



白羽快大型肉鸡育种的过去、现在和将来

李 辉^{1,2,3}, 杜志强^{1,2,3}, 王守志^{1,2,3}, 冷 丽^{1,2,3}

(1.农业部鸡遗传育种重点实验室,黑龙江哈尔滨 150030;

2.黑龙江省普通高等学校动物遗传育种与繁殖重点实验室,黑龙江哈尔滨 150030;

3.东北农业大学动物科学技术学院,黑龙江哈尔滨 150030)

摘 要: 文章回顾了国际白羽快大型肉鸡育种的发展历史,分析了当前国际白羽快大型肉鸡的育种现状和存在问题,并对未来国际白羽快大型肉鸡育种的发展趋势进行了探讨和展望,以期为我国白羽快大型肉鸡的育种工作和产业发展提供一些可供参考的信息和线索。

关键词: 白羽肉鸡; 育种; 历史; 现状; 未来

中图分类号 S831.2

文献标识码 A

文章编号 :1004-6364(2016)19-01-08

家禽产业是畜牧业中高效、节粮和标准化程度最高的产业之一。我国禽肉产品中鸡肉约占70%的份额,而在鸡肉产品中白羽快大型肉鸡产品约占59%。目前,我国所有的白羽快大型肉鸡祖代鸡完全依赖进口,严重影响我国白羽肉鸡产业的安全,也严重影响了白羽肉鸡产业的经济效益^[1]。为了扭转种源长期受制于人的不利局面,提升我国现代肉鸡种业发展水平,促进肉鸡产业持续健康发展,农业部组织制定并公布了《全国肉鸡遗传改良计划(2014~2025)》^[2]。该“计划”的公布实施,将在未来10年对提高我国肉鸡种业科技创新水平、加快肉鸡遗传改良进程、完善国家肉鸡良种繁育体系、提高肉鸡育种能力、生产水平和养殖效益等方面起到巨大的推动作用。

育种工作是遗传改良的核心,选育又是育种的核心。肉鸡育种的选育技术从最初的表型选择、分子标记辅助选择技术,到现在的全基因组选择技术,有效地推动了育种技术的升级换代并保障了品种的竞争力。现阶段,国外大型育种公司已经开始考虑肉鸡养殖的福利和可持续发展问

题,制定了多性状选择的育种目标。这些性状大多受复杂遗传基础控制,如饲料转化率、体重、产肉量、产蛋量、孵化率、生长体型、肉质、免疫反应、心肺适应性、骨骼密度等。多性状选育对育种技术提出极高要求的同时,也促进了育种技术前所未有的发展。

本文就国际白羽快大型肉鸡育种的发展历史、育种现状和未来趋势进行综述,希望为我国白羽快大型肉鸡的育种工作和产业发展提供参考。

1 肉鸡育种历史回顾

1.1 国际肉鸡育种发展历史和经验

1.1.1 肉鸡育种历史

20世纪初,随着人们对家禽生产价值认识的逐步提高,商业化养禽生产兴起,由此带动了家禽育种工作的本质变化。育种目标由注重体型外貌转向注重经济性状。这一变化的产生,促使家禽育种工作从经验阶段转变进入现代育种阶段。家禽育种的理论基础是遗传学,遗传学理论的发展,为家禽育种的转型提供了重要的技术保证。经过半个多世纪的努力,肉鸡育种工作已经取得了辉

收稿日期:2016-09-03

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-42)

