

公猪外激素促进母猪发情的机制及效果

张守全

华南农业大学动物科学学院
国家生猪种业工程技术研究中心

Tel: 18666097227

Email: sqzhang@scau.edu.cn

提 纲

➤ 公猪刺激母猪发情的机制

➤ 公猪外激素成份及作用机制

➤ 公猪外激素诱情效果

一、公猪刺激母猪发情的机制

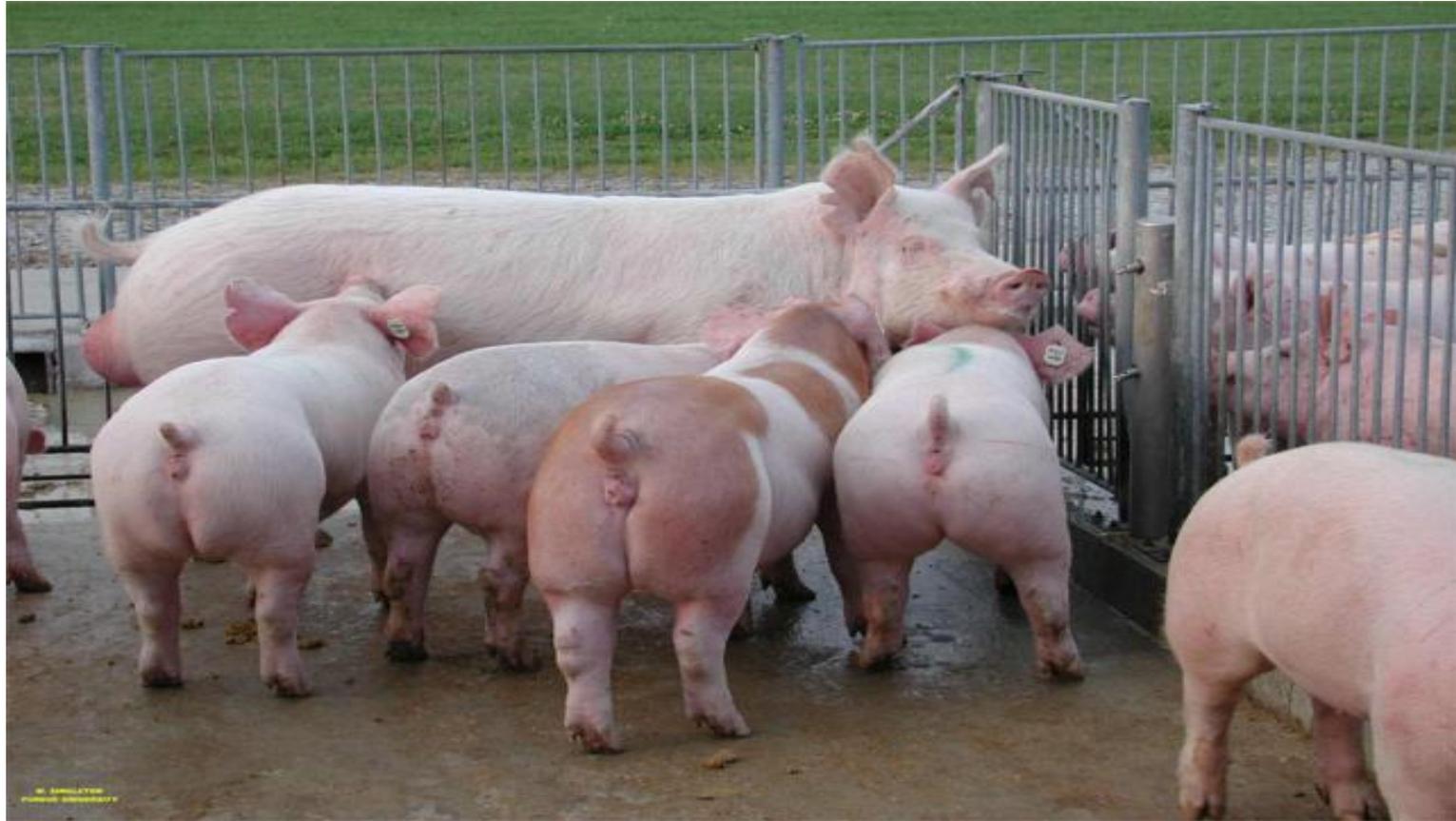
二元(大长、长大)母猪首次发情月龄比例

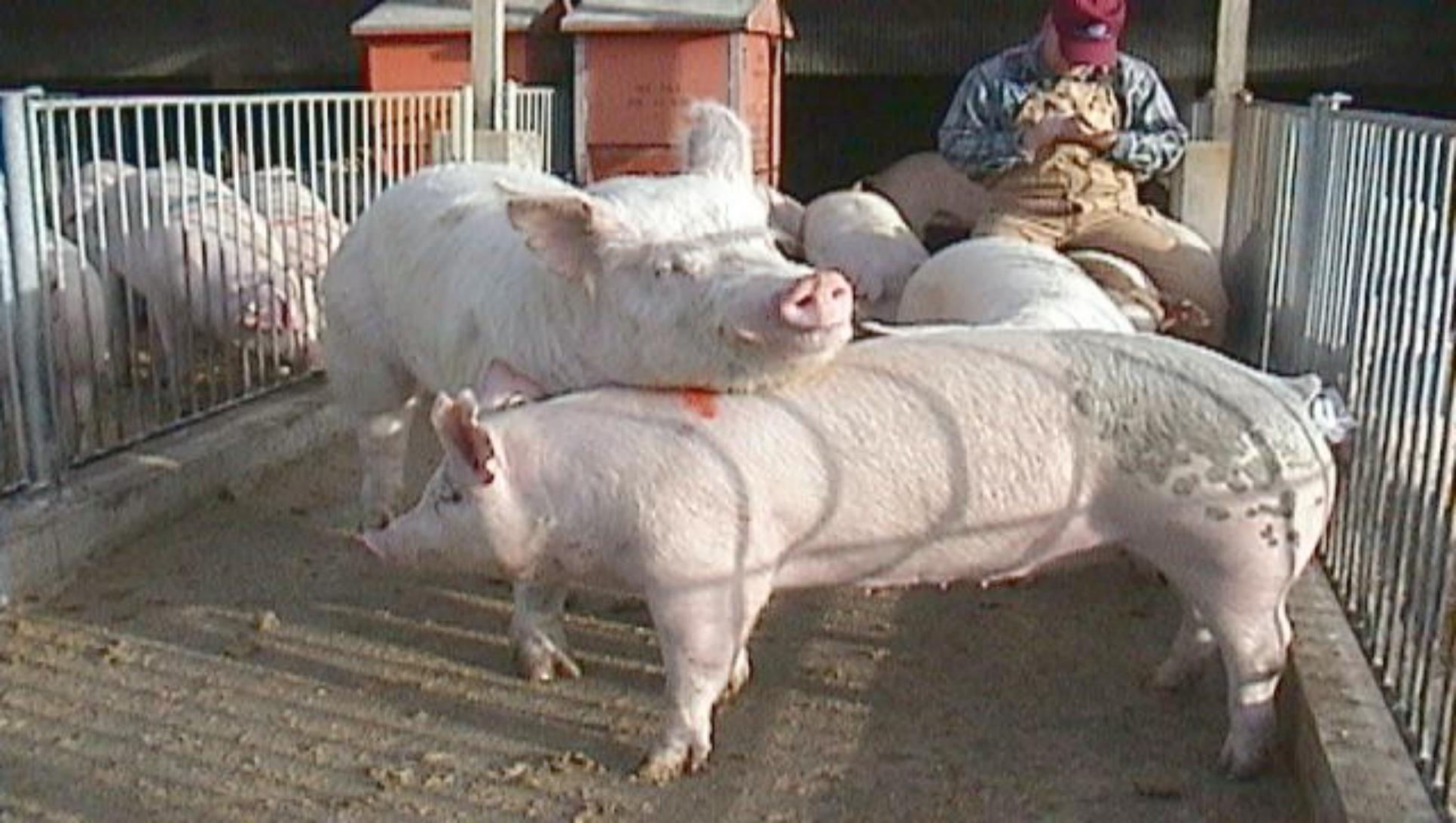
	6.5月龄 (%)	7.5月龄 (%)
A场	299/1144(26.13%)	541/873(61.97%)
B场	86/284(30.28%)	171/265(64.53%)
C场	224/600(37.33%)	303/390(77.69%)

