



母猪与公猪的营养



WH Close

DJA Cole 主编

王若军 主译

中国农业大学出版社

•
Nutrition of Sows and Boars

母猪与公猪的营养

WH Close 主编
DJA Cole
王若军 主译

中国农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

母猪与公猪的营养/(英)克劳斯,科尔(WH Close, DJA Cole)主编.王若军主译.
—北京:中国农业大学出版社,2003.3

ISBN 7-81066-609-6/S·442

I. 母… II. ①克… ②科… ③王… III. ①母猪-饲养管理 ②公猪-饲养管理
IV. S828

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第013614号

著作权合同登记:图字01-2003-1118号

出版 中国农业大学出版社
发行 新华书店
经销 新华书店
印刷 涿州市星河印刷有限公司
版次 2003年3月第1版
印次 2005年5月第2次印刷
开本 16 印张 20.5 千字 373
规格 787×980
印数 5 501~7 500
定价 60.00元

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路2号 邮政编码 100094

电话 010-62732633 网址 www.cau.edu.cn/caup/

前 言

所有家畜的营养知识,绝非一成不变。基因型本质的变化,以及人们对动物福利、环境和消费者有关终成品方面态度的变化对动物生产构成压力,也需要我们提供更多的信息来解决这些问题。

超级基因型家畜选择时,毫无疑问,对动物的生产特征和胴体质量非常关注。但是对繁殖性能却未给予充分的考虑。瘦肉生产效率是人们进行选择的重点指标之一,但选择结果导致现代基因型母猪食欲的减少,这一点在泌乳阶段是一个非常严重的问题,并且与现代种用母畜的泌乳潜能相矛盾。上述问题在炎热的季节更加严重,而且越来越多的人认识到,需要寻找环境方面的解决方法,而不要完全依赖营养的变化。

编辑本书的想法,来自作者们编辑TCORN 报告(营养与反应委员会报告)。虽然本书的有些信息来自上述报告,但本书的大部分内容还是第一次出现。

ARC(1981)出版最后一次综述后,一些新的研究结果清楚地表明本版高估了妊娠母猪的营养需要,而计算泌乳母猪的能量需要方面存在一些错误之处。另外,本版对公猪的特别需要一点未予考虑。为此,在TCORN 之下成立了一个小的工作组来校正这些错误,并于1990 年出版了有关的报告(AFRC-TCORN,第4 号报告,母猪与公猪的营养需要)。但该报告未对性成熟前母猪、泌乳母猪或断奶母猪给予任何考虑,也未曾评价和分析育种、畜牧技术、管理以及环境措施的变化与新进展对现代母猪营养需要与反应的影响。

本书便是在此前提下编辑出版的。它较详细地提供了母猪和公母繁殖期间各阶段的有关信息。其目的在于独立和严格地综述相关的资料,并就种用母猪和公猪的营养需要与反应方面的推荐量予以更正。其中综述了有关猪营养与反应方面的最新进展,确立了营养需要,评定了代谢对短期和长期繁殖性能的影响,建立了营养、内分泌状况和繁殖性能之间的关联。同时,本书也提供了有关的信息来设计满足母猪不同情况下营养需要的饲养策略,以及建立预测营养反应的模型。最后,本书列举了良好生产、健康和福利状况下实用的繁殖性能指南和指标。

本书作者感谢 PH Brooks 编写了第7 章,感谢 TA van Lunen, M Putnam, PJ Booth 和 F Roberts 分别编写了第4,6,8 和第11 章。也对 MA Cole, AC Edwards 和 JE Pettigrew 提供的日粮信息表示感激,对诸位给予帮助和提供信息的所有同仁深表谢意。

目 录

1 绪论	(1)
2 配种前的后备母猪	(6)
3 能量:反应与需要	(23)
4 蛋白质与氨基酸	(57)
5 矿物质	(78)
6 维生素	(103)
7 水的供应	(132)
8 食欲	(149)
9 日粮	(170)
10 需要量与反应的模型建立	(191)
11 公猪	(212)
12 实用饲养策略	(242)
13 附录	(273)
14 索引	(311)

1 绪论

传统观点认为,营养对繁殖家畜的影响只是简单的投入-产出关系,并仅以每头母猪每年育成仔猪数作为生产性能参数来衡量这种关系。目前,营养问题变得更加复杂,不但要考虑营养对生产性能的影响,还需考虑其对动物福利、环境污染、粪便处理、家畜健康以及产品质量的影响。因此,动物营养已成为融渗透性和活跃性于一体的学科,它反映了繁殖和与生产性能相关的各种问题。

