对的闭锁群体,群体内完全通过 MOET 技术进行繁殖。高强度地利用最优秀的公牛和母牛,并以培育出用于全群的种公牛为主的育种目标。由于借助超数排卵和胚胎移植手段,可使 1 头公牛除了有大量半同胞外,还有大量的全同胞姐妹。核心群育种的基本特点是,主要的育种措施集中在较小的高产牛群中或少数牛场中实施。它便于严格地实施育种方案,进行准确的性能测定,而且可以测定一些在大群体中无法测定的性状,例如采食量^[8]。Nicholas 等^[9]最先提出了将 MOET 技术与核心群育种相结合的新的奶牛育种体系,他们考虑问题的出发点是,在一个高产母牛组成的核心群中,所有母牛都是用来或作为胚胎移植的供体母牛、或作为受体母牛,按照一个特定的方案实施,实现“MOET 核心群育种方案”,可望获得一个很大的遗传进展,而且育种成效完全超过了常规的 AI(Artificial Insemination)育种方案。这一结论在其后的许多研究中也得到了证实^[10~14]。MOET 核心群育种方案将胚胎生物工程技术与核心群育种的优点结合起来,除了可以提高母牛的繁殖力外,主要是考虑可以缩短世代间隔,且使母牛像鸡和猪那样,生产出可用于育种值评估的全同胞组。这样就可以放弃传统的后裔测定方法,而主要通过祖先和同胞的信息对公牛进行遗传评定,这样选择的准确性与后裔测定相比虽然有所下降,但是缩短了世代间隔。这种育种体系提出之后,受到了世界各国育种者的普遍关注,在一些国家,如加拿大、德国、英国、荷兰、丹麦等,实施了不同形式的 MOET 核心群育种方案^[4]。在我国,权富生^[15]根据陕西马海毛山羊的育种计划,设计了马海毛山羊 MOET 育种方案,且预估了其遗传进展。1997 年,张沅^[6]规划了奶牛 MOET 核心群育种的数学模型、计算方法和基本参数,并由此设计出了奶牛 MOET 核心群育种的技术路线。1996 年,权富生等^[16]又建立了 MOET 效益层次分析的数学模型,并运用计算机对 MOET 在生产中实际应用的效益进行分析,使 MOET 育种工作步入更加科学的阶段。

2 MOET 核心群育种研究进展

Land 和 Hill 首次研究了胚胎移植在肉牛遗传改良中的作用,他们在封闭的群体中,应用胚胎移植的遗传进展增长速度比常规育种体系高 100%^[17]。Nicholas 等^[9]对青年型、成年型 2 种育种方案进行了研究,据计算,产奶量的遗传进展比后裔测定体系可以提高 30%~89%,青年型 MOET 的进展高于成年型。虽然从以后多个学者的研究和模拟试验得出的结论来看,MOET 核心群的选择反应并没有先前期望高,而且利用 MOET 手段在遗传改良产生实质性提高的同时,亦产生可以接受的近亲率上升^[18],但是和常规后裔测定体系相比,其遗传进展提高的幅度还是相当可观的。现行的后裔测定体系理论上的遗传进展也明显高估,高估的主要原因是没有考虑由于亲本和祖先的选择造成的方差下降,被高估的程度取决于遗传力、选择准确性和选择强度^[17]。1995 年,权富生^[15]在进行陕北马海毛山羊 MOET 育种计划方案时,假定参加杂交的陕北土种山羊为 10 000 只,繁殖产羔率、成活率为 100%,世代间隔土种山羊为 1.93 年, F_1 、 F_2 和 F_3 及安哥拉山羊均为 2.34 年, F_2 代不加选择,母羊全部作供体,每个供体每年超排 1 次,按其现有水平,每个供体每年可得到 3.6 只胚胎移植后代。由此比较了陕北马海毛山羊一般繁殖与 MOET 计划下繁殖增长情况的不同(表 1)。

表 1 一般繁殖与 MOET 计划下繁殖增长情况比较

项目	基础母羊/只	后代母羊/只		积累时间/年
		一般繁殖	MOET 繁殖	
土种	10 000	5 000		0
F ₁	5 000	2 500		1.93
F ₂	2 500	1 250	4 500	4.27
F ₃	1 250			6.61