作者简介:李辉(1963-),男,博士,教授,国家肉鸡产业技术体系遗传育种与繁殖岗位科学家,E-mail:lihui@neau.edu.cn





煌的成就,建立起了良种繁育体系,培育出了许多生产性能卓越的优良白羽快大型肉鸡配套系,为现代白羽快大型肉鸡生产奠定了坚实的基础。

肉鸡育种的发展历史可以说是动物育种技术发展的一部编年史(见图1)。19世纪前,世界各地已经开始肉鸡品种培育,如美国的洛克(Plymouth Rock)、新汉夏(New Hampshires)以及科尼什(Cornish)等品种,但当时育种技术很少被使用。20世纪20年代,开始出现专业肉鸡育种机构,育种技术主要为个体表型选择与选配。20世纪中期,出现了利用标准品种生产的专门化品系,并进行杂交配套生产商品代。这一时期,欧美国家出现大量肉鸡育种和生产企业。20世纪80年代,血氧计和基于X射线的便携式骨发育探测设备Lixiscope的研制成功,解决了肉鸡腹水症和胫骨发育不良等性状的选育问题,有力地推动了产业发展。21世纪初,由于新型育种技术的发展和运用,肉鸡生产性能和育种效率得到了极大提高。快大型白羽肉鸡42日龄体重从1957年的539 g增加到目前的超过2 500 g,饲料转化效率从1957年的2.34:1下降到目前的1.72:1。近些年,基因组选择技术和功能基因组研究已经被育种公司应用于白羽肉鸡各配套品系的选育研究上^[3-5]。特别是基因组选择技术的应用,必将推动白羽快大型肉鸡育种更上一个台阶。

来整合更多的资源,追求更多的商业利润。

家禽育种是一项高投入、高技术、高产出的同时伴随着高风险的产业。由于家禽育种业本身的特点和市场竞争的加剧,国际上的育种公司不断进行重组与整合,公司规模越来越大,但公司的数量却在逐年减少。整合后的家禽育种公司拥有家禽育种的最新科技、最现代化的饲养管理方式、最先进的产品销售经营理念,以及完善的良种繁育体系和雄厚的技术资源。20世纪70~80年代,全球有超过20家肉鸡大型育种企业。目前,国际肉鸡育种主要被德国Wesjohann集团拥有的Aviagen、美国全球最大肉品加工企业Tyson公司拥有的Cobb-Vantress、法国Grimaud集团拥有的Hubbard所垄断,其产品控制了全球80%以上的市场。肉鸡育种核心技术也被垄断和牢牢控制在上述三大育种公司手中。

跨国肉鸡育种公司具备优异的育种综合创新能力,拥有自主知识产权的育种技术,重视鸡群的疾病净化工作,依据市场需求调整育种方向与目标,采用先进的育种技术,培育成功一些著名的肉鸡品种,如:AA⁺肉鸡(繁殖性能优秀、体型大、生长发育快、饲料转化率高、适应性强)、罗斯308(生长快、饲料报酬高、产肉量高)、科宝500(生长速度、饲料转化率和出肉率竞争力强)、科宝700(生长速度快、肌肉丰满、胸肌率高、肉质鲜美、均匀度好、饲料转化率高)。

起初,家禽育种技术和方法的研究主要由大学和研究所主导,但随着时间的推移,逐渐向育种公司转移。当前国际大型肉鸡育种企业的科技创新分为以下两个层面,一方面是企业自建研发中心。如Aviagen研发部门每年将收入的10%作为研发经费,从肉鸡活重、种鸡产蛋量、心血管适应性、骨骼强度等福利相关性状的多个方面开展育种技术研发,并对现有品系全面提高,同时开发新产品以满足不断变化的市场需要;Cobb-Vantress作为世界最老的家禽育种公司,将年收入的14%作为研发经费分别在密苏里州、奥克拉荷马州和肯他基州建立了研发中心和系谱育种中心。另一方面,育种公司积极与大学合作研究,整合科研机构的力量和资源。如,2008年荷兰Hendrix Genetics公司、美国Cobb-Vantress公司和美国农业部共同投资,并联合荷兰瓦格宁根大学开发

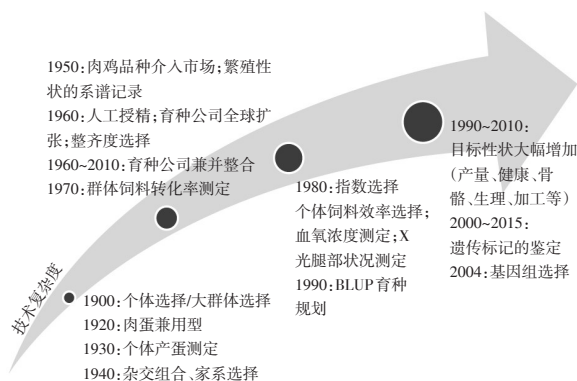


图1 国际肉鸡育种技术的发展历程

1.1.2 国际大型育种公司发展历程和经验

提及白羽肉鸡育种和整个产业发展的历史,不能不提及国际大型育种公司。育种企业的发展、合作、兼并和重组史,就是近百年国际肉鸡种业的发展史。大型国际育种公司垄断和掌控着白羽肉鸡育种的核心技术和方法,通过资本的融合