养猪生产上的最大成就之一,就是经过近30年的努力,将每头母猪每年产仔数由16提高到22(表1.1)。有趣的是,这一成绩并非主要通过提高窝产活仔数来实现,而是通过加强营养知识传播,改善日粮配方,改善经营、管理、畜舍条件和提高农场主的技能,以及对家畜健康护理认识的提高等途径来实现。其中早期断奶是一个有益措施。基于对猪营养生理了解更加深入,我们可以采用更具体的措施,考虑单个畜体的营养需要和家畜生活环境的营养损耗,将其用于在不同生产条件下饲养的公猪和母猪。

表 1.1 1970—1999 年母猪生产性能的变化

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1999
窝数/(头·年)	1.9	2.0	2.18	2.25	2.23	2.25	2.25
产活仔数/窝	10.3	10.4	10.3	10.4	10.7	10.8	11.0
哺育仔数/(头·年)	16.3	17.5	19.8	20.9	21.1	21.6	22.0
年淘汰(%)	—	33.9	35.9	38.1	40.0	42.6	42.0
100 kg(P_2 ,mm)	—	22	19	14.5	13.0	11.5	11.0
FCR(g/g)	3.8	3.4	2.9	2.8	2.70	2.58	2.61

取得这些认识意义重大,它确保我们使营养随着动物生理的改变而改变。例如,由于对促进瘦肉生长基因的筛选,不仅改变了瘦肉生产的饲料效率,也改变了母猪的代谢状况,这导致畜体更瘦。从过去29年的统计数据(表1.1)来看,根据背膘厚度减少程度我们发现,这29年,母猪体脂降低了50%。这不仅改变了畜体的代谢需要,也使得现在的基因型较其祖先对营养更加敏感。过去的母猪,它们在繁殖周期开始时有充足的体储,这些都有助于缓解其在营养极度匮乏和营养供给未满足畜体需要时的压力。对于新型现代母猪来讲,由于对瘦肉型基因的选择会降低家畜自由采食量,导致营养需要与供应之间的负平衡情况更加严重。因此,确立适当的后备母猪选择标准,是确保其在繁殖周期初有充足体储,以避免后期出现问题的关键(第2章)。另外,在设计营养供应策略时,一定要考虑家畜整个繁殖周期及一生的生产性能,而不单是某一阶段的营养需要。

营养需要

表1.2 简要列出了现代母猪基因型的一些变化。这些变化导致母猪的营养需要也发生了变化。然而,已建立了一套可以将这些变化加以考虑的计算方案。即用析因法计算家畜需要量,它既考虑了家畜机体需要(维持需要),又考虑了以窝产仔数、断奶窝重、产乳量、母猪体重和体成分的变化为指标的生产性能的综合需要。这种体系已用于计算不同体重和生产性能的家畜能量和氨基酸的需要,详见第3章,第4章和第11章。计算需要量和反应的简要过程见第10章。

表1.2 现代母猪的发展变化

- 体成分的变化:瘦肉:脂肪比例提高
- 成熟体重更大
- 头几胎生产压力增大,以获取高瘦肉率的胴体
- 窝产仔数更高,仔猪成活率更高
- 泌乳量更多
- 采食潜力下降
- 营养需要个体差异增大
- 营养管理上,灵活性降低
- 不同胎次间的“连带”效应更强
- 家畜对营养、环境及管理上的“应急因子”更敏感

这一体系不仅全面考虑了“常量营养素”,如能量、氨基酸、矿物质(钙、磷等)的需要,也考虑了在繁殖和泌乳方面具有战略意义的微量元素和维生素的需要。新型基因型猪只的这些需要见第5章和第6章。

营养与内分泌

关于营养对繁殖机能的作用的早期认识主要是基于经验研究。经验研究主要是确定低营养和高营养水平对家畜繁殖性能的影响。随后是更机械的研究,这种研究试图将母猪的营养状况与不同繁殖标准(窝仔数,窝仔情况,断奶至发情间隔,泌乳量)的代谢和内分泌特点建立联系。代谢和内分泌对营养调控的反应灵敏度,将随家畜的具体繁殖阶段和生殖激素水平的变化而变化(图1.1)。

妊娠期的营养目的,主要是实现高产仔数、体增重和体储备,增加仔猪断奶成活率。因此,必须要清楚营养怎样通过改变代谢和内分泌影响仔猪。研究表明,这似乎与胰岛素关系密切。因此,日粮的配制应能促进胰岛素分泌,这在泌乳期和断奶后期尤为重要。胰岛素可以刺激卵泡发育和断奶后LH及FSH的分泌。胰岛素也与孕酮

分泌有关,而后者会影响妊娠早期蛋白在子宫内的分泌。这些子宫蛋白(USP's)如子宫铁蛋白和视黄醇结合蛋白,将促进胚胎的存活。由此可见,营养和代谢底物通过影响繁殖的诸多环节,来影响窝产仔数。这些关系列于图1.2。