性成熟早和性成熟晚小母猪的性能

	初情早	初情晚	P
发情周期正常的比例	83	54	.05
每头母猪年产窝数	2.2	1.4	.05
窝产活仔数	9.3	8.3	.10

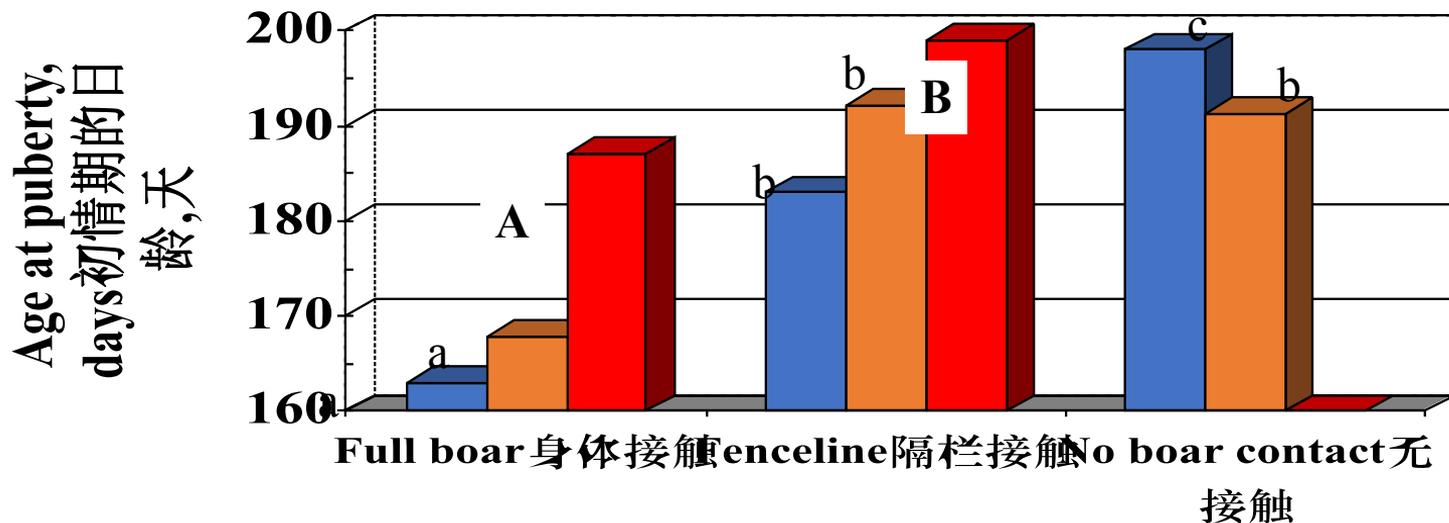
165天龄后备母猪与成熟公猪接触





公猪隔栏或身体接触对后备母猪初情期的影响

■ Study 1 研究1 ■ Study 2 研究2 ■ Study 3 研究3



abc ($P < .01$)

AB ($P < .02$)

From: Don Levis

接触公猪对小母猪初情期的影响

	对照	上午一次	下午一次	上、下午各一次
接触开始日龄	160.0	160.3	160.3	160.4
SEM	0.72	0.67	0.72	0.73
开始体重(kg)	89.5	90.6	90.5	89.2
SEM	3.36	2.47	3.05	3.50
至初情期天数*	45.0	32.4 ^a	28.9 ^a	16.0 ^b
SEM	-	3.86	4.34	3.20

*仅计算接触公猪开始后60天内到达初情期的小母猪，不同上标字母标示差异显著(p<0.05).