Illumina 60K Chicken SNP chip 芯片^[6]。与此同时,为了避免育种公司的商业短视行为,欧盟和美国农业部等通过组织大学、各大育种公司共同承担科研项目开展育种技术创新。

1.2 我国白羽快大型肉鸡育种历史、经验和启示

我国肉鸡生产起始于20世纪80年代,取得了一定成就,为国家菜篮子工程建设做出了重要贡献。然而,肉鸡的持续、健康和稳定发展存在许多问题,其中种源问题尤为突出,也一直困扰着肉鸡产业的发展。

我国的白羽快大型肉鸡育种工作经历了从无到有,从有到无,直到目前又重新开始,可谓一波三折。1981年,“全国家禽育种委员会”成立。1986年,北京市大发畜产总公司、美国艾维茵国际禽场有限公司和泰国正大集团合资成立了北京家禽育种公司。1987年,北京家禽育种有限公司从美国引进艾维茵原种鸡,开始育种工作。经过风土驯化和大量育种工作后,艾维茵肉鸡显示了增重快、饲料转化率高、抗病力强、成活率高、种鸡产蛋率高的优势,深受国内外客户的欢迎。在1999~2002年3年间,艾维茵肉鸡父母代销售量从277万套增加到588万套,平均年递增37.4%。2002年,艾维茵在我国的市场占有率达55%^[2]

然而,2004年以后,受禽流感和其它种鸡疾病净化问题的影响,造成了持续两年多的肉鸡市场滑坡,北京家禽育种有限公司的经营出现了危机,被迫放弃了商业育种工作。其原因可归纳为以下几方面:①家禽育种综合创新能力弱;②缺乏具备自主知识产权的先进育种技术;③对疾病净化问题重视程度不够。

在育种技术研发方面,以大学和科研院所为主体,部分企业参与,由国家公共财政资助,如国家973项目、863计划、支撑计划、公益性行业科研专项等,近年来重点开展了肉鸡功能基因组学、遗传评估技术等研究,挖掘与我国肉鸡育种目标相匹配的肉质、抗病性、繁殖、生长等重要经济性状的致因突变和分子标记,以及这些重要经济性状的遗传评估与选择技术研究。在上述领域尤其是功能基因组学研究方面已从10多年前跟踪国外研究逐渐达到了与国际同步的水平。育种操作技术方面,我国先后开发出了无纸化产蛋记录、遗传

评估系统等实用育种技术。但总体而言,我国在肉鸡实用育种技术方面与国外大型育种公司相比差距仍然较大。

我国作为一个养禽大国,培育具有自主知识产权、适应我国消费市场的白羽快大型肉鸡品种(配套系),不仅能丰富和优化我国肉鸡品种结构,满足市场需求,同时通过自主创新,还可以确保白羽快大型肉鸡良种繁育体系的建设和鸡肉产品的安全,具有重要的战略意义。具体体现在:①有利于产业安全;②有利于平抑我国种鸡的进口价格;③可以为国家节省大量的引种外汇;④有利于疾病净化。

2 国际白羽快大型肉鸡育种现状

2.1 国际白羽快大型肉鸡育种形势分析

最近30多年来,肉鸡遗传育种专家运用数量遗传学原理,采用新的育种技术,极大地提高了肉鸡的生产性能。通过长期、系统选育,商品肉鸡达到2 kg体重的饲养天数,已经由1976年的63 d缩短到目前的33 d,平均每年减少约0.9 d;同时,肉鸡的屠宰率、胸肉率等方面也取得了大幅度提高。最近十多年,在选择性状方面,国外育种企业在满足不断变化市场需要的同时更加强调不同性状之间的平衡,采用平衡育种方法,追求综合经济效益最大化。在育种技术方面,在常规育种技术基础上,又将分子育种技术引入育种实践。