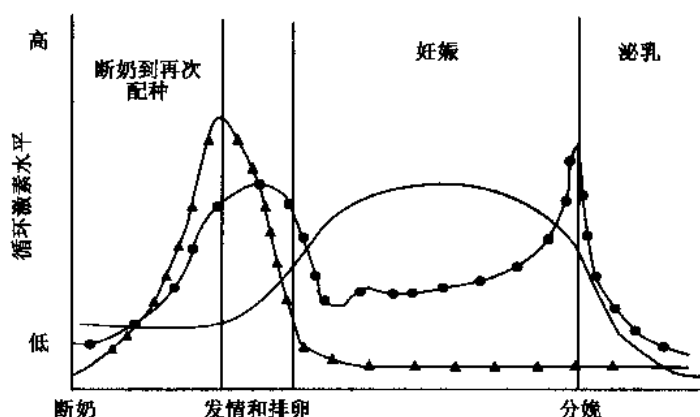


图 1.1 母猪繁殖周期中循环的激素水平,孕酮 FSH, LH(▲), 雌激素(●)

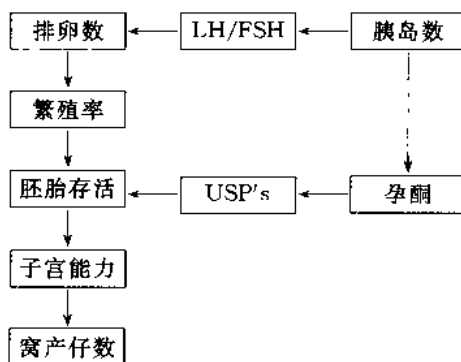


图 1.2 影响母猪窝产仔数的因素

泌乳期的饲养目的是提高仔猪成活率和断奶体重(不包括仔猪后期的生长速度),同时保证母猪断奶时体重和体况,以促进再次发情。泌乳期母猪的代谢状况、合成或分解,对卵巢发育以及LH和FSH的分泌有重要影响,因此对断奶至发情间隔和随后的繁殖力意义重大(图1.3)。由此可见,泌乳期母猪营养状况对仔猪从生长发育到屠宰都有重大影响,也影响母猪的繁殖潜力和一生的生产力。

营养:对母猪和仔猪生产性能的影响

计算母猪的营养需要对农场制定饲养策略和适宜的日粮采食量有着重要意义

(第9章,第12章)。尤其对控制妊娠母猪采食量,使其低于最大采食量意义重大,同时对怀孕每一阶段养分的正确供给也有重要意义。若不能做到这一点,不但会影响子宫内胎儿的生长发育,还会影响仔猪出生重、体储备和成活率。事实上,任何一个农场的新生仔猪成活率,在很大程度上由仔猪的体储备决定,这是因为只在孕期才能形成这些体储备,并且它们取决于母猪在妊娠期的代谢状况和营养采食量。

