

规模化种猪育种与生产数字化管理体系建设及案例分析(Ⅲ): 选配计划的制订与监控

刘小红^{1*}, 覃玉凤^{1*}, 李加琪², 赵云翔¹, 陈清森³, 张丛林³, 陈瑶生^{1**}

(1 中山大学生命科学学院, 广东省生猪改良繁育工程技术研究开发中心, 广东广州 510475;

2 华南农业大学动物科技学院, 广东广州 510642; 3 广西扬翔农牧有限责任公司, 广西贵港 537100)

摘要:选配是实现育种目标最重要的2个环节之一。通过选配,可以快速并更有效地实现种猪育种目标,合理控制群体近交增量,维持群体必须的遗传变异,保证育种群体能够获得持续的遗传进展,其重要性不亚于种猪的测定选留。但是,在国内大多数种猪企业的实际育种操作中,科学合理的选配通常是容易被忽视、且不易掌握、也难以监控和问题最多的环节。受育种管理水平的限制,企业往往难以制订科学合理的选配计划,对实际选配也不能及时有效地进行监控,从而导致育种工作难以获得预期的效率。本文以华南区部分核心育种场育种数据分析为例,重点从选配计划制订和监控2个方面,探讨计划制订的原则和实际操作、种公猪血统管理、种公猪个体选配、近交增量控制、计划实施吻合度、选配监控等方面需要注意的问题,提出合理的选配计划制订和监控措施,为种猪选配提供借鉴。

关键词:猪育种;选配计划;选配监控;数字化管理体系

中图分类号:S813

文献标识码:A

选种、选配是育种过程中两个至关重要的环节^[1]。其中,选配是种猪育种过程中控制遗传变异及近交增量的重要手段,对于实现育种目标具有重要的作用。通过选配,可以在控制近交系数增长的前提下

获取最大选择进展^[2],或者在有限选择群体中尽量降低近交系数的增长^[3]。在一些保种或濒危群体,可以通过有效的选用来恢复和扩大群体遗传变异^[4],维持群体尽可能大的遗传变异^[5]。选配从群体上区分,包括纯种繁育和杂交繁育;从个体上区分,包括同质选配和异质选配。在短期选择反应评估模型中^[6-7],通过选配可以增加遗传变异,控制近交增量,从而增大选择反应^[8]。

目前,在国内大多数种猪育种企业的实际育种操作中,科学合理的选配通常是容易被忽视、且不易被掌握、也难以受监控和问题最多的环节。针对在选配计划制订与监控等方面的问题,本文利用华南

基金项目:国家现代农业产业技术体系(CARS-36)、国家科技支撑计划(2011BAD28B01)、国家星火计划(2013GA790001)

* 并列第一作者

作者简介:刘小红(1970—),博士,研究员,研究方向为动物遗传育种与繁育,Email:liuxh8@mail.sysu.edu.cn;覃玉凤(1988—),博士研究生,研究方向为动物遗传育种与繁育,Email:qqyf0225@163.com

** **通讯作者:**陈瑶生(1962—),博士,教授,研究方向为动物遗传育种与繁育,Email:chyaosh@mail.sysu.edu.cn

种猪遗传评估信息网 2009—2013 年期间的数据,主要以部分核心场的实际选育数据进行综合分析,所有育种数据的管理和分析基于 Kfnets 信息管理系统。重点从配种计划制订的原则和实际操作、种公猪血统管理、种公猪个体选配、近交增量控制、计划实施吻合度、选配监控等方面进行深入的分析讨论,并提出合理的选配计划制订和监控措施。

1 种猪场内选配计划的制订

1.1 选配计划的制订

在制订选配计划时,根据不同育种目标的需要,首先必须明确基本的选配原则,由育种主管预先编制出合理的选配计划,然后由一线育种人员负责具体实施。然而,国内绝大多数种猪场对选配计划的认识和实际操作存在严重的误区。首先,对配种计划的重要性认识不足,体现在基本没有预先编制好的配种计划,放任一线育种人员仅依据回避近亲交配的原则而自行无计划地配种;第二,配种计划过于宏观,如仅确定年纯繁比例和总窝数,没有具体到种公、母猪个体 ID 号的实际交配组合;第三,配种计划编制的计划性不强,编制周期不稳定,计划编制与实施的组织管理不到位;第四,缺乏种公猪站的协调与配合,导致计划的实操性不强。

因此,考虑到目前我国绝大多数核心育种场承担了纯种繁育、杂交扩繁等双重任务,在制订选配计划时,需要根据各场的育种目标、种猪更新率、选择强度等育种参数,依据种猪育种与生产周期的需要,来确定纯种繁育的比例和规模,按照“年度宏观计划+周(月)配种精细调整”的模式,编制出每头适配种母猪可供选配的 3~5 头种公猪的个体选配周(月)计划表。然而,在实际的选配计划制订时,种猪个体及交配组合预期的综合选择指数排序也会发生实时变化,待配种的种公、母猪生理变化(疾病、死亡、公猪精液质量和数量)等都会导致最终的种公、母猪配种组合发生变化。因此,选配计划的制订既要有长期的统筹规划,又要有配种前近期的精细调整。