2.1.1 分子育种技术

近几十年,肉鸡育种工作在传统数量遗传学理论的指导下已经取得了巨大的成就。然而,上世纪80年代以来,家禽遗传进展递增率已逐渐下降。采用现有的育种方法已经很难取得突破性进展,尤其是对于那些难于准确度量 and 遗传力较低的性状,如繁殖性状、肉质性状等。这就要求家禽育种专家去寻找一种更有效的育种技术和方法来破解这一难题。分子生物学和其他有关学科的迅猛发展为此带来了新的机遇。建立在分子水平上的育种技术已成为研究热点。从当前的发展情况来看,国际肉鸡分子育种技术的研究主要集中在标记辅助选择(Marker Assisted Selection, MAS)、鸡基因组学和转基因技术方面。

2.1.1.1 标记辅助选择

标记辅助选择是一种直接对影响重要经济性



状的基因组区域进行选择的方法^[7]。实施标记辅助选择的前提条件是应用遗传标记定位到影响重要经济性状的QTL。以往由于缺乏理想的标记或者标记的多态性不够丰富(如形态标记、生化标记等),QTL定位受到很大的限制。随着以DNA多态性为基础的分子遗传标记大量的发掘和应用,为QTL定位研究和标记辅助选择奠定了基础。截止到2016年8月22日,在ChickenQTLdb数据库中收录了公开发表的鸡QTL定位文献245篇,定位了5462个QTL,涉及336个不同的性状,包括行为、外貌、抗病、产蛋量、蛋品质、饲料转化、生长、肉质和代谢疾病等性状。确定了QTL对表型的贡献率后,就可以利用位于QTL侧翼的标记直接进行标记辅助选择。对于单基因控制并呈现孟德尔遗传性状的定位也取得了巨大成就。截止目前,126个单基因控制并呈现孟德尔遗传的性状中有38个性状已被鉴定出了致因突变(<http://omia.angis.org.au/home/>)。

与传统选择方法相比,标记辅助选择有以下突出优点:一是除了利用传统选择用到的表型、系谱信息外,还充分利用了遗传标记的信息,因而具有更大的信息量;二是由于标记辅助选择不易受环境因素的影响,且没有性别、年龄的限制,因而允许进行早期选种,可缩短世代间隔,提高选择强度,从而提高选种的效率和准确性;三是对于低遗传力性状和难以测量的性状(如繁殖性状和肉质性状等),其优越性更为明显^[8,9]。标记辅助选择通过提高标记基因在育种群体中的基因频率来间接提高有利QTL基因频率,从而提高全群的遗传水平^[10]。MAS在育种中应用存在的一个问题是,在构成表型性状的所有遗传变异中,应用于MAS的标记只捕获了其中很有限的一部分变异,即主效基因所带来的那部分变异,而小效应累加起来所带来的变异却被忽视了。为了捕获构成表型的所有遗传变异,其中的一个途径就是在基因组水平上检测影响目标性状的所有QTL并对其利用,这就是全基因组选择^[9]。

全基因组选择是一种全基因组范围内的标记辅助选择^[11]。其基本思想是由Meuwissen等于2001年最早提出的^[3]。这种方法的具体思想是利用覆盖整个基因组的标记(主要指SNP标记)将染色体分成若干个片段,即每相邻的两个标记就是

一个染色体片段,然后通过标记基因型结合表型性状以及系谱信息分别估计每个染色体片段的效应,将个体携带的各染色体片段的效应累加起来,进而估计基因组育种值并进行选择。2004年,鸡基因组序列图谱及SNP图谱的完成为基因组研究提供了大量的标记,由于大规模高通量的SNP检测技术相继建立和应用,如SNP芯片技术(SNPChip)、基因组重测序(Resequencing)等,且SNP分型的成本明显降低,因此使得全基因组选择方法的应用成为可能。

基因组育种值的估计是基因组选择的重要环节,基因组育种值估计(Genomic estimated breeding values, GEBVs)的准确性是基因组选择成功应用的关键,而其准确性在很大程度上受育种值估计方法的影响。目前,一系列估计方法已被提出,如最小二乘法、偏最小二乘法和主成分回归法、随机回归BLUP、GBLUP、TABLUP、BayesA和BayesB、BayesC π 和BayesD π 、Bayesian SSVS、Bayesian LASSO、EN、半参数方法和机器学习方法等^[12]。

尽管全基因组选择应用于家鸡(特别是肉鸡)育种还处于初步阶段,但随着芯片技术、重测序成本的大幅降低,以及更多可靠的统计方法的发展,作为新一代育种技术的全基因组选择以其具有的巨大优势必将在未来肉鸡商业育种中得到广泛应用。