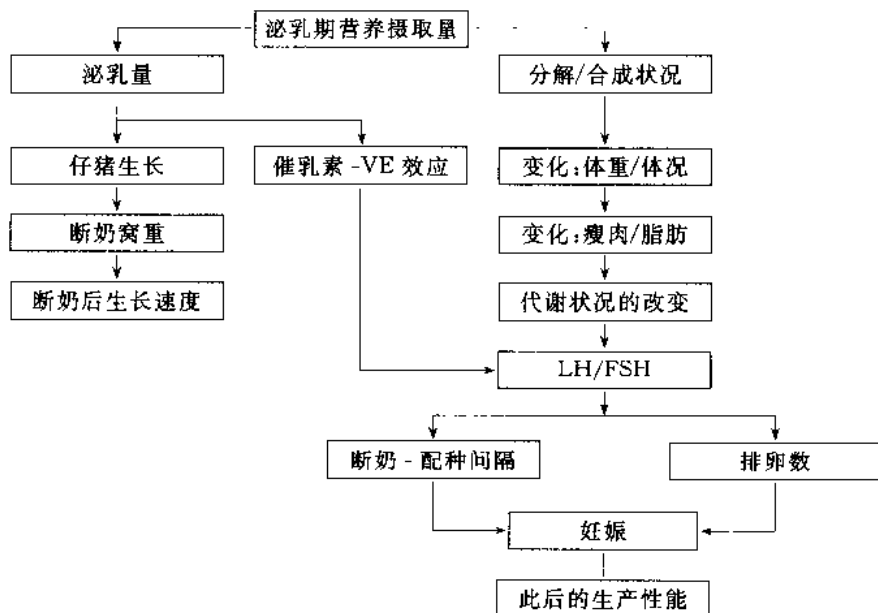


图 1.3 哺乳期营养摄入对生产性能的影响

另外,新型高产母猪泌乳期内的采食量通常不能满足其代谢需要,从而造成营养匮乏。匮乏的程度影响母猪和仔猪的生产性能。母猪企图通过动员体内瘦肉和脂肪来补偿这种亏欠,结果将导致体重损失和体况下降。有一些体重损失是不可避免的,但应该避免21 d泌乳期内10 kg以上的失重。若失重大于这个数值,将造成仔猪生长速度明显下降,母猪断奶至发情间隔延长,仔猪窝重降低,母猪淘汰率升高。不仅母猪体储备的绝对损失影响重大,而且体瘦肉和脂肪的相对损失也不可忽视。因此,泌乳期营养对繁殖既有绝对的影响,又有动态效应。所以,不仅要知道营养缺乏对家畜的影响,还要了解限制家畜采食的因素,以便采取正确的经营管理方式(第8章)。泌乳期间制约家畜食欲的主要因素是缺水。缺水不仅影响母猪的饲料采食量,而且还影响其泌乳量。此外,在热环境中,家畜需水量增加。关于母猪和公猪的供水指南将在第7章描述。

现代高产母猪需要动员大量体储备的主要原因可能是,在过去的30年中,母猪的泌乳量平均增加了3~4 L/d,并因此提高了窝产仔数和母猪的繁殖力。事实上,这又提出了一个问题,现代母猪能否避免动员大量的体储备,并且在不影响以后的繁殖能力

的同时哺育仔猪,或许这是与现代母猪密不可分的问题。因此,要根据这些变化调整母猪的营养和管理措施。实际上,妊娠期母猪的饲养要比泌乳期更灵活,因为妊娠期没有理想采食量的约束。本文除考虑到妊娠和泌乳阶段单独的需要外,还要考虑到每胎的营养需要。

泌乳期较好的仔猪生长速度是 250 g/d,若窝仔数为 10,需要产奶量是 10 L/d。有趣的是,每千克体重产奶量与高产奶牛相似。然而人工哺育仔猪的生长速度已实现 400~500 g/d(King, Le Dividich 和 Dunshea, 1998)。这表明,由母猪哺育的仔猪生长潜力比目前的生长速度更大;其限制因素主要是母猪的哺乳能力和泌乳期的营养。这是因为母乳蛋白质含量丰富,能供给仔猪全部氨基酸。只有在泌乳充足的情况下,才能达到这样高的生长速度。显然,要实现仔猪快速生长,需要考虑营养辅助问题,如人工乳和特殊断奶日粮等。关于泌乳母猪的营养策略的实际问题将在第 9 章和第 12 章中论述。

公猪营养

尽管公猪对畜群繁殖效率和畜群生产力影响意义重大,但业界大多都将重点放在母猪的营养上,而对公猪重视不够。事实上,公猪代表繁殖畜群 50% 的繁殖潜力。过去,尽管他们的实际需要不同,但对公猪的饲养却与母猪相似。本书将在第 11 章专门论述公猪发育和成熟期的营养需要,并将详细论述公猪繁殖的营养。

技术转化

任何科技出版物都有一个共同特点,就是提供信息和便于信息向实际应用的转化。本书基于这一点,同时为便于技术的转化,将一些重要表格和图形列于本书最后的“附录”中,这有助于迅速查找到相关信息,更迅速而有效地应用于实践。

参考文献

- Hughes P.E. and Varley, M.A. (1980) *Reproduction in the Pig*. Butterworths, London.
King, R.H., Le Dividich, J. and Dunshea, F.R. (1998) Lactation and neonatal growth.
In: *A Quantitative Biology of the Pig*, pp 155-180. Edited by I. Kyriazakis.
CAB International, Wallingford.
Meat and Livestock Commission (MLC) (1999) *Pig Yearbook-1999*. Meat and Livestock Commission, Milton Keynes.

2 配种前的后备母猪

引言

在过去的30年中,养猪生产方面的一个重要成就是在母猪生产性能上的改善,使每年每头母猪提供的可培育仔猪数从16头提高到22头(表1.1)。然而通过降低猪体脂肪含量和食欲的方法以提高瘦肉组织生长而进行的基因选择,对母猪的育种潜力却产生了不利的影响。因此,具有更大性成熟体重的现代母猪被寄望于有更高的年生产性能,但同时它们较之20~30年前的母猪对营养失衡也更为敏感。Kerr和Cameron(1955)证明,随着对低日采食量和高瘦肉/饲料转化率性状的改进和选择,母猪的繁殖性能呈线性下降,明显的表现是其窝产仔数和初生窝重、断奶窝重的降低,同时其分娩率也降低。有趣的是,当后备母猪配种和分娩时如果体重较轻、背脂较少时,其泌乳期进食量也下降。这提示我们,选种和配种时后备母猪的体况对长远的生产性能是最基本的影响因素,而我们必须弄清那些对此产生影响的营养要素。

现代高产母猪的高淘汰率和高死亡率也引人关注,尤其是最初的第一、二胎。没有充分营养储备的母猪是不可能具有持续高繁殖性能的,而且有证据表明,在很多国家母猪的更新率常高达40%~50%。在最初2胎被淘汰的母猪中,50%是由于不能发情和受胎,另外10%是由于腿病。比较而言,在过去母猪性能的选育非常重视体格的健壮,但对营养的重视则不够,其生产表现也较差。若想使母猪有良好和稳定的生产性能,后备阶段的饲养管理是关键。理想的高产仔数是由排卵率、受精率和胚胎存活率等决定的,但营养在此过程中所起的关键作用也是必不可少的。