1.1.1 选配计划分类与制订依据

选配计划的制订必须首先服从于实现遗传进展最大化的基本原则,即计划配种所生后代的预期综合指数值尽量最大化,确定最优化的配种组合^[10-11],提高获得优秀后代的概率。然而,事实上配种计划很大程度上受制于以下 5 个主要因素:1) 选配目的是实现快速选育提高或遗传互补;2) 近交增量控制的需要;3) 优秀种公猪血缘和数量;4) 种公猪配种量控制及均衡配种;5) 种猪育种及生产周期和营销的需要。此外,在有限的种母猪群体和均衡动态生产流程下,出于生产营销所做的决策等也是选配计划制作前必须考虑的重要因素。

合理的选配计划制作频率应该与企业的生产周期相适应,与生产流程相匹配,确定配种双方准确精细的信息,做出最适宜的采精和配种安排,减少育种和生产间的矛盾。常规的配种计划制订频率是在年计划基础上制订好月配种计划,并结合周调整的选配计划,从而保持与生产年计划、月考核、周断奶以及种公猪的采精频率等生产流程相呼应。

年计划制订的主要依据是核心群与基础群规模、种猪年更新率、选择强度以及销售种猪结构与数量等,宏观的年选配计划应对群体血统配种量及每头公猪的总配种数进行调控。在保证每个血统都有一定的配种量,以保持血统基本不丢失的前提下,尽量考虑优秀血统多配,适当控制其他血统少配;同血统内的种公猪也按优秀个体多配,其他个体少配的原则控制。月计划是年度计划的分解,根据企业的年度均衡生产及不同季节生产重点,把年度计划分解到 12 个月中去,制订出具有可操作性的计划,即必须明确每头拟配种母猪有哪几头种公猪可以选配,以及配种顺序。对于多数种猪场来说,月度是种猪选留、更新的最小时间单位,通常把 1 个月测定结束的同一种、同性别种猪作为同一管理群进行统一评估和选留。周计划是年、月计划的详细分解,并根据实际的种猪生产状态对月配种计划进行微调,将年、月计划分解到每个实际配种批次。目前,我国绝大多数种猪场均是以周为最小生产管理单位组织

生产,每周配种、断奶1次。对于一些大型核心场,也可能每周进行2次配种,则以配种批次为单位,制订选配计划,每年有104个配种批次计划。

图1(a)根据不同月份的配种分娩率、销售目标、种猪年更新率、选择强度等因素,确定不同月份计划的核心群母猪配种窝数。图1(b)是核心群公猪不同血统配种数量,按照种公猪性能排序,靠前的血统尽量多配,靠后的血统适当控制少配,但不低于10窝。

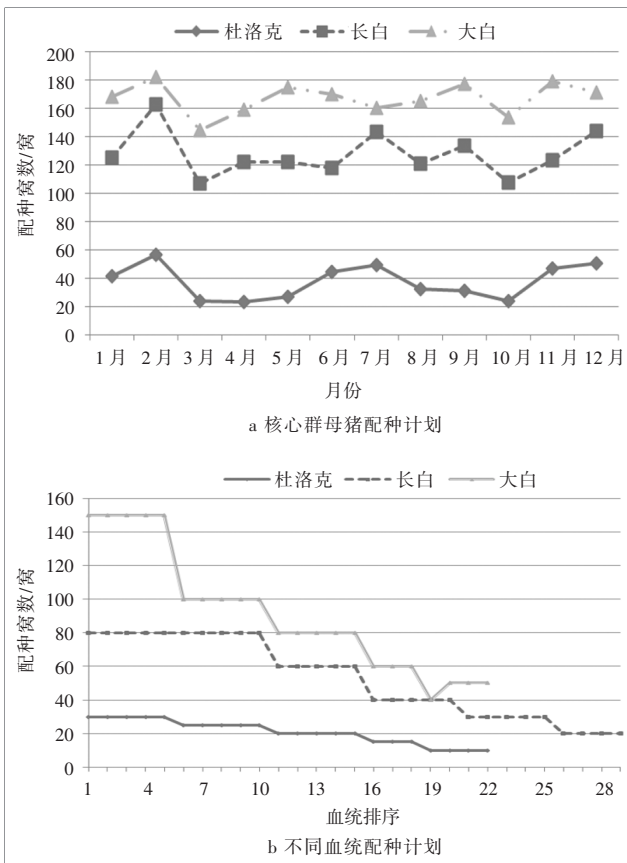


图1 华南区某核心场2013年不同品种核心群配种计划

1.1.2 选配计划的制订

在制订选配计划时,首先要根据种猪场实际育种生产需要,明确主要育种、生产参数。表1为华南区某核心场2013年大白种猪选配计划基本参数表(表中参数,如留种率等是该场目前的现状,并非推荐的适宜参数)。

根据该场核心群和基础群数量以及表1相关参

数,制订出该场2013年大白种猪选配计划(表2)。需要强调一点,这里仅是根据本场种群育种需要的最小计划数,如果采用全群测定的核心场,其计划也应相应调整。对于核心群600头、基础群1000头的种猪场来说,每年接近50%的核心群生产能力用于本场育种服务,另外50%的生产能力用于满足市场销售需求等。月计划、周计划的制订与年计划相似,但必须根据生产动态流程,明确列出本月(本周)所

表1 华南区某核心场2013年大白种猪选配计划基本参数表

性别	主要参数	核心群	基础群
母	年更新率/%	50	40
	选择与更新频率/(批/年)	12	12
	留种率/%	25	50
	配种分娩率/%	85	/
	窝均提供可测定断奶猪数/头	4	/
	仔猪育成率/%	90	/
	测定期淘汰率/%	10	/
公	后备母猪培育成功率/%	90	90
	年更新率/%	70	50
	留种率/%	5	10