2.1.1.2 基因组学测序和芯片技术

随着基因组测序和芯片技术的逐渐成熟,近年来鸡功能基因组学研究取得了长足进展。鸡是首个发表了其基因组序列的农业动物^[13]。随后,SNP芯片已被广泛应用于鸡的群体遗传结构和亲缘关系研究、基因组选择信号分析、重要经济性状的基因定位、基因组选择和育种值估计等基因组学研究中^[6]。

近些年来,基因组重测序被广泛应用于鸡基因组学研究中。2014年,48种鸟类基因组测序项目的完成,使得鸡基因组进化和功能研究达到一个新的高度^[14]。通过比较基因组学研究,可以揭示鸡的基因组所特异以及丢失的序列成分,会有助于更好地理解鸡的基因组功能。

现阶段,研究者通过建立国际合作团队,正在考虑完善鸡的参考基因组序列。此外,研究者希



望通过各个鸡品种和群体的基因组重测序,来重新评估各遗传资源间的联系,建立一个鸡的泛基因组参考序列,为今后合理保护和利用鸡的遗传资源提供参考,这必将进一步推动鸡的基因组学研究。

2.1.1.3 转基因技术

转基因鸡研究具有重要的意义,概括说来有如下几点:①制备并利用输卵管生物反应器制作昂贵的药物蛋白;②利用转基因技术进行育种工作可以加速育种进程;③利用转基因技术导入外源基因从而改善鸡的生产性能;④利用转基因技术进行抗病育种;⑤转基因鸡可以为发育生物学等基础学科的研究提供模式动物^[15]。

目前,制备转基因鸡有如下几种方法:①显微注射法:从鸡输卵管壶腹部收集注射用卵,直接将外源基因注入新受精的鸡卵细胞内,然后孵化培育;②胚胎干细胞法:把囊胚细胞从卵黄上分离出来,或者体外培养获得ES细胞系,通过转移、感染等形式导入外源DNA,再将它注入鸡胚盘中去,以获得嵌合体转基因鸡;③精子载体介导法:精子载体介导法指直接采用外源基因或用阳离子脂质体包裹外源基因与成熟精子共同孵育后进行人工授精,对种蛋孵化从而获得转基因鸡;④PGC载体介导法:对PGC进行体外培养并导入外源基因,将其注入早期胚胎即可使其成为胚胎的一部分并发育为性腺的一部分。性腺中的生殖细胞一旦携带外源基因即有可能遗传给后代;⑤病毒载体介导法:把病毒载体注射到未孵化种蛋的胚盘附近,从而感染胚盘细胞,若感染胚盘中的原始生殖细胞,则有可能遗传给下一代。2011年, Lyall等^[16]利用该方法成功制备了抗H5N1型禽流感的转基因鸡;⑥piggybac转座子载体介导法:将改造过的piggyBac转座子质粒注射到胚盘中,并通过电击将质粒导入细胞中从而将外源基因导入鸡胚中。2013年, Liu等^[17]利用该方法成功制备了绿色荧光蛋白转基因鸡。

转基因鸡由于其潜在的巨大经济效益而成为近年来的研究热点,但是由于鸡生殖生理的特殊性,因而还没有获得一种比较好的、可以在实际生产中广泛应用的方法。虽然目前转基因鸡的制作还没有一种特别理想的方法,但是其研究进展越来越快,这正说明人们看到了其巨大的潜力。毫

无疑问,一旦该技术成功应用到生产中,将会为肉鸡育种及其他基础科研工作做出巨大贡献。

2.1.2 国际重要的肉鸡育种项目

欧美发达国家的政府同大型跨国肉鸡育种公司建立了广泛的战略合作伙伴关系,沿着肉鸡福利和可持续发展的育种方向进行大规模合作。2014年,英国政府出资194万英镑,资助研究现代肉鸡的腿部和心肺健康问题的项目(Towards the chicken of future)。该项目试图揭示家鸡在家养驯化的遗传过程中,为何30%的肉鸡腿部、心肺都会存在健康问题^[18];另外,科宝欧洲分公司(Cobb Europe)也立项资助了该项目。2014年,科宝欧洲分公司和英国罗斯林研究所申请的联合项目被英国创新机构(UK Innovation Agency)立项,用于建立肉鸡的基因组生物银行,优化肉鸡的遗传种质,并通过基因组分析来研究影响鸡抗病能力的分子遗传基础。欧盟资助的精准畜牧业项目(EU-Precision Livestock Farming)(<http://www.eu-plf.eu/>)为期4年(2012~2016),经费总额达5 895 357欧元。该项目主要是发展精准畜牧业技术手段,用于整合公司和农场的管理系统,解决养殖场实际运营过程中出现的问题,来提高农户和养殖场的收入。该项目也包括解决肉鸡育种中及运营过程中出现的问题。