初情期

达到初情期的年龄、体重以及初配日龄对母猪一生的生产性能至关重要。大量研究表明:达到初情期之首要因素为日龄而非体重,尽管亦有130日龄就进入初情期的报道,但初情期通常发生在200日龄左右(Duncun和Lodge,1960)。从解剖角度看,现代后备母猪4~5月龄即可有发情表现,但直到6~7月龄才规律性地进入初情阶段(Kiykwood等,1987)。Anderson和Melampy(1972)考察了营养对初次发情的影响并

报道限饲可以推迟初情期达 16 d, 然而此种反应取决于限食的程度, 这里似有一临界食量, 摄入量若低于此限度, 则动物将没有规律的反应。在这点上, Kirkwood 和 Amerne(1985)认为, 严格限饲或能量限饲(只供给自由采食量的 50%)将延迟初次发情, 但少量限饲会导致如表 2.1 所示的不同结果。严格限饲会推迟初情期之原因在于: 限饲时所有的体组织发育都受阻, 但由于生殖系统在营养分配的优先权方面弱于其他器官, 故生殖系统所受影响更大。

表 2.1 后备母猪培育期限饲对初情日龄和体重的影响

摄入代谢能(MJ)		初情日龄(d)		初情体重(kg)	
低	高	低	高	低	高
23.1	37.3	217	201	74	91 ^[1]
25.1	37.3	212	201	74	94 ^[1]
22.3	34.4	211	202	80	90 ^[2]
17.9	36.3	215	188	61	83 ^[3]

^[1] Anderson 和 Melampy, 1972; ^[2] den Hartog 和 van Kempen, 1980; ^[3] Kirkwood 等, 1985。

营养对初情期早晚的影响因动物发育的不同阶段而异, Etienne 等(1983)报道, 61 kg 体重的猪中等程度限饲对初情日龄并无影响, 但若限饲时体重低于 61 kg, 即使最后阶段自由采食, 初情期也会明显推迟。但 King(1989)却认为, 后期生长阶段限饲比前期限饲对性发育的影响更大。

对现代后备母猪来讲, 究竟是日龄还是体重对初情期产生主要影响还不十分确定, 这引出了关于生长表现及连带的躯体组织结构的问题。尽管有一项研究认为生长较慢的猪比生长较快的猪早进入初情期(Price 等, 1981), 但总体而言, 快速生长的猪体重较重且比生长慢的猪会更早地进入初情期(Friend, 1976; van Lunen 和 Aherne, 1987)。Kirkwood 和 Aherne(1985)认为, 此种差异可能与组织沉积率以及体组织构成和性成熟体尺不同有关。

人们建议体组织构成, 更确切地讲体脂, 可能是比体重和日龄能更好地评判一个动物性成熟的标志, 这启发了 Frisch(1984)推断一个最低的体脂含量是进入初情期的必备条件, 此见解已为 Beltranena 等(1991)的试验所支持。但动物进入初情期必备最低体脂含量的证据又是模棱两可的。den Hartog 和 Noordewier(1984)发现, 在背膘厚度和日龄之间有正线性关系。因此, 提出最低水平的体脂含量对于低龄但快速生长的后备母猪进入初情期是重要的, 而对于高龄的后备母猪则无足轻重; 相反, 标准日龄后备母猪的背膘厚度和背脂, 与初情日龄并不直接相关(Friend 等, 1981)。Prunier 等(1987)观察到, 发情母猪比未成熟的母猪要肥一些, 但其差别小于体重和日龄方面的相关性。体脂含量和体重已经证明皆可推迟早熟后备母猪的初情期, 且 King

(1989)认为:除自由采食蛋白质充足的全价日粮外,应鼓励让后备母猪多沉积一些脂肪,这对繁殖更有意义。Young 等(1990)已经建议用体脂指标作为其生理成熟的标志,而每一个体的最低体脂水平可能并不是初次发情的关键条件,这使人容易混淆体组织构成对初次发情的影响因素的表现型与遗传基因的相互关系。

不能将饲养方式的影响单纯地归结为个体能量的摄入不同。因为饲料摄入的不同也导致其他营养的不满足和不平衡,特别是蛋白质和氨基酸。普遍认为,日粮中蛋白质不足也会令初次发情推迟。例如Cunningham 等(1974)证明,把每千克日粮中蛋白质含量由 140 g 降至 100 g 时,初情日龄由 160 d 增至 178 d; Hartog 和 Kempen (1980)所做的 11 个试验中仅有 2 次说明限制蛋白量对初情期日龄的提早有积极作用,尽管大量的试验未能证实向基础日粮中加入赖氨酸或大豆会产生何种影响,但这证明摄入量高于其最低阈值将会有反应。King(1989)的工作证实,不论体脂如何,体重大的后备母猪总是比体重小的更早进入初情期并有更高的排卵率。