表2 华南区某核心场2013年大白种猪选配计划表*

性别	主要指标	核心群	基础群
母	群体规模/头	600	1 000
	年更新数/头	300	400
	年需后备母猪数/头	333	444
	年选择待培育后备母猪数/头	370	494
	年测定结束母猪数/头	1 728	/
	年选择始测母猪/头	1 920	/
	年选择待测断奶母猪/头	2 133	/
	年纯繁分娩窝数,窝	533	/
	年纯繁配种数/头	627	/
	公*	群体规模/头	50
年更新数/头		35	20
年需后备公猪数/头		39	22
年选择待培育后备公猪数/头		43	24
年测定结束公猪数/头		860	/
年选择始测公猪/头		956	/
年选择断奶公猪/头		1 062	/

注:*:本场纯繁窝数的约束在母猪数量,如果纯繁窝数约束在公猪数量,则以公猪参数进行纯繁分娩窝数、配种数计算。

有待配种母猪和拟配种公猪的 ID 号,以及各配种组合的预期后代综合选择指数(或主要性状的 EBV)、近交系数等主要参数。

1.2 核心群种猪选配方案

核心群种猪以纯种繁育为主,指具有共同特征和来源的同一品种内种猪个体间交配繁育,是实现种猪遗传改良的最重要方式。顾名思义,纯种繁育选配时应首先保证父母双方为同一品种的个体;其次,作为繁育体系的塔尖,目前在种猪育种实践中普遍采用同质选配,尽可能使用群体中最优秀的种猪个体进行纯种繁育。当然,在一个有限的育种群体内,避免近交也是纯种繁育必须考虑的重要因素。

从表 3 可以看出,该场第 8 周有 F1 至 F5 共 5 头种母猪需要配种,可选公猪为 M1 至 M4,其中 M2 为后备种公猪。杜洛克种猪的选择依据是父系指数,表 3 列出了不同配种组合后代预期 *TSI*。由于是纯种繁育,因此必须首先保证每头种母猪每次只允许配同 1 头种公猪,同时设定每头种公猪每周只允许配 3 头以下(含 3 头)种母猪。在采用同质选配原则下,以后代期望 *TSI* 最大化为标准,则应采用 M4×F1、M3×F2、M4×F3、M4×F4、M1×F5,其后代预期 *TSI* 平均为 143.23。但考虑到配种组合后代的近交情况,最低标准是避免亲子、全同胞、半同胞等高亲缘相关个体间的交配,如 M3×F2 为全同胞(或父女、母子)交配。实际上在持续规范的育种体系下,应设置控制合理的最高近交系数增量原则进行选配,如该场设置近交系数不超过 0.05,则 M4×F1、M4×F3 等组合不符合要求。为加快种群更新,在种猪选配时,还应让后备种公猪尽早参与配种。本例中 M2 为后备种公猪,可考虑选择 M2×F2 配种组合,后代期望 *TSI* 列第 2 位,近交系数增量也符合要求。

表 3 华南区某核心场杜洛克种猪周配种计划

待配母猪		F1	F2	F3	F4	F5	
可选公猪	<i>TSI</i>	153.74	138.97	138.55	150.38	140.36	
M1		129.02	141.38	130.30	129.99	142.79	141.30
		0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	
M2		136.91	145.33	134.25	133.93	138.84	135.29
		0.00	0.04	0.01	0.00	0.03	
M3		135.51	144.63	138.89	133.23	142.09	134.59
		0.05	0.25	0.04	0.05	0.03	
M4		146.20	149.97	133.55	138.58	147.43	139.93
		0.05	0.01	0.06	0.05	0.01	

注:*,每个单元格上一数字为后代预期的 *TSI*,下一数字为近交系数(*F*);M2 为后备种公猪。

考虑到不同群体、不同性状近交衰退率存在差异,表 4 列出了假定不同近交衰退水平下选择配种组合的后代预期 *TSI* 和近交系数(*F*)均值,可见当不存在近交衰退时,所选组合后代预期 *TSI* 均值最高,为 143.23;当存在 1.0%左右的近交衰退率时,所选组合后代预期 *TSI* 均值列第二位,为 142.30,与最高值相比,损失了 0.93 个指数点;当近交衰退率达到 10.0%时,所选组合后代预期 *TSI* 均值为 141.38,与最高值相比,损失 1.85 个指数点;如果独立考虑近交,所选组合后代预期 *TSI* 值为 136.88,与最高值相比,损失 6.35 个指数点。

综合考虑上述因素,该场核心群杜洛克种猪 2014 年第 8 周应采用 M4×F1、M2×F2、M4×F3、M4×F4、M1×F5 组合进行配种,后代平均近交系数也在可控范围内。但是,当群体规模有限、且近交水平较高时,应采用独立考虑近交配种模式。

1.3 血统间的交叉选配

在实际种猪育种中,为避免近交增量上升过快,有计划地采用血统间交叉选配可有效降低群体近交

表 4 不同近交衰退水平下最优配种组合选择

近交衰退率/%	配种组合	<i>TSI</i> 均值	<i>F</i> 均值
0.0	M4×F1、M3×F2、M4×F3、M4×F4、M1×F5	143.23	0.08
1.0	M4×F1、M2×F2、M4×F3、M4×F4、M1×F5	142.30	0.04
10.0	M2×F1、M4×F2、M2×F3、M4×F4、M1×F5	141.38	0.01
独立考虑近交	M2×F1、M1×F2、M1×F3、M2×F4、M1×F5	136.88	0.00