Hughes PE Thorogood KL Anim Reprod Sci 1999

公猪刺激母猪发情

- 公猪刺激分外部和内部刺激；
- 外部刺激包括**嗅觉**、触觉、视觉和听觉刺激；
- 内部刺激包括交配刺激和精清中某些成分的刺激等。



公猪刺激母猪发情

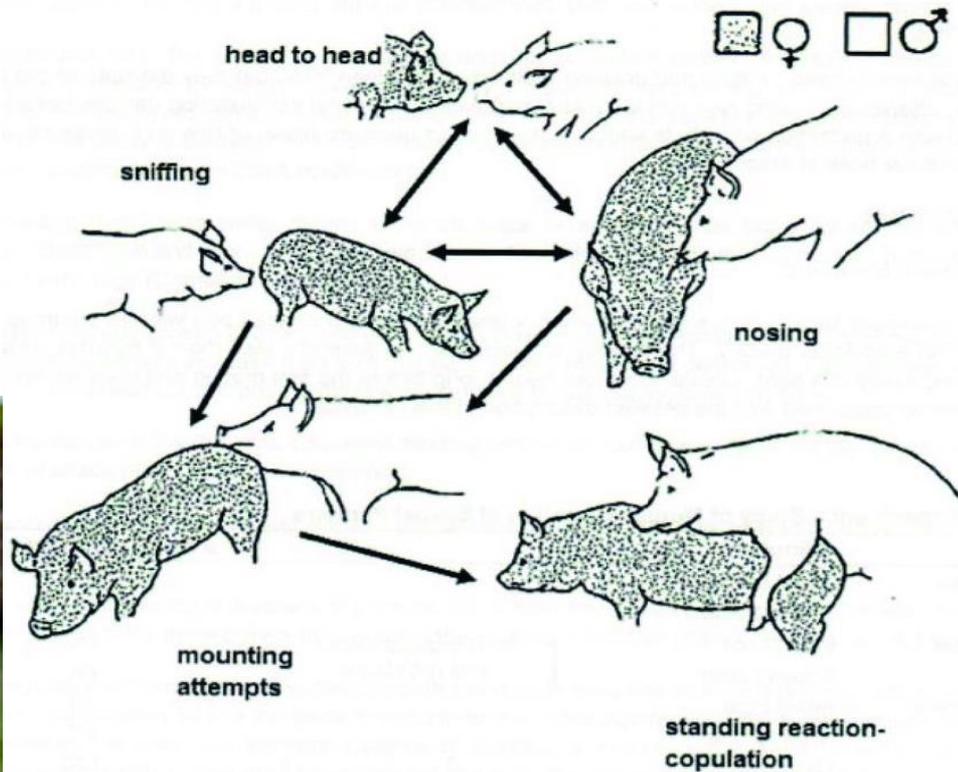
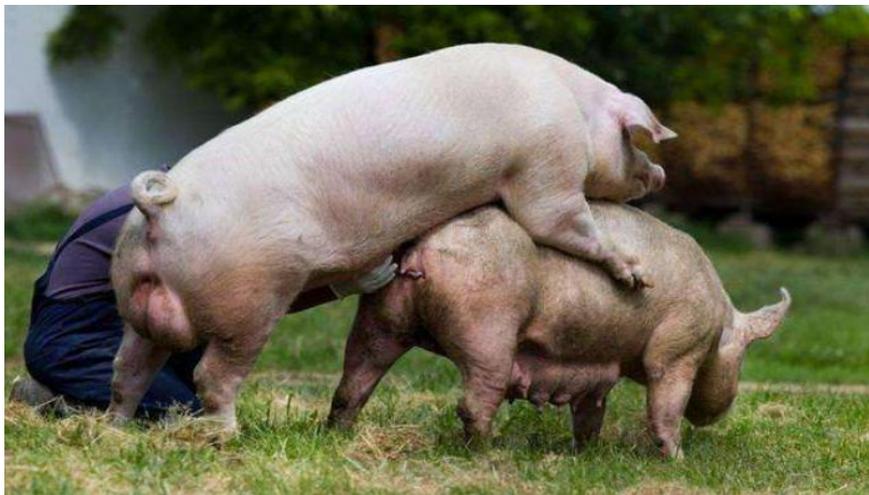
当公猪见到母猪时会分泌大量**唾液**以及频频**排尿**，成年公猪唾液和尿中含大量具有特殊气味的激素，如**雄烯酮**、**雄烯醇**等，能引起发情母猪的特异性静立反应，公猪包皮腺分泌物也能引起发情母猪的性接受反应。

在这些刺激中对母猪影响最大的为**嗅觉刺激**，在小母猪与公猪的接触中，嗅觉对初情期的诱导发挥作用，如果破坏小母猪的嗅觉系统，则会导致初情期推迟。



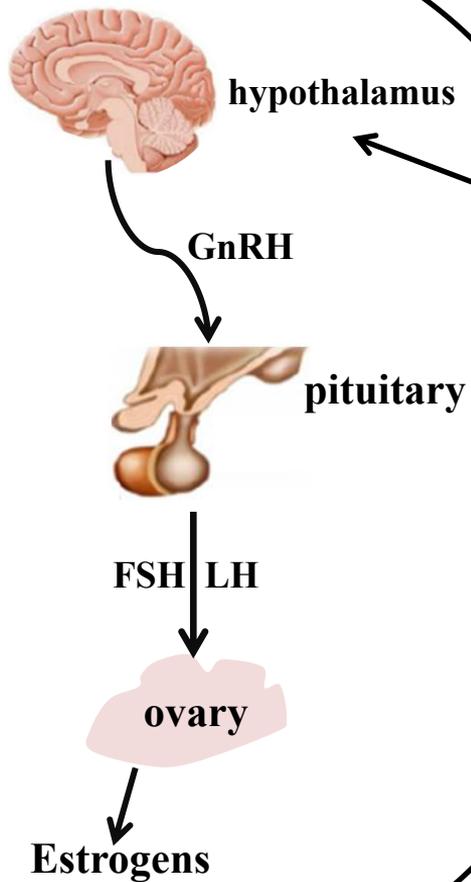
当公母猪接触时，**性行为序列**

表现为：口鼻接触→闻母猪尾部、
推母猪→母猪发生静立反应→公猪
爬跨、交配

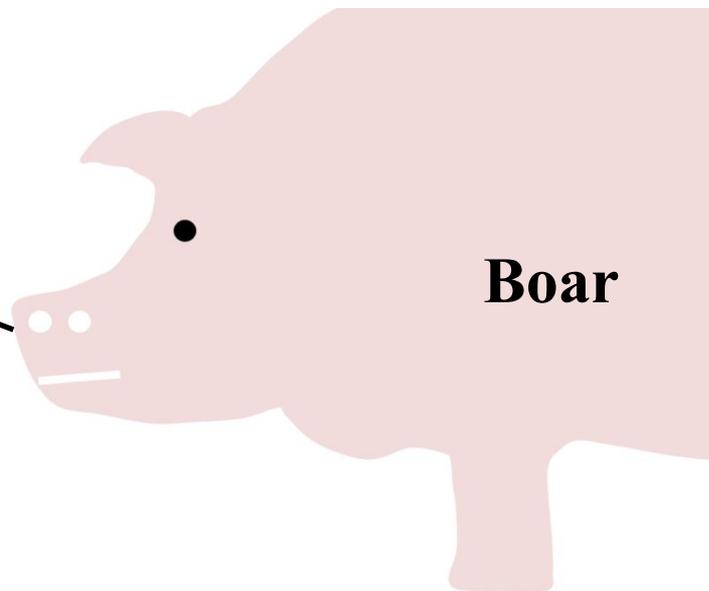


(Signoret PJ et al., 1975)