最近的试验已经开始考察日粮氨基酸,特别是赖氨酸以及赖氨酸与能量的比值的的作用。饲喂限制赖氨酸至理论需求量的 56% 的日粮时,降低了 12~38 周龄间后备母猪的发情比率(den Hartog 和 Verstegen, 1990)。Gill(2000)报道,赖氨酸和能量比例降低 50% 时使得 30 kg 体重至配种阶段的后备母猪生长率下降,体脂含量增加,同时延迟进入初情期。Cia 等(1998)分别以每兆焦消化能对应 0.9, 0.6 和 0.3 g 赖氨酸的日粮饲喂后备母猪,在 160 日龄时以外源性促性腺激素诱导发情,结果表明:那些背脂厚度较厚、蛋白质沉积速度很低的猪其排卵率降低,其自然重复发情的比率也低(表 2.2),有趣的是赖氨酸为 0.9 和 0.6 g/MJ 代谢能的两组日粮的差异不大。事实

表 2.2 限制日粮蛋白质对育成期后备母猪繁殖性能的影响(Cia 等, 1998)

赖氨酸:能量(g/MJ DE)	0.9	0.6	0.3
诱导发情(160 日龄)			
体重(kg)	97	95	80
背膘(P_2 , mm)	9.2	10.0	10.8
5 d 内对 PG600 的反应率(%)	94	88	67
排卵率	21.5	17.3	12.5
自发发情比率(%)	56	56	11

上,通常推荐给后备母猪饲喂 0.6 g/MJ DE 赖氨酸(见后)。然而低日龄后备猪(160 d)比高日龄猪(180 d)在诱导发情和排卵率方面对日粮蛋白质的反应更为敏感。Cameron 等(1999)以两种日粮模式(赖氨酸从 0.86 g/MJ 降至 0.67 g/MJ,以及由 0.8 g/MJ 降至 0.48 g/MJ)饲喂 12 周发现,日粮营养浓度越高,排卵数越高。其结论为:尽管这种影响不大可能受到 LH 分泌的调节,饲喂以达到高蛋白质增长水平的日粮有益于增加第三次发情期的排卵率。

因此可以得出这样结论,即后备母猪必须达到最基本的日龄水平、体重水平、瘦肉水平以及体脂水平,才能进入初情期。这可能与动物成熟阶段有关。前后不一致的试验结果显示,那些非营养的因素也对此有显著影响(Brooks 和 Cole, 1979; Hughes 等, 1990),例如 Hixon 等(1987)证明,经选择,背脂较低母猪的后代较高背脂母猪的后代,不仅瘦肉率高进入初情期也晚。这证明选育在诱导发情方面与营养一样发挥重要作用。

总之,非常清楚的事实是,严重限饲或供给不平衡日粮将推迟初情期,但当饲喂水平与摄入能量、蛋白质和氨基酸能足以支持商业化生产速度和蛋白质增重水平的时候,似乎还不能影响到后备母猪的初情日龄,其他诸如环境因素、饲养和管理因素对在低日龄时诱导初情出现也起很重要的作用。

排卵数

在实际生产系统中,动物之间因能量和蛋白质摄入量的不同可能会显著地影响排卵数。给青年母猪在生长期提供高水平饲养一般会使排卵数增加。Anderson 和 Melampy (1972)总结了 22 个试验的结果,得出结论:“饱饲的青年母猪”每日消耗的代谢能为 35.8 MJ,排卵数为 13.2;而“限饲的青年母猪”每日消耗的代谢能为 23.7 MJ,排卵数仅为 12.0。den Hartog 和 van Kempen (1980)在总结了 42 个试验结果后也得出了相似的结论,将每日的代谢能摄入量从 22.3 MJ 增加到 35.6 MJ,结果可使排卵数从 11.8 增加到 13.2。Aherne 和 Kirkwood (1985)也有相似的报道。同样值得关注的是,不同动物之间的能量摄入差异越大,其反应就越强烈。因此,营养水平可以影响排卵反应。但是,目前尚不清楚“催情补饲”是仅仅能使排卵数从先前的低水平提高到正常的水平,还是能使排卵数增加到超过常规的期望值。进一步分析 Anderson 和 Melampy (1972)提供的数据,结果说明,补饲前的排卵数越低,补饲后的反应就越强烈。事实上,对于排卵数已经很高的青年母猪来说,提高饲养水平不仅不会增加排卵数,甚至还会使排卵数减少(图 2.1)。因此,“催情补饲”的作用是允许青年母猪由于某些原因而受抑制的繁殖指标达到它的基因潜能(以排卵数表示)。Hughes 和 Varley (1980)以及 Aherne 和 Kirkwood (1985)指出,如果青年母猪一直维持高水平饲养,补饲的作用是使排卵数增加到一个可能的高度。