增量。当然,如果血统交叉选配的代次过多,会打破血统间的独立血缘关系,对保持遗传变异有一定的不利影响^[12]。在我国多数核心场的选配工作中,主要对配种双方最大亲缘关系进行限制,而不对父母双方血统进行控制,血统间的交叉选配随群体近交的不断累积,将被迫越来越多。

华南区某核心场自2009年以来,每年约有10%左右的长白种公猪进行血统间交叉选配,由图2(a)可知,双亲的近交系数均逐渐降低,对应的后代的近交增量维持较低水平。图2(b)反映了血统间交叉选配的后代达100 kg体重日龄和产活仔数估计育种值(EBV)总体上呈现向选育目标变化的趋势,可见一定比例的血统交叉间选配并不影响目标选育性状的遗传趋势。在育种实践中,血统间交叉选配所占选配比例应根据各自育种目标、群体规模、群体遗传变异、近亲程度等因素综合分析确定。

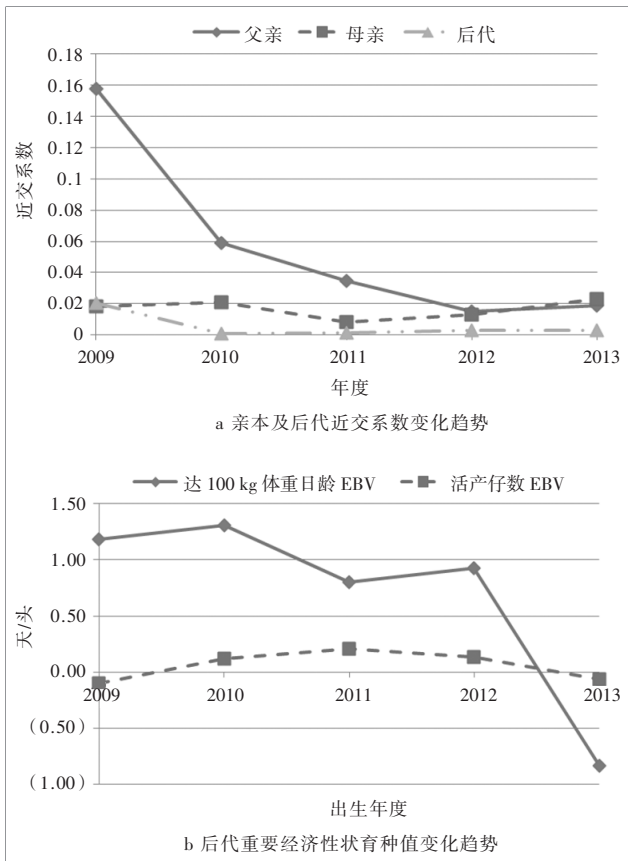


图2 华南区某核心场2009—2013年长白猪血统间交叉选配效果

2 种猪场内选配计划监控

为实现种猪育种目标,通过对选配操作进行有效的实时监控,可及时发现问题,为选配计划调整提供依据,确保获得选育效果。然而,我国绝大多数种猪场对此缺乏明确地认识。事实上,配种计划制订的责任不明,实施监控更是贫乏。为此,我们提出用选配计划吻合度指标来实现对核心场配种情况的追踪分析,并形成定期规范的选配监控报告,这是育种数据和流程标准化管理在配种环节的直接体现。在实际育种操作过程中,实现育种效益需要进行精细的选配,以提高优秀种公、母猪配种组合比例。按种猪等级选配是核心群育种中常用的选配优化方法,通过按综合选择指数、种猪年龄或其他生长繁殖性状等,将核心群划分出多个不同等级或群体组合,选配时只在对应等级或群体组合内的种公猪及种母猪进行选配,既提高了选配准确度,又充分有效利用了优秀种公、母猪资源。

2.1 选配计划吻合度

选配计划吻合度是指实际配种操作与选配计划的符合程度,通常以周或月的详细配种计划为单位进行分析。由图3可以看出,随着选配计划实施吻合度的不断提高,一级公猪的配种比例,以及一级公猪配一级母猪组合的比例也逐渐增大,选配准确度不断提高。

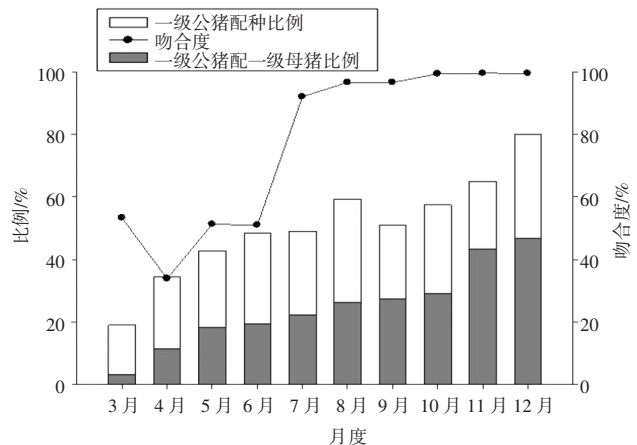


图3 华南区某核心场2013年的月度选配计划实施吻合度及优秀配种组合分布

通过分析该场早期选配计划实施过程的数据表明,早期选配计划实施吻合度低的原因主要有:一是数据管理漏洞,如育种数据的现场采集和录入不及时或出现错误;二是与生产现场沟通协调不畅,如采精及配种等现场人员对选配计划的重视不够和执行力度不强;三是种公猪生理突发问题,包括疾病、死亡、精液不可用等;四是选配计划制订与生产实际不匹配,如高估种公猪生产水平,导致有些种母猪在选配计划表中无对应种公猪可配等情况。