母猪下丘脑-垂体-性腺轴

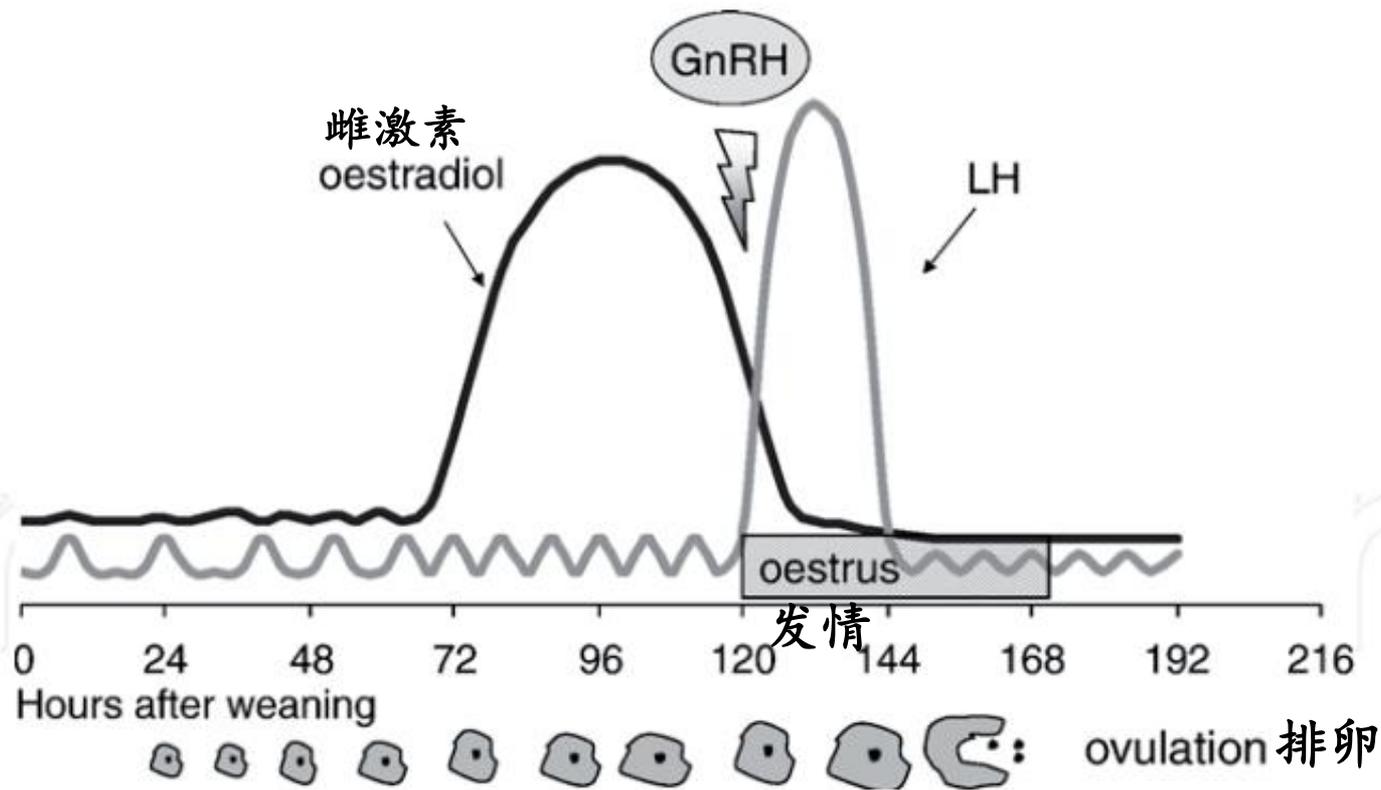


pheromone



Boar

公猪通过口鼻接触释放外激素刺激母猪的**下丘脑-垂体-性腺轴**，使其雌激素水平升高，进而发情。



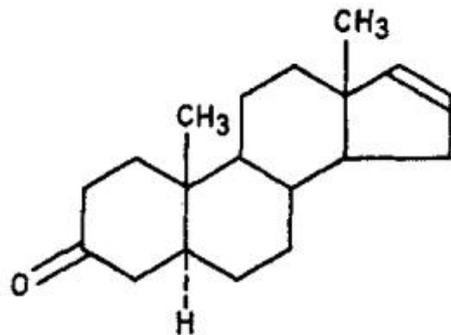
排卵时间与相关的激素变化，断奶时间为0

(Pedersen LJ., 2007)

二、公猪外激素成份及作用机制

公猪外激素的发现和应用历程

1968 年 Patterson 利用气相色谱技术在公猪的唾液和脂肪中发现雄烯酮 (androstenone) 和雄烯醇 (androstenol) 。



5 α -androst-16-ene-3-one

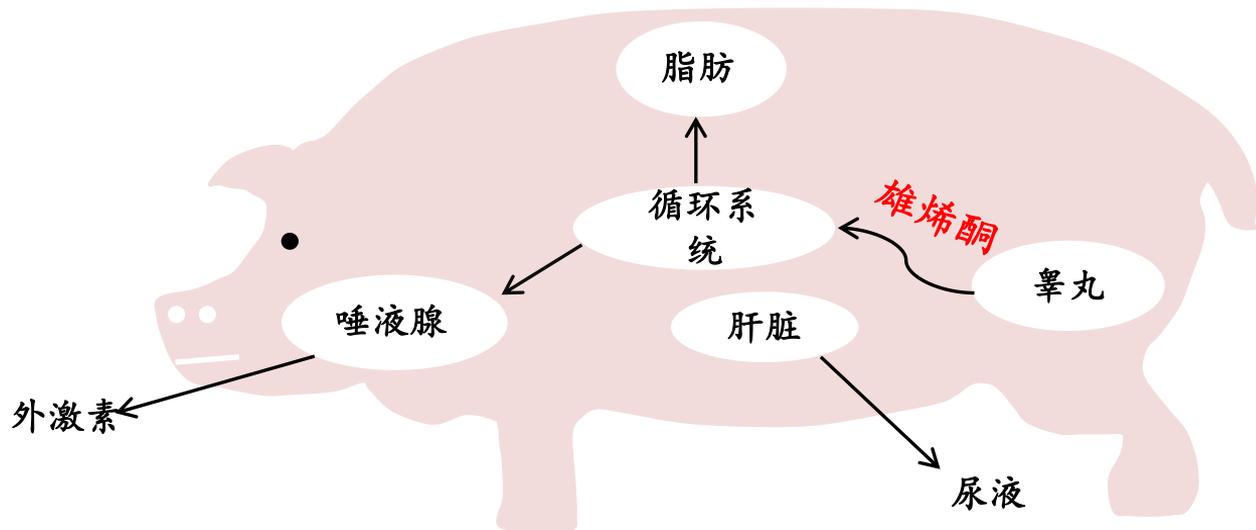
(Patterson R L S., 1968)