补饲开始的时间和持续的天数是很重要的。增加日粮能量摄入的持续天数少于一个发情周期将促进排卵数的增加,但这仅仅是在补饲期刚好早于排卵的情况下。Anderson 和 Melampy (1972)得出的结论是,配种前催情补饲 11~14 d,排卵数增加最多(表 2.3)。

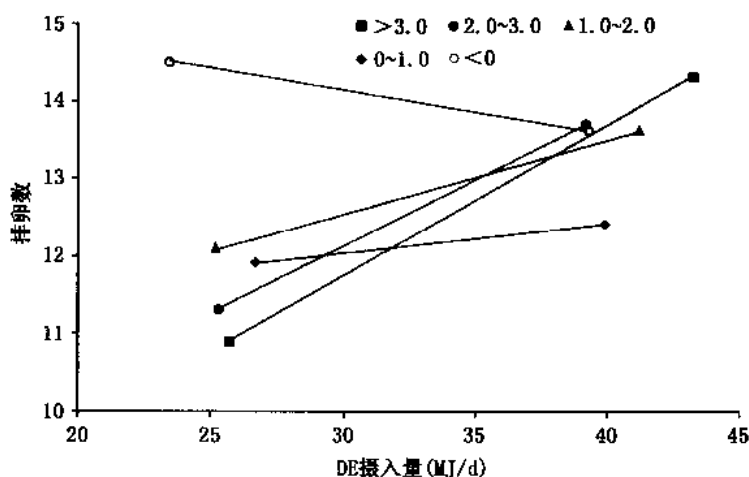


图 2.1 能量摄入量对排卵数的影响

(根据 Anderson 和 Melampy, 1972)

表 2.3 高能量摄入的持续天数对猪排卵数的影响 (Anderson 和 Melampy, 1972)

试验数	在发情或配种前提供高能量的天数	排卵数增加
6	0~1	1.35
6	2~7	0.86
8	10	1.58
14	11~14	2.23
5	17~21	0.66

目前已有大量的研究来评价其他养分的补饲作用,但是补饲反应似乎对“能量”情有独钟,尽管其确切的机制还有待进一步探讨。日粮粗蛋白质含量在 125~160 g/kg 之间变化对排卵数影响不大 (Fowler 和 Robertson, 1954; Zimmerman 等, 1967), 甚至在一个发情周期缺乏蛋白质都不会有太大的影响。但是,如果长期缺乏蛋白质,排卵数会显著减少,有些个体还会变得不发情 (McGillivray 等, 1964; Pond 等, 1968)。Grandhi (1988) 指出,从初情期开始添加脂肪或赖氨酸对排卵数没有影响; King (1989) 与 King 和 Dunkin (1986) 报道了一系列的日粮蛋白质或赖氨酸含量对排卵数影响很小。因此讲,补饲反应似乎对“能量”有专一性。Flower 等 (1989) 与 Hughes 和 Pearce (1989) 提出,补饲通过改变血浆胰岛素和类胰岛素生长因子 (IGF) 含量来间接增加促黄体素的分泌,从而加速卵泡生长。卵泡期补充外源胰岛素增加了青年母猪的排卵数和促黄体素的阵发性分泌 (Cox 等, 1987; Foxcroft 等, 1996; Cosgrove, 1998), 这一事实有力地支持了上述观点。

受胎率和胚胎存活率

尽管排卵数代表动物繁殖潜能的巅峰,但是并非所有的卵子都能受精,也并非所有的受精卵都能存活。几乎没有证据表明饲养水平对受精率有影响,而怀孕早期的高饲养水平可导致胚胎存活率降低。

很明显,虽然在育成期和发情期的高饲养水平会使排卵数增加。但是,如果将这一饲养方式持续到怀孕期,则会导致胚胎存活率降低。结果,存活的胚胎数和最终的窝产仔数仅有很小的变化,从而导致补饲带来的益处全部消失(Anderson 和 Melampy, 1972; den Hartog 和 van Kempen, 1980; Kirkwood 和 Thacker, 1988)。目前,尚不明确的是,这一结果是由营养水平本身造成的,还是排卵数增加的后果。

大量试验报道,在妊娠初期的 20~30 d 采取限饲,显著地提高了胚胎存活率和窝产仔数(例如, Dutt 和 Chaney, 1968; Dyck 和 Strain, 1983)。Ashworth(1990)证明,与限饲青年母猪相比,自由采食的青年母猪其胚胎存活率降低 25%~30%,尽管胚胎存活率的降低可通过补充外源孕酮来弥补(孕酮是维持妊娠的一种主要激素)。Ashworth 等(1995)最新研究了在配种前和配种后不同的营养水平对妊娠第 21 天胚胎存活率的影响,结果表明,配种前发情期的饲养水平比配种后的饲养水平影响更大。配种前的青年母猪每日采食 3.5 kg 与 1.15 kg 相比,不仅排卵数高,而且胚胎存活率也高。配种前高营养和配种后低营养的青年母猪,其胚胎存活率最高。Jindal 等(1996)表明,关键时期似乎是配种后的 3~15 d(表 2.4)。