2.2 核心群种公猪年龄及配种数量控制

核心群种公猪年龄及配种数量是影响育种效率的重要因素之一,合理控制好这一要素,将对缩短世代间隔、降低群体平均近交增量、加快选育进展发挥直接重要的作用^[13-14],但是在国内大多数种猪场对此缺乏明确的认识,也没有较好的实操模式。由图4(a)可知,华南区7家核心育种场2013年核心群种公猪使用180 d以内(420日龄以内)的种公猪所占比例为27.34%(24.72%~28.71%),使用0.5~1年(420~605日龄)所占比例为30.60%(29.52%~32.01%),使用年限超过1年以上种公猪所占比例却高达42.06%(39.28%~45.76%)。事实上,从提高核心群选育进展角度考虑,严格控制种公猪使用年限是实现快速遗传改进需要投入育种成本最低的有效手段,遗憾的是国内很少种猪育种企业能够做到这一点。如果按照平均每周(或每月)配种批次每头种公猪配种母猪不超过2头(或8头),则半年时间可配48头种母猪,已经能够完全实现该种公猪遗传潜能的传递,再过长、过多地使用这些种公猪将对长期选育进展带来负面影响。

由图4(b)可知,华南区7家核心场杜洛克种公猪配种数量能得到较好地控制,2013年配种窝数小于30窝(含30窝)的种公猪数量所占比例达到77.83%;长白种公猪配种数量控制最差,2013年配种窝数高于60窝的种公猪数量所占比例达到26.50%,甚至有16.24%的种公猪配种大于80窝。在一个规模有限且相对封闭的育种核心群中,种公猪个体总配种窝数过少将增加需要的种公猪数量,从

而导致选择强度下降,同时也造成种公猪单位维持成本的增加;但是如果配种窝数过多(如超过30窝),则会导致该种公猪血缘在群体中所占比例快速上升,不利于近交增量控制和群体遗传变异的维护。在育种实践中,通常根据核心群存栏状况,尽量控制每头种公猪在核心群的配种总窝数不超过30窝,极个别特别优秀的种公猪也必须控制在50窝以内。

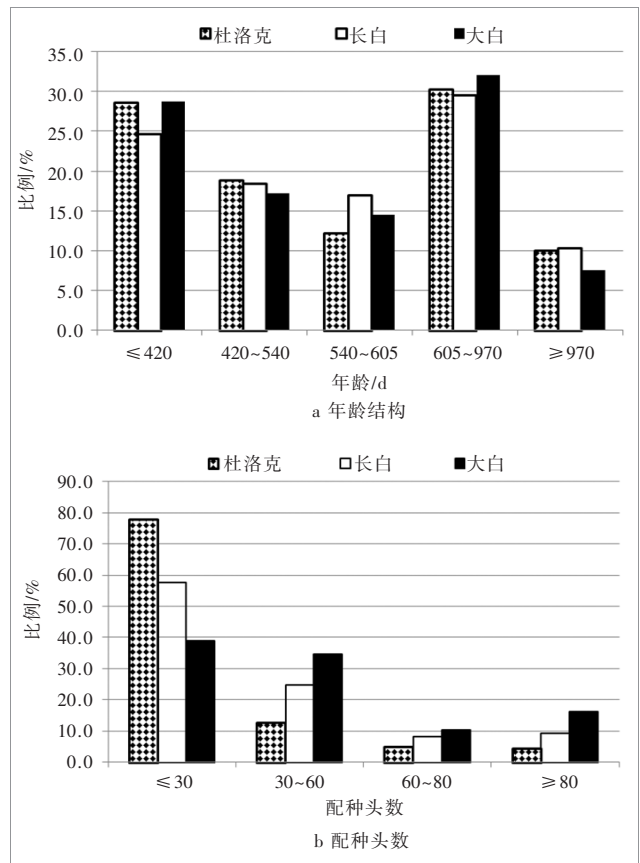


图4 华南区2013年7家核心场不同品种核心群种公猪年龄结构与配种头数分布

2.3 核心群近交增量监控

通过选配有针对性地控制配种双方亲缘关系,尽量不选择有亲缘关系的个体进行配种,是控制群体平均近交增量的主要手段^[15-16]。然而,通过简单控制近亲交配(如3代亲缘关系)方式,在一个连续多代的育种系统内并不能完全避免近交的产生,只是能将近交累积速度控制在一定范围内。由图5可见,从2011年开始后裔近交系数为0的配种组合比例逐

年减少,而对应的不同程度近交的配种组合比例逐年提高,这种变化趋势与群体平均近交系数的逐年累积是一致的。

据 Danbred 报道(www.danbredint.dk),核心群近交的年累积速度通常为 0.3%~0.6%,因此在制订选配计划时,通常将最大亲缘关系设置为 0.06,在实际选配时,必须利用合适的选配管理软件,持续控制交配双方的亲缘关系。当然,在实际育种中,核心群公猪数量和配种量控制的选择是比较困难的,特别是在较小的核心群中,这一矛盾也难以解决。因此,突破单个核心群的制约,建立区域内类似群体的优秀种公猪资源共享体系,是解决这一矛盾唯一有效的途径^[17]。