公猪外激素的发现历程

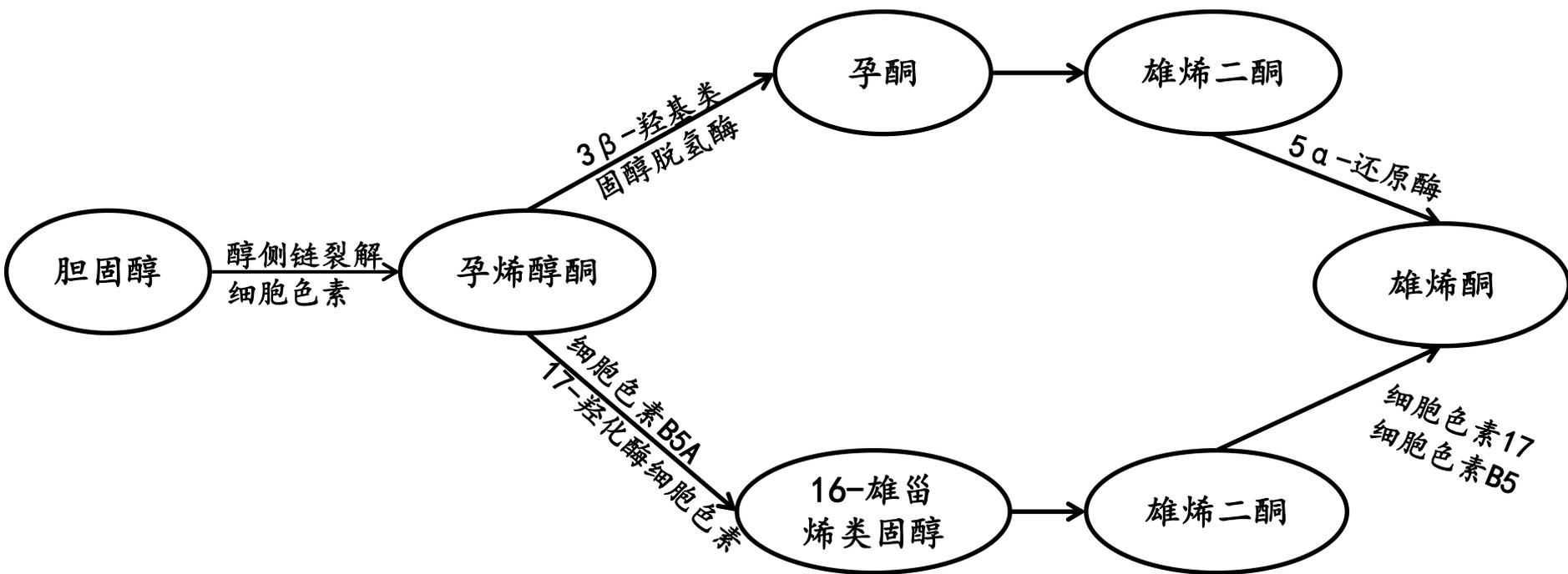
1971年 Melrose 等发现雄烯酮有助于检测人工授精过程中发情的母猪。但在之后的实验中发现雄烯酮的效果不如公猪，说明公猪外激素中可能还含有其他的成分。

几十年来，单一气味分子雄烯酮一直作为商业产品销售，以刺激母猪的行为和繁殖。

雄烯酮在**睾丸间质细胞**合成，通过血液运输至全身其他器官，其中很大一部分被**唾液腺**和**脂肪**吸收。唾液腺吸收部分，在唾液腺中通过与一些**载体蛋白**的结合使其浓度增大，当遇到母猪时随唾液分泌到体外，作为外激素吸引母猪；脂肪沉积部分则造成猪肉“**膻味**”；剩余部分在肝脏代谢，随尿液排至体外。



雄烯酮的合成途径



公猪外激素的发现和应用历程

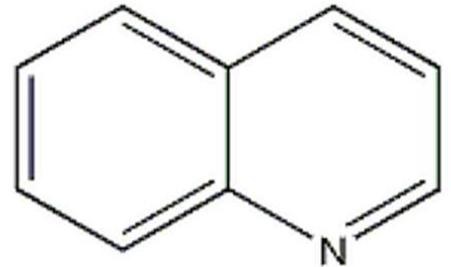
2010年 Doty 对雄烯酮是唯一的公猪外激素也产生怀疑，因为该分子不能像公猪那样引起完全的性行为反应，认为公猪分泌的信息素可能是分子的混合物，而不是单个分子。

同年Wyatt也认为哺乳动物的信息素可能由多种单一分子组成，其中每个分子都会引起部分行为反应，但混合在一起时就会有协同反应。

公猪外激素的演变历史

2016年 McGlone教授利用固相微萃取技术在公猪唾液中新发现一种挥发性分子——**喹啉**（Quinoline），并证明**当雄烯酮、雄烯醇和喹啉三者协同作用时能最大程度激发母猪性行为。**

喹啉是一种**杂环芳香烃分子**（它不是类固醇），许多动物的尿液中含有喹啉衍生物。在成年雄性仓鼠的尿液中发现了喹啉，在成年狼的粪便和非洲野狗的分泌物中也发现了喹啉。



喹 啉（Quinoline）

公猪外激素的作用机制

哺乳动物对外激素的感知都是基于**嗅觉系统**，嗅觉系统在绝大多数哺乳动物的生殖生理和行为中起着重要作用。

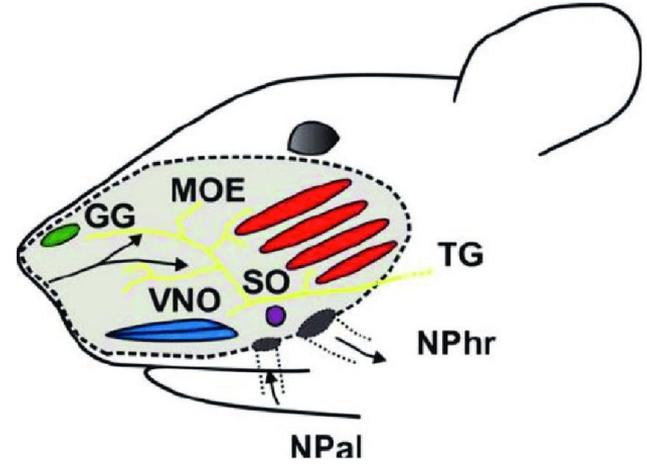
多数哺乳动物都有2个嗅觉系统：**主嗅觉系统的主嗅觉上皮细胞**（Main Olfactory Epithelium, MOE）和**副嗅觉系统的犁鼻器器官**（Vomeronasal Organ, VNO）。