若 F₂ 代的基础母羊群为 500 只,要得到 1 000 只的 F₃ 代基础母羊,一般繁殖需要 6.9 年,实施 MOET 计划后则只需 1 个世代 2~3 年。他指出,有效地实施 F₃ 代横交 MOET 计划及新品种群的 MOET 计划,以后备母羊作供体,在规模较大时,可使育种时间缩短 3~4 倍。

到目前为止,对于 MOET 核心群可能带来的遗传进展理论和模拟研究都假设能够获得 1 个中等到高的 MOET 率。在实践中达到这一水平可能有些困难,根据 Leitch 等^[19]对牛大量现场资料的统计,胚胎回收的成功率为 70%~80%,每次成功的冲卵平均可获得 5 个胚胎。要获得高数量的胚胎必须对供体进行多次超排处理,这样就增加了世代间隔。体外受精(In Vitro Fertilization, IVF)技术的发展和可以在不增加甚至减少世代间隔的基础上获得大量胚胎,能够充分发挥优秀母畜的遗传潜力。体外受精技术可以克服许多低 MOET 率的问题,使 MOET 方案的预期进展得以实现,同时其发展可以降低胚胎生产费用,在不增加世代间隔的情况下实现复杂的交配系统。在任何一个育种体系中,群体每年的育种进展取决于 4 个因素,即选择强度、遗传方差、估计育种值的精确性和世代间隔^[20]。张勤等^[4]1997 年通过对 MOET 育种过程的模拟得出结论,欲使 MOET 核心群内公牛的遗传评定精确性达到 0.6,全同胞姐妹数要在 8 个以上,群体规模要在 320 以上。Wyler 等^[21]通过对山羊育种动物模型的模拟得出结论,在 MOET 育种时,每年选择 4~6 头公畜和 32~128 头母畜,为了获得 256 头产羔量,每个母羊的后裔数为 8 头(成功的 MOET)至 2 头(自然育种)。Pribyl^[22]认为,应用标记辅助选择法(marker-assisted selection, MAS)与大范围测定畜群相联系,可特别适用于 MOET 方案。张沅^[8]认为,在 MOET 核心群育种过程中,在核心群外附设测定群可以提高育种值估计的准确性,并由此可提高育种成效,这一育种措施对低遗传力性状的选择是十分有利的。他还认为,带有测定群的 MOET 核心群育种方案系统显著优于地区性的人工受精(AI)育种方案。

有效的 MOET 核心群育种方案取决于高 MOET 率的获得,需要超排和冲卵等技术上的保证。目前对牛来说,MOET 率还不是很高,但胚胎移植及其相关技术的发展会克服这一问题,现在已有在某些群体或实验室取得牛高 MOET 率的报道。供体母牛需要多次超排处理,才能与多个公牛配种,这会增加世代间隔,也会降低胚胎产量的变异性,这对一个有效的 MOET 核心群育种方案是重要的。对冲卵次数和世代间隔需要根据实际情况作出选择。对于羊来说,从笔者小群体试验的结果来看,高繁殖力的羊如布尔山羊及其与关中奶山羊的杂交一代母羊,由于每只羊平均每次可冲出 9 枚以上的可用胚,而且极少出现胚胎回收失败的情况,所以就不存在 MOET 育种体系增加世代间隔的问题^[23]。

虽然在 MOET 核心群育种的研究中,所用的模型、计算方法、核心群规模和所考虑的因素等各不相同,所得结果也有一定差别,但 MOET 核心群体系的遗传进展高于常规后

裔测定体系却是共同的结论。对于如何应用 MOET 加快家畜改良速度的许多问题还有待于进一步研究,究竟用何种方案,需要根据实际情况对交配制度、冲卵次数、遗传进展、群体规模、育种效益等全面考虑,进行优化育种规划研究,在实践中可能几种体系综合应用效果会更好^[24]。

目前的研究主要集中在奶牛上,主要是出于经济上的考虑。这并不是说这些理论不适用于其他家畜,对母畜繁殖力低、世代间隔长的家畜来说,MOET 有更重要的育种应用价值。早在 1989~1990 年澳大利亚牛的胚胎移植数已接近 40 000 枚,主要用于肉牛业,1992 年已占 MOET 的 75%,绵羊 MOET 自 1987 年以来达到显著发展,MOET 技术几乎 100%都用于美利奴羊上,其中 98%为新鲜胚胎。MOET 于 80 年代早、中期被广泛用在山羊上,主要是用来扩增安哥拉山羊数,通常以野生山羊作为受体,仅 1987 年就移植了约 10 000 枚胚胎^[25]。1989~1990 年澳大利亚 MOET 的商业应用情况如表 2。