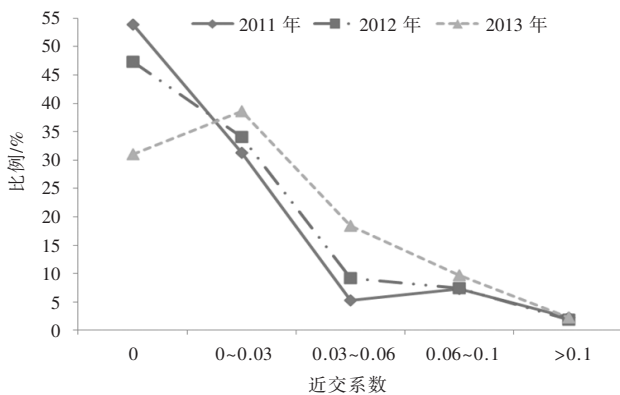


图 5 华南区某核心群 2011—2013 年不同后裔近交系数的配种组合比例

2.4 异常选配监控

选配监控的作用一方面是对选配执行效率的评估,另一方面也可反馈选配计划的缺陷以便做出及时的调整。根据选配计划内容及目标,可将选配监控分为数据监控和现场监控两个方面。现场监控是建立在完善的育种生产管理体系和沟通协调机制上,监控内容包括:种公猪生产水平、种猪生理突发事件、精液保存时间、现场工作人员效率、后备公猪调教、后备母猪培育、以及选配计划制订与生产流程匹配情况等。数据监控则依赖于完善的实时数据平台,包括育种软件和原始数据记录,又分为数据量监控和选配效果监控。数据量监控主要是对选配计

划的落实及时地跟进,如定期对血统数及血统配种量、种公猪个体配种量、近交增量、核心群配种量等信息进行收集和整理。选配效果监控是对选配实施后效果的分析,包括选配计划吻合度、优秀配种组合比例、异常近交个体追踪、选配后代性能分析等。

由表 5 可见,只有一半的种母猪选配较为理想,还有相当一部分(36.02%)基本上等同于没有选配计划。当最终选配计划表提供的每头种母猪可选配种公猪数越多,实际配种时选择排名前 3 名种公猪配种的比例越低。事实上,提供过多的可选配种公猪数,会使现场操作倾向于随机性,即变成哪头种母猪与哪头种公猪配种基本上由现场一线生产人员随意分配,从而使选配计划变成一纸空谈,导致选配这一重要环节失去监控管理。在育种实践中,合理的配种计划通常要求每个配种批次提供的可选种公猪数尽量为 3 头,并按照优先配种顺序列出,绝对不应超过 5 头。

表 5 华南区某核心场 2013 年选配计划实施结果分析

可选公猪数	1~3 头	4~5 头	6~8 头	>8 头
选配组合数	2 115	333	170	1 474
选配组合比例/%	51.69	8.14	4.15	36.02
选择排名前 3 种公猪组合数	2 106	270	127	192
选择排名前 3 种公猪比例/%	99.57	81.08	74.71	13.03

2.5 核心群不同血统存栏量与配种量均衡控制

在种猪选育中,种公猪血统是决定群体遗传变异和控制近交的关键控制点,核心群种公猪血统数维持在一定范围内是育种获得持续遗传进展的基本条件。合理的育种规划,维持基本的种公猪血统数和平衡配种量,是保证血统不流失的主要措施。由图 6 可见,2013 年,该场大白种猪核心群不同血统的存栏量与配种量未能保持平衡,如 2 号血统种公猪存栏量为 1 头公猪(占存栏量的 1.23%),2013 年配种数量达到 123 窝(占配种总数的 6.24%),而 12 号血统种公猪存栏量为 6 头,2013 年仅配了 39 窝(占配种总数的 7.41%)。由于配种不平衡,一些年配种量少的血统,由于产生的后代少,其后代被测定选

留的概率低,容易导致血统丢失。因此,在实际选配时应尽量保证血统不流失的前提下,优秀血统多配,其他血统适当少配。当然,如果处于核心群建设扩群初期,在血统性能不够清晰时,一些存栏公猪相对较少的血统可适当多配来扩大其规模。

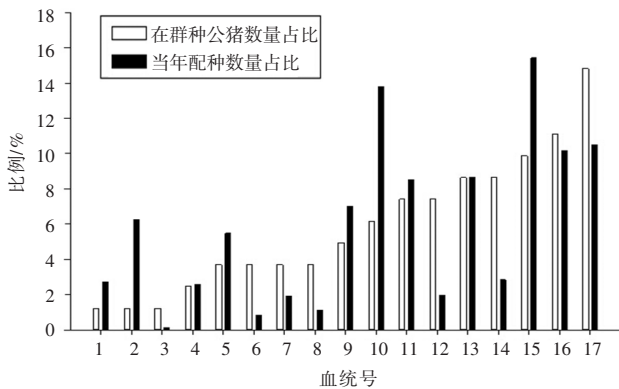
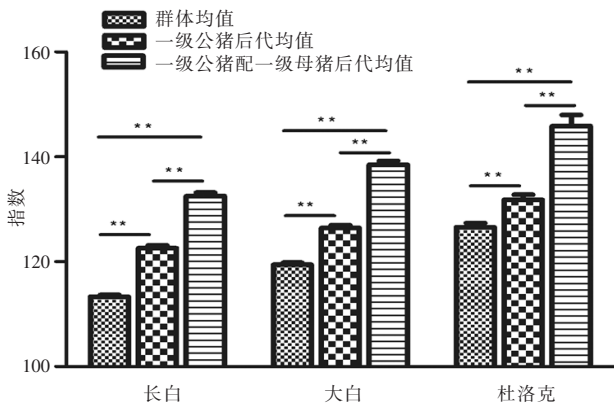