表 2.4 妊娠早期的采食量对青年母猪胚胎存活率的影响(Jindal 等, 1996)

饲养水平(kg/d)		排卵数	胚胎总数	胚胎存活率(%)
1~3 d	3~15 d			
1.9	1.9	14.5	12.4	86
2.5	1.9	14.9	11.5	77
2.6	2.6	14.9	10.2	67

营养水平影响胚胎存活率的机制尚不清楚。似乎外周类固醇浓度和营养水平之间有负而关系,青年母猪的营养水平越高,其雌二醇和孕酮的循环浓度越低(Dyck 等, 1980)。这些激素的浓度低可能使排卵数增加,但是配种后可能对胚胎存活率和循环的孕酮浓度有不利影响。营养和孕酮浓度之间的负而关系可能来自产卵或肝代谢的变化,因为饲养水平越高,门静脉的血流量越大。高饲养水平可刺激黄体更大、更健康,表明孕酮的产生潜力更大。而循环系统中的孕酮浓度会影响子宫分泌蛋白(UPS's),例如子宫铁结合蛋白和视黄醇结合蛋白的合成,这些蛋白又会影响胚胎存活率。这一系列证据表明,增加外源孕酮浓度的营养策略加速了子宫内组织营养素的

分泌,结果使胚胎存活率提高。

微量元素和维生素对母猪繁殖性能的影响将在第5章和第6章探讨。其中有报道称,锌和维生素B₂(Bazer和Zavy,1988)以及叶酸(Matte等,1984;Tremblay等,1989)可能在早期胚胎发育过程中发挥特殊的作用,因此日粮中添加这些微量养分可能提高胚胎存活率。

也许可以得出这样的结论,对后备青年母猪来说,用以维持在商业上可接受的生长速度的能量和蛋白质的摄入水平似乎不会影响青年母猪初次发情的时间。将配种延迟到第二次和第三次发情不仅允许母猪积累更多体内营养物质的储备,而且可以通过补饲来增加排卵数。如果饲养青年母猪的目的是保证最多的产卵数和最高的胚胎存活率,那么最实用的营养策略是:配种前采用高饲养水平,然后在配种后至少21 d内采用低饲养水平。图2.2说明了这种营养策略的作用机制。

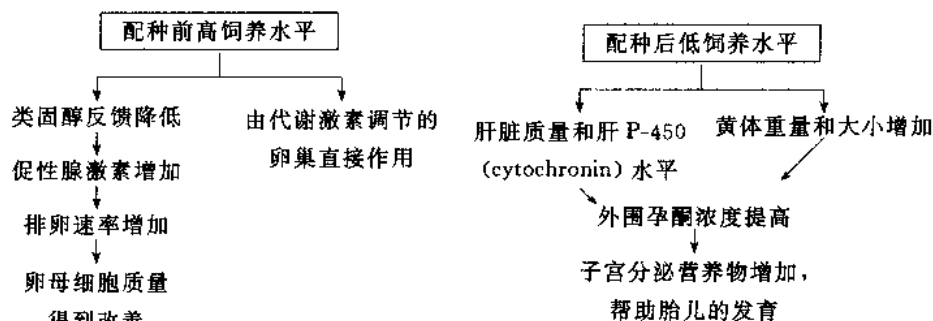


图 2.2 营养水平对胎儿发育的影响(Ashworth 和 Pickard, 1998)

青年母猪的营养和终生的生产性能

青年母猪第一次配种时的身体状况会显著影响其终生的生产性能。如果首次挑选并投入农场的母猪没有足够的身体储备,那么通常它们不能实现应达到的胎次。母猪的身体状况越好,它们终生的生产性能也就越佳(Gueblez等,1985;Gaughan等,1995;Challinor等,1996)。Challinor等(1996,表2.5)的研究显示,青年母猪第一次配种时的体重为125~145 kg, P_2 值为18~20 mm时,其5个胎次的生产性能可以达到最佳。在5个胎次中,差异可达9头仔猪,相当于多产1胎。另外,挑选时青年母猪的背膘厚度越小,4胎后成活率就越差(图2.3)。

因此,在配种前,青年母猪必须完全成熟,即体型合适,同时体内有足够的瘦肉和脂肪沉积。这是繁殖过程本身所必需的;体储不够的动物根本不能成功地实现配种。

另外,当营养水平不足时,体储可起到“缓冲物”的作用,所以非常重要。例如泌乳