表 2 澳大利亚 MOET 在家畜商业上的应用情况^[25]

家畜	处理 供体数/只	移植 胚胎数/枚	每次冲卵的 可用胚/枚	受胎率/%	
				鲜胚	冻胚
牛	7 300	38 900	6.2	61	51
绵羊	3 000	17 300	6.2	60	57
山羊	300	4 900	8.1	56	45

MOET 方案能提高母牛繁殖率,有效地把牛变成多产品种。也可用于猪、禽核心群。在发达国家中,这种核心育种计划必须与后裔测定计划进行比较,而在发展中国家,后裔测定工作基础差,成功的机会少。MOET 方案可为地方品种或改良品种的遗传改良提供可靠途径。使用 MOET 方案时要求单项技术水平较高,需要有一定的设备条件。但比大规模采用常规方法的后裔测定以及技术水平低的其他方法还是容易些^[26]。

3 应用 MOET 技术进行家畜育种时应注意的问题

采用 MOET 技术进行家畜育种可以显著加快遗传改良的步伐,但 MOET 所带来的问题也不容忽视,在实际工作中对以下问题应予以注意。

3.1 外源激素与超排

在超数排卵的实际应用中,常使用的外源性激素是马绒毛膜促性腺激素(eCG)和猪促卵泡素(FSH),这 2 种激素都是提纯的生物制剂。超排程序虽已成型,但对供体牛来说这种超强刺激的处理仍很难控制。接受超排处理的供体牛有 15%~20%在配种后的 6~8 d,用非手术法回收不到可用胚胎。经超排处理的供体牛,各个不同阶段包括卵母细胞的最后成熟和子宫发育直到第 7 天回收胚胎为止,外源促性腺激素都起着作用,这些变化有的可通过外周血孕酮和 LH 浓度反映出来,而另外一些变化则不明显,其最终结果是卵母细胞、早期胚胎及相应的微环境受到严重影响^[27]。

3.2 超排反应与胚胎的质量

有人认为,超排处理的牛获得的胚胎存活力总不如未处理牛,超排反应越好,产生优质胚胎的可能性就越小;也有人持相反的观点,认为胚胎的质量必需用移植后的存活力来衡量,与供体实际排卵数无关。丹麦 MOET 项目证实,超排反应可能影响实际冲出胚的效

果,而无论是鲜胚还是冻胚移植后的妊娠与供体超排反应好坏无关^[27]。

3.3 MOET 与疾病传播

用 MOET 技术进行育种生产,确实可以传播诸如牛的病毒性腹泻(BVD)之类的疾病^[3]。除了供、受体间通过胚胎传播的途径外,还有收集、冲洗、冷冻和解冻胚胎的器械及培养液被病原体污染的可能性。胚胎移植使用的培养液、激素、酶(如血清或血清白蛋白)等生物制品也应考虑来源问题。

3.4 MOET 与育种效益

据权富生等^[16]的模拟分析可知,对胚胎移植效益影响最大的是技术因素,其中超排效果和移植成功率影响最大。所以在实施 MOET 育种方案之前,首先应予以考虑的是技术力量的组织,其重点应放在人员培训、所用模型、技术路线设计和科学分析方法上。

[参考文献]