图6 华南区某核心场大白种猪核心群2013年不同血统在用种公猪数量及当年配种数量所占比例

2.6 选配实施效果监控

通过选配效果进行追踪分析,是对选配计划合理性进行评估的关键。一般情况下,可以通过分析一个季度(或年度)的遗传进展情况、总体性能水平变化等,客观地评估选配计划的实施效果。由图7可见,3个品种中一级种公猪后代指数均值都大于该品种的种猪群体均值,一级种公猪配一级种母猪的后代测定成绩的综合指数最高。统计分析表明,3个



*:长白、大白种猪采用母系指数;杜洛克种猪采用父系指数

图7 华南区某核心场2013年4月至2014年4月选配效果追踪分析*

品种群体均值、一级种公猪后代均值、一级种公猪配一级种母猪后代均值之间差异显著性检验的P值均小于0.001,相互之间的差异达到极显著水平。特别是一级种、公母猪配种组合,有效地发挥了性能测定选留的优势,其后代综合指数值在3个品种中均高于种猪群体均值约20个指数点、高于一级种公猪配种的所有后代均值10个指数点以上,表明该场按种猪等级进行分级管理和选配是可行的,并且取得了显著的育种效果。

3 结论与建议

种猪选配这一至关重要的环节,在我国大多数种猪场没有得到应有的重视和合理的实施监控,从而严重制约着育种选育进展。本团队通过在核心场贯彻新的选配理念、制订合理的选配计划、以及实时的监控分析,有效地促进了育种场在这一环节的规范化操作,取得了初步效果。通过从选配计划制订和监控2个方面对核心场实际选配数据的深入剖析,探讨了计划制订的原则和实际操作、种公猪血统管理、种公猪个体选配、近交增量控制、计划实施吻合度、选配监控等,建议在实际育种选配中应综合考虑以下5方面的因素:

3.1 树立科学合理的种猪选配意识,强化计划执行力

高效合理的选配能使育种工作获得事半功倍的效果。然而,国内多数核心场处于无计划选配状态、或对选配的重视力度不够,导致选配失于管理和监控,育种效益无法高效实现,育种进展可提升空间的潜力没有得到发挥。种猪选配计划的制订和实施监控是反映种猪场能否积极主动开展种猪育种工作的重要标志之一,从企业高管到一线育种技术人员都必须充分认识到选配的重要性,将计划的制订作为育种实际操作中的关键一环,严格做到配种有计划、实配有记录、过程有监控、效果有评估、问题能追溯,确保计划得到有效的实施。

3.2 制订合理的长远育种方案,确定选配方向和原则

制订5~8年的长远育种方案是实施有效育种工作的先决条件,对确定选配的总体方向,配种组合的选择标准及控制近交增量的策略等原则性问题起到决定性作用。一般情况下,三元杂交体系中作为第一、第二母本的大白猪和长白猪,应以重要性状构成的母系指数作为选配标准,杜洛克猪以终端父系指数作为选配标准。但有些核心场可以根据自身实际情况,偏重对某一生长或繁殖性状的选育,配种组合选择标准可以重点考虑这些性状。此外,核心场通常根据育种群体对近交衰退的控制要求,调整配种组合控制的亲缘关系,决定是否使用血统交叉选配等策略。当然,如果核心场能够做到有计划、持续少量地选配其他核心场育种目标基本一致的优秀种公猪,将对本场的种猪选配起到积极地促进作用。

3.3 年度选配计划与周(月)选配计划有机结合,确保计划实操性

年度选配计划与周(月)选配计划有机结合,制订出切实可行的选配计划,与种猪育种生产计划、生产流程相匹配,才能够同时满足选配的战略性、准确性、合理性及实操性的要求。在实际育种中,年度选配计划体现了育种目标要求,是选配的总体规划,年度选配计划同时也是选配监控的基本参考依据。周(月)选配计划是育种一线人员实际操作执行方案,在周(月)选配计划的基础上可实现选配方案的优化,如执行按等级选配、血统交叉选配等,能够满足选配精细化管理的需要,减少育种与生产的矛盾,提高育种工作效率。

3.4 实施种猪分级管理,提高选配效率

种猪管理除日常生产管理、数据信息管理及淘汰更新管理等之外,为了提高育种效率,将种公、母猪按照评估的综合性能进行分级管理,能够提高现场育种的选配效率。在确保血缘基本不丢失的前提下,尽量采用同级种公、母猪进行选配,将大大提高选育后代出现优秀个体的概率,从而提高选育进展。

3.5 明确育种管理体制,确保选配计划合理实施

完善的育种管理体制能高效促进各项育种工作

的开展,并对整个育种生产流程进行严密的监控和管理,这也是确保选配计划落到实处的最重要保障基础。核心育种场必须高度重视计划制订,应该由育种技术总监亲自把控,制订合理的选配计划,协调种母猪场和公猪站,并下达育种指令。一线育种技术人员负责具体落实计划,及时记录和提交实际发生的配种结果,发现问题及时报告,不得擅自变动选配指令。对于选配计划实施结果监控,选配计划吻合度分析是衡量和考核现场育种工作是否到位的重要指标,能够有效地促进育种工作的规范化和标准化。^[A]