这些嗅觉组织中的感觉神经元表达的化学感觉受体和信号分子将轴突投射到嗅球的分散区域，刺激不同的边缘回路。

公猪外激素的作用机制

MOE感觉神经元是**双极神经元**，它将一个孤立的感觉树突延伸到鼻黏膜，在含有必需受体和信号元件的特殊纤毛处检测气味。

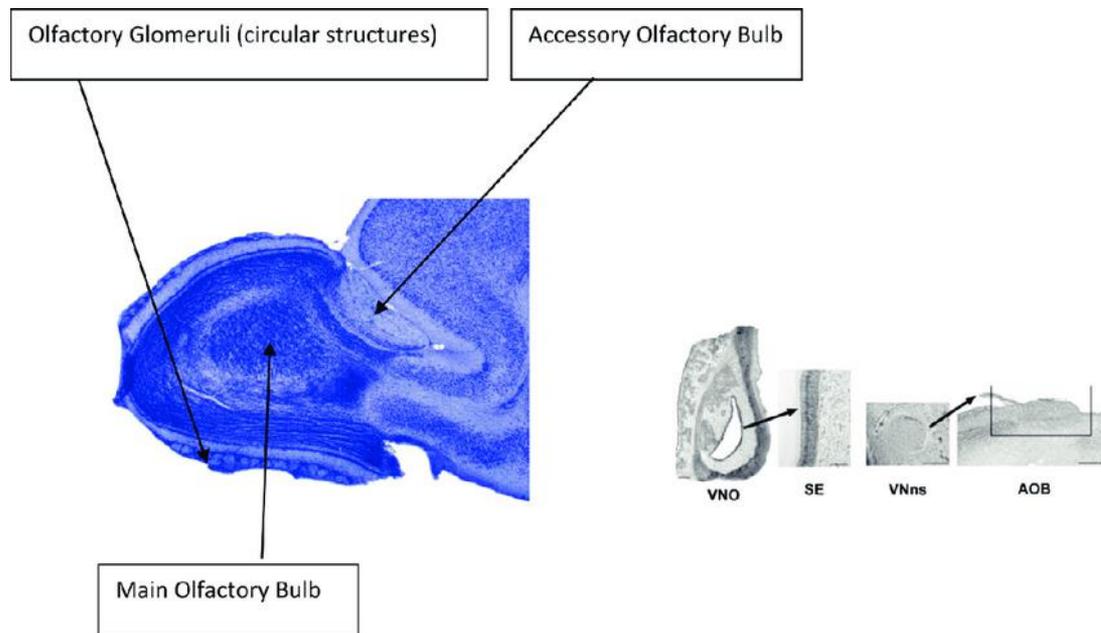
VNO感觉神经元位于一个月牙形的感觉神经上皮内，并将一个顶端树突延伸到腔内以检测信息素。其神经上皮的顶端和基底层形成不同的区域，对不同的配体做出反应，表达不同的受体家族和信号元件，并投射到副嗅球的分散区域。



大鼠有5个嗅器官示意图

(Dauner K et al., 2012)

公猪外激素的作用机制



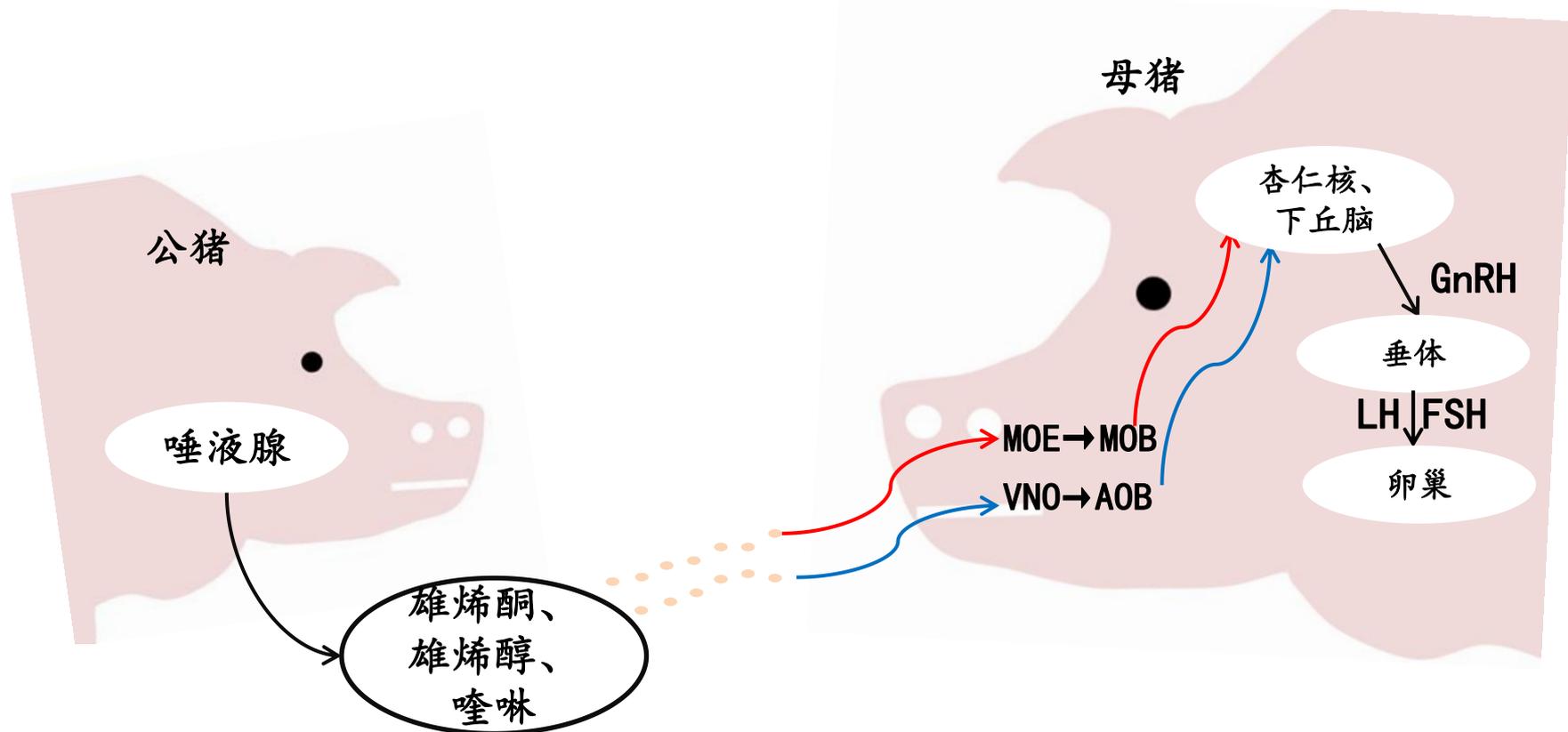
(Salazar I et al., 2012)

- 猪体内只发现有主嗅觉上皮细胞 (MOE) 和犁鼻器 (VNO) 两个嗅器官。
- 外激素与鼻粘膜中的**嗅觉结合蛋白 (OBP)** 结合。
- MOE结合雾状中分子。
- VNO结合液态中分子。
- 主嗅觉上皮细胞在嗅觉球中处理信号，然后传递到杏仁核、下丘脑和新皮质