- [1] Sharif H. Application of biotechnological breeding techniques in livestock animal production strategies in the challenging environment[R]. Serdang, Selangor (Malaysia): The Malaysian Society of Animal Production, 1993. 10~23.
- [2] 张嘉保,刘 健. 胚胎工程在肉牛生产中的应用及发展趋势[J]. 黑龙江动物繁殖, 1998, 6(2): 39~40.
- [3] Wrathall A E. 家畜胚胎移植与疾病传播[M]. 陈善军. 草食家畜, 1995, (3): 4~5.
- [4] 张 勤,张 沅. MOET 核心群内个体遗传评定精确性的模拟分析[J]. 畜牧兽医学报, 1997, 28(2): 103~107.
- [5] Lohuis M M. Potential benefits of bovine embryo manipulation technologies to genetic improvement programs [J]. Theriogenology, 1995, 43(1): 51~60.
- [6] Goosen G J, Fennessy P F, Mathias H C, et al. Gestation length in pere David's × red deer hybrids [J]. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 1997, 57: 225~227.
- [7] Williams A F J, Beck N F G, Williams S P. The production of (enzootic abortion of ewes) EAE-free lambs from infected dams using multiple ovulation and embryo transfer[J]. Veterinary Journal, 1998, 155(1): 79~84.
- [8] 张 沅. 中国荷斯坦牛 MOET 核心群育种规划的研究[A]. “八五”国家农业科技攻关论文选萃[C]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 439~449.
- [9] Nicholas E, Smith C. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting[J]. Anim Prod, 1983, 36: 344~353.
- [10] Kunzi N, Pfefferli S. In what direction is swiss cattle production headed[A]. Ten postulates on the future of swiss cattle production[C]. Bern, Gesellschaft Schweizerischer Landwirte, 1983. 25~64.
- [11] Woolliams J A, Smith C. The value of indicator traits in the genetic improvement of dairy cattle[J]. Anim Prod, 1988, 46(3): 333~345.
- [12] Christensen D A. High sulfur related thiamine deficiency in cattle: a field study[J]. Canadian Veterinary Medical Association, 1989, 30(2): 139~146.
- [13] Teepker G, Smith C. Efficiency of MOET nucleus breeding schemes in selecting for traits with low heritability in dairy cattle[J]. Anim Prod, 1990, 50(2): 231~220.
- [14] Bovenhuis H, Verstege A J M. Improved method for phenotyping milk protein variants by isoelectric focusing using phastsystem[J]. Neth Milk Dairy J, 1990, 43(4): 447~452.
- [15] 权富生. 陕北马海毛山羊 MOET 育种计划方案的设计及遗传进展预估[J]. 草食家畜, 1995, (4): 22~24.
- [16] 权富生,王光亚. 影响胚胎移植效益的因素分析[J]. 甘肃农业大学学报, 1996, 31(4): 391~394.
- [17] 王立贤,张 沅. MOET 在家畜遗传改良中的作用[J]. 草食家畜, 1995, (2): 1~4.
- [18] Nicholas F W. Genetic improvement through reproductive technology[J]. Animal Reproduction Science, 1996,

- 42:1~4,205~214.
- [19] Leitch H W, Burnside E B, McBride B W. Proc. 4th world Congr of genet[J]. Appl to Lives Prod, 1990, 14: 271~282.
- [20] Falconer D S. Introduction to quantitative genetics[M]. 2nd ed. New York: Longman Inc, 1981.
- [21] Wyler A, Stranzinger G, Graser H U. Nucleus herds and embryo transfer for goat breeding[J]. Agrarforschung (Switzerland), 1996, 3(1): 10~13.
- [22] Pribyl J A. Way of using markers for farm animal selection[J]. Zivocisna-Vyroba-UZPI (Czech Republic), 1995, 40(8): 375~382.
- [23] 王希朝, 王光亚, 赵晓娥. 布尔山羊与布奶杂一代山羊超数排卵试验[J]. 动物医学进展, 1999, 20(2): 40~42.
- [24] Steane D E. Potential benefits of improved breeding programmes [J]. Brit Crop-Prot Counc Monograph Biotechnol Appl Agric, 1985, 32: 79~88.
- [25] Gareth V. 繁殖技术在澳大利亚畜牧业中的应用[J]. 马玉昆, 陶 涛. 国外畜牧科技, 1992, 19(3): 16~20.
- [26] 尹镇华. 育种能大幅度提高家畜生产率[J]. 国外畜牧科技, 1994, 21(5): 36~38.
- [27] Greve T, Caffesen H. 外源激素给胚胎移植带来的问题[J]. 梁冠生译. 草食家畜, 1995, (3): 7~8.

Application of MOET in livestock breeding

WANG Xi-chao, WANG Guan-ya

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Northwestern
Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper briefly introduces the utilization of MOET in livestock breeding, including present internal and external MOET application situation of domestic animals, methods, significance and study progress of MOET nucleus breeding. Some facets should be noted when applying MOET in domestic animal breeding (external hormone and superovulation, responses of multiple ovulation and embryo quality, MOET and disease broadcasting, and MOET and breeding profit), in order that MOET can be applied in livestock breeding schemes better.

Key words: MOET; nucleus; livestock breeding