有关本系列论文 I 和 II, 分别参见本刊 2014 年第 8 期和第 10 期。

参考文献

- [1] 盛志廉, 陈瑶生. 数量遗传学 [M]. 北京: 科学出版社, 1999, 300.
- [2] Meuwissen T H E. Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding [J]. *J Animal Science*, 1997, 75(4): 934-940.
- [3] Caballero A, Santiago E, Toro M A. Systems of mating to reduce inbreeding in selected populations [J]. *Animal Science*, 1996, 62(3): 431-442.
- [4] Biermann A D M, Pimentel E C G, Tietze M, *et al.* Implementation of genetic evaluation and mating designs for the endangered local pig breed 'Bunte Bentheimer' [J]. *J Animal Breeding and Genetics*, 2014, 131(1): 36-45.
- [5] Cervantes I, Meuwissen T H E. Maximization of total genetic variance in breed conservation programmes [J]. *J Animal Breeding and Genetics*, 2011, 128(6): 465-472.
- [6] Fernandez J, Toro M A. The use of mathematical programming to control inbreeding in selection schemes [J]. *J Animal Breeding and Genetics*, 1999, 116(6): 447-466.
- [7] Groeneveld E, Westhuizen B V D, Maiwashe A, *et al.* POPREP: a generic report for population management [J]. *Genetics and Molecular Research*, 2009, 8(3): 1158-1178.
- [8] Sonesson A K, Meuwissen T H E. Mating schemes for optimum contribution selection with constrained rates of inbreeding [J]. *Genetics Selection Evolution*, 2000, 32(3): 231-248.
- [9] 刘小红, 李加琪, 张勤, 等. 规模化种猪育种与生产数字化管理体系建设及案例分析(I): 现状与问题 [J]. *中国畜牧杂志*,

- 2014, 50(8): 57-69.
- [10] Pong-Wong R, Woolliams J A. Optimisation of contribution of candidate parents to maximise genetic gain and restricting in-breeding using semidefinite programming [J]. *Genetics Selection Evolution*, 2007, 39(1): 3-25.
- [11] Fernandez J, Toro M A, Caballero A. Practical implementation of optimal management strategies in conservation programmes: A mate selection method [J]. *Animal Biodiversity and Conservation*, 2001, 24(2): 17-24.
- [12] Rathje T A. Strategies to manage inbreeding accumulation in swine breeding company nucleus herds: Some case studies [J]. *J Animal Science*, 2000, 79(E-Suppl 1): 1-8.
- [13] van Arendonk J A M. The role of reproductive technologies in breeding schemes for livestock populations in developing countries [J]. *Livestock Science*, 2011, 136(1): 29-37.
- [14] Knox R, Levis D, Safranski T, *et al.* An update on North American boar stud practices [J]. *Theriogenology*, 2008, 70(8): 1202-1208.
- [15] Hinrichs D, Wetten M, Meuwissen T H E. An algorithm to compute optimal genetic contributions in selection programs with large numbers of candidates [J]. *J Animal Science*, 2006, 84(12): 3212-3218.
- [16] Gourdine J L, Sorensen A C, Rydhmer L. There is room for selection in a small local pig breed when using optimum contribution selection: A simulation study [J]. *J Animal Science*, 2012, 90(1): 76-84.
- [17] 陈瑶生. 全国生猪遗传改良计划实施与推进 [J]. *中国猪业*, 2012, 7(4): 26-27.

Digitize Management System and Case Analysis for Large-scale Pig Breeding and Production (III): Decision and Control of Mating Plan

LIU Xiao-hong¹, QIN Yu-feng¹, LI Jia-qi², ZHAO Yun-xiang¹, CHEN Qing-sen³,
ZHANG Cong-lin³, CHEN Yao-sheng¹

(1.State Key Laboratory of Biocontrol, Guangdong Provincial Pig Improvement & Breeding Engineering Technological Research & Development Center, School of Life sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510475, China;

2. College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou, 510642, China;

3. Guangxi Yangxiang Animal Husbandry Co. Lit., Guangxi Guigang, 537100, China)

Abstract: Mating is one of the two most important works to achieve breeding goals as well as performance testing and selection in pig breeding. The suitable mating system could contribute more effectively and rapidly breeding improvement, reasonable inbreeding accumulation control, and sustainable genetic variation to ensure continuance selection. However, in most pig breeding farms in China, reasonable mating scheme is difficult to be decided and handled in practice, so that it is much ignored and has many problems. Subject to the breeding management ability, a rational mating scheme is usually not decided, and the actual mating can not be monitored timely and effectively, resulting in poor improvement efficiency. In this paper, based on a nucleus herd breeding data analysis, we focus on the formulating and monitoring mating plan, to describe the principle and operation of mating design, boar pedigree management, individual mating plan, inbreeding control, fitness of plan implementation, actual mating monitoring, etc. It will support a valuable reference for practice mating operation.

Key words: pig breeding; mating plan; decision and control; digitize management system

小信息

两项维生素国家标准正式实施

据绍兴市质监局消息,近日,由浙江医药有限公司维生素厂为主制定的维生素 E ($DL-\alpha$ -生育酚)和维生素 A 棕榈酸酯两项国家标准正式实施(BOYAR 注:两项标准均为食品添加剂标准)。这是近年来袍江第 5 家作为第一起草单位制定国家标准的企业。据了解,维生素 E ($DL-\alpha$ -生育酚)和维生素 A 棕榈酸酯作为营养强化剂已列入 GB14880-2012《食品营养强化剂使用标准》,但一直没有对应的国家级质量安全标准。为此,2011 年底,浙江医药维生素厂向原国家卫生部提交了国标立项申请,并于 2012 年成功立项进入试验和论证阶段,2014 年 6 月 1 日,上述两项国标正式发布实施。