公猪外激素的作用机制

公猪释放出外激素后，通过空气传播到达母猪鼻腔内与MOE中的嗅觉受体结合，刺激下丘脑神经元释放GnRH，GnRH神经元是哺乳动物生殖神经内分泌状态的主要调节因子，能够对空气中信息素信号进行处理，GnRH调控垂体分泌LH和FSH，最终控制母猪生殖周期和性行为，完成下丘脑-垂体-卵巢的调控作用机制，进而刺激母猪发情。

公猪外激素的作用机制



三、公猪外激素诱情效果

公猪带来的生物安全风险

- 公猪引种带来的风险
- 公猪查情配种的过程中散播疾病（非洲猪瘟等）
- 饲料和管理公猪需要成本
- 公猪伤害人事件高发



公猪及雄烯酮诱导母猪发情效果

文献	气味来源	母猪发情率
Hafez, 1962 Signoret, 1961	无公猪	59%
	栏中有公猪气味	81%
	与公猪隔着栏杆接触	97%
Melrose, 1971	雄烯酮	78%

雄烯酮比不上公猪直接与母猪进行接触的效果好

2016年，McGlone教授新发现一种挥发性分子**喹啉**，
能有效的刺激母猪发情；

McGlone教授团队在一个猪场内选取了947头母猪，
通过**行为生物测定法**，确定每一种公猪外激素中单一
成份或混合使用时，是否会导致断奶后 4-5天母猪的
性行为反应。

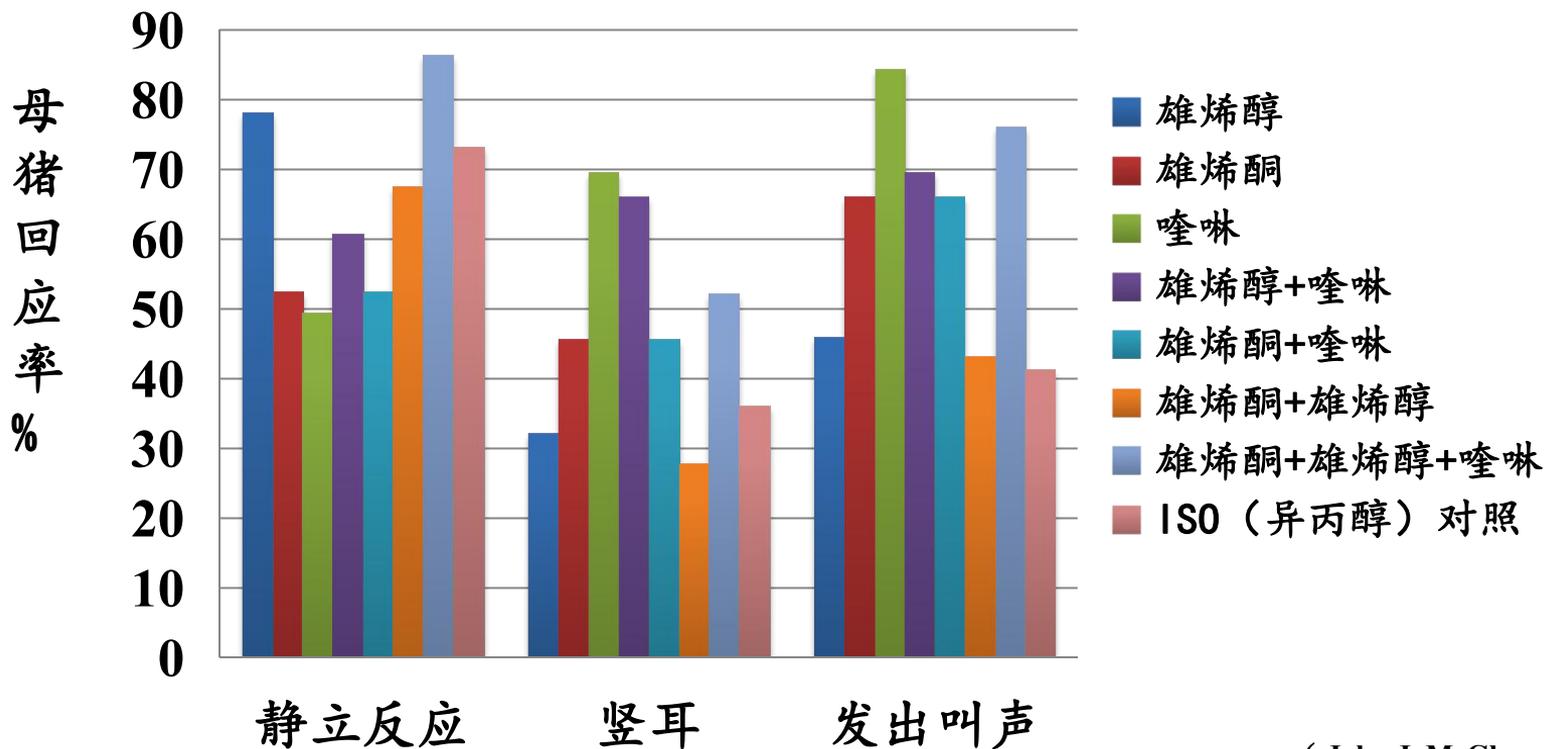
分别测试了**8种分子**的喷雾溶液，包括空白对照(ISO、异丙醇)、3种单活性分子(雄烯酮、喹啉、雄烯酮)、3种二元混合物(雄烯酮+喹啉、雄烯酮+雄烯醇、雄烯醇+喹啉)和包含了所有三种分子的公猪唾液类似物(**BSA**)。

研究人员在定位栏的母猪前使用了一个机械喷雾器喷洒溶液，另一个人在后面通过**压背试验**(BPT)评估发情行为，包括**静立反应**、**竖耳**和**发出叫声**。





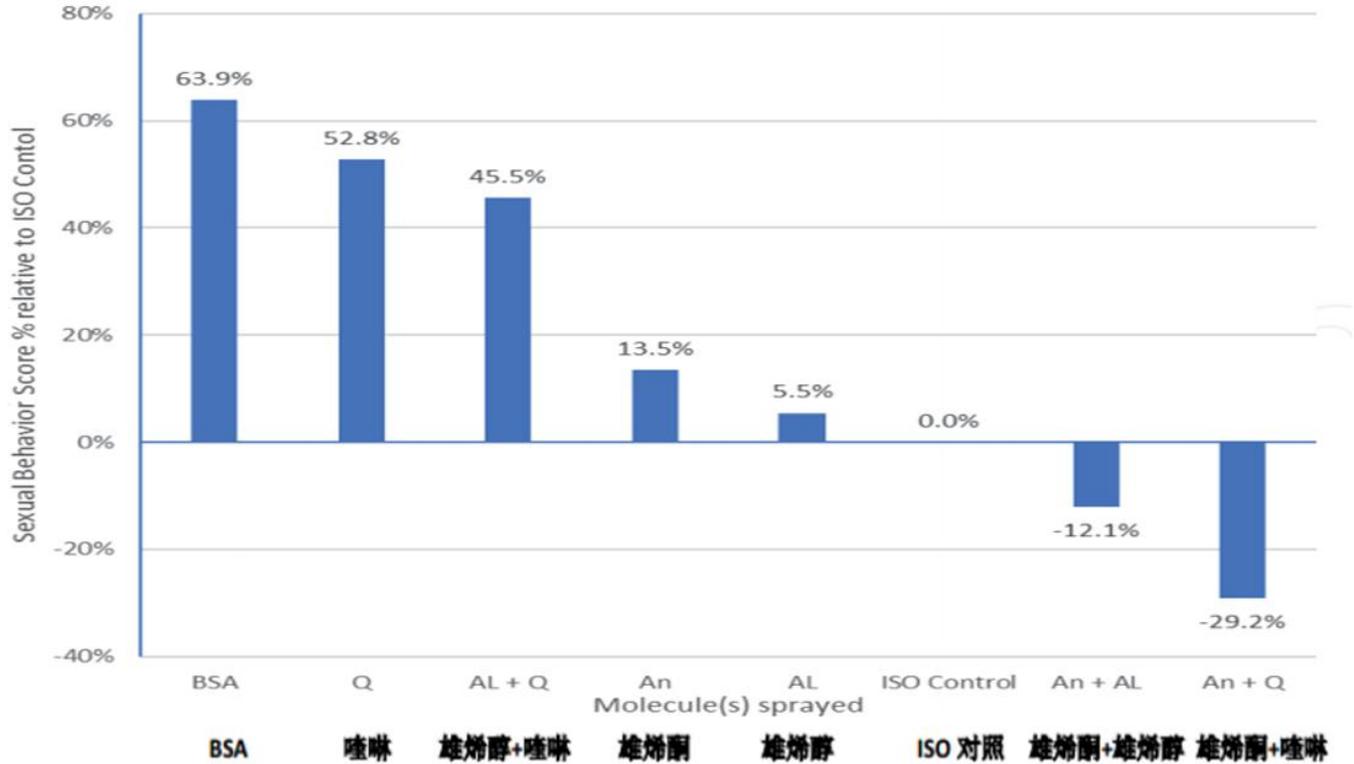
母猪接触不同处理公猪外激素主要成份后对背压试验(BPT)的反应 (N=947头母猪)



公猪外激素中主要成份对母猪发情行为的效果

	静立反应	竖耳	发出叫声
比ISO对照组显著高处理组 ($p < 0.05$)	公猪唾液类类似物 (BSA) (即是: 混合雄烯醇 + 雄烯酮 + 喹啉的公猪唾液类类似物)	公猪唾液类类似物 (BSA)、 喹啉、 雄烯醇 + 喹啉	公猪唾液类类似物 (BSA)、 雄烯醇 + 喹啉、 雄烯酮、 喹啉
比ISO对照组显著低的处理组 ($p < 0.05$)	雄烯酮、喹啉、 雄烯酮 + 喹啉	雄烯酮 + 喹啉	

根据压背反应得出的母猪性行为得分表



McGlone为了评估在**不同环境**下BSA的表现，在美国8个州选取了12个农场，共3998头母猪。在母猪断奶后的第4和第五天使用BSA，用公猪查情之前，距离母猪鼻部约为10cm，用喷雾器将BSA直接喷到母猪的鼻子上，持续约1秒(喷4毫升)。记录**配种率、受胎率、分娩率、窝产仔数、窝产活仔数**。

公猪外激素混合类似物BSA对母猪繁殖性能的影响

项目	对照组	BSA	差异	P-value
配种率 (%)	92.44	92.83	0.4	0.75
受胎率 (%)	88.95	91.67	2.71	0.09
分娩率 (%)	83.22	86.57	3.35	0.17
窝总仔数	13.75	14.21	0.46	0.003
窝活仔数	12.67	13.01	0.34	0.059

(John J. McGlone et al., 2019)

McGlone组织了一项研究，以确定BSA是否能改善**母猪夏季繁殖**，农场位于海拔1200多米的南部高原上。实验分为对照组（正常配种）和BSA组（在断奶后第4-5天使用喷雾剂），统计配种率、受胎率、分娩率及产仔数。

BSA对夏季断奶母猪繁殖性能的影响

	对照组	BSA组	差异
总断奶母猪数	756	1118	—
配种率, %	87.4%	93.8%	6.4%
受胎率, %	89.9%	91.7%	1.8%
分娩率, %	71.9%	79.8%	7.9%
分娩成功率, %	62.8%	74.9%	12.0%
测量项目	对照组	BSA组	差异
母猪数	415	826	
活仔数	11.4	11.98	0.54
死胎数	1.18	0.87	-0.31
总仔数	12.95	13.24	0.29

公猪外激素的母猪繁殖性能的影响

- 促进母猪发情
- 减少母猪对公猪依赖
- 提高配种受胎率、分娩率
- 增加窝产仔数、健仔数
- 缩短断奶-配种间隔



公猪外激素的养猪生产意义



- 节约劳动力
- 查情更容易
- 降低了公猪的饲养成本
- 保护饲养员的安全
- 生物安全（非洲猪瘟）

总 结

当前非瘟状态下，以及可能出现的非瘟常态化形势下，公猪外激素在生产上的应用是必不可少的。研发出新型公猪气味剂，可以有效的提升猪场的经济效益和生产效益，也可以弥补公猪缺席引起的母猪受刺激不足和高度生物安全压力的需求，为猪场复工复产做“公”献。

主要参考文献

- **John J. McGlone, Sankarganesh Devaraj, Arlene Garcia. A novel boar pheromone mixture induces sow estrus behaviors and T reproductive success. *Applied Animal Behaviour Science*. 2019, 219:104832**
- **John J. McGlone , Arlene Garcia and Anoosh Rakhshandeh. Multi-Farm Analyses Indicate a Novel Boar Pheromone Improves Sow Reproductive Performance. *Animals*. 2019, 9:37**
- **John J. McGlone, Edgar O. Aviles-Rosa, Courtney Archer, Meyer M. Wilson, Karlee D. Jones, Elaina M. Matthews, Amanda A. Gonzalez and Erica Reyes. Understanding Sow Sexual Behavior and the Application of the Boar Pheromone to Stimulate Sow Reproduction. *Animal Reproduction in Veterinary Medicine*. Understanding Sow Sexual Behavior and the Application of the Boar Pheromone to Stimulate...**

DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90774>



谢谢各位!