最近,由国际知名大学和研究所的研究团队共同组成的动物基因组功能注释项目刚刚成立(Functional Annotation of Animal Genomes project, FAAG)^[19]。该项目的目标是解析农业动物基因组中的功能元件的组成、分布和具体功能。该项目也包括对肉鸡基因组功能成分的注释,将会推动肉鸡育种的新技术和方法的发展,从而大大促进肉鸡育种的效率。

2.1.3 国际肉鸡育种存在的问题和面临的挑战

发达国家和大型跨国育种公司将今后一段时间内的肉鸡育种方向定位为动物福利和可持续发展。为实现这些目标综合运用了现代分子育种技术和新型饲养管理方法。就育种来讲,目前仍然存在一些问题和挑战。首先,具有很好应用前景的基因组选择技术在肉鸡育种中的具体应用方法和有效性还有待提高^[20]。其次,国际白羽肉鸡育种能够加以利用的遗传资源相对较少。同奶牛和蛋鸡产业一样,只有极少数的动物种质在此过程



中发挥了作用。再次,转基因技术的应用在发达国家受到更多的限制和制约,其应用于育种实践还需要克服很多的困难和更多的时间。最后,平衡育种需要了解性状间复杂联系和拮抗关系,因此需要加强重要经济性状的生物学基础研究。

2.2 我国白羽肉鸡种业现状

2.2.1 我国白羽快大型肉鸡育种和引种现状

现阶段,我国粮食产量年年丰收,农民收入增加,但是主要农产品进口数量不断增加,农产品价格竞争力下降,其中包括肉、蛋产品^[21]。进入21世纪,我国白羽快大型肉鸡育种中断,生产中使用的良种全部从国外引进。长期大量的引种不仅威胁我国肉鸡种业安全,也给家禽生物安全带来了挑战。无论从产业稳定发展,还是国家长远战略考量,都迫切需要重新启动白羽肉鸡育种工作。

国家肉鸡产业技术体系(以下简称“体系”)的成立为我国自主开展白羽肉鸡育种提供了契机。在各级领导的支持下,业界专家对我国白羽快大型肉鸡育种问题进行了深入的思考和研究,最终决定启动我国白羽快大型肉鸡育种工作,将解决这一多年来一直困扰我国白羽快大型肉鸡产业发展的重大问题提上了工作日程。在体系首席科学家和执行专家组的指导下,体系成员对我国开展白羽快大型肉鸡育种工作的设想在大专院校、科研院所和相关的企业进行了充分的调研,并在调研工作的基础上起草了《中国白羽快大型肉鸡育种战略研究报告》,并由体系牵头成立了“中国白羽快大型肉鸡育种协作组”。在体系有关专家的直接参与和指导下,新广农牧有限公司从2010年开始着手白羽肉鸡新配套系的选育工作。目前,该公司培育的白羽快大型肉鸡——“广明1号”配套系已经初步完成了性能测定工作。

2014年1月8日,由中国畜牧业协会组织并筹建的“中国畜牧业协会禽业分会白羽肉鸡联盟”成立大会于北京举行,全国50多家龙头家禽养殖生产企业参会。白羽肉鸡联盟召开祖代鸡减产会议,协商达成了减量共识,并签订《2014年祖代种鸡引进数量承诺书》,确定了2014年祖代鸡引种量减至121万套。时至2014年下半年,为了进一步解决产能过剩问题,白羽肉鸡联盟再次召开专题会议,于7月6日达成《621北京共识》。在引种量减少的基础上进一步实施减产,确定了各祖代

鸡企业的淘汰数量和比例,并于2014年7月8日开始具体实施,为行业复苏创造了条件。

2015年白羽肉鸡祖代鸡引种量继续减量10%,确定了2015年祖代鸡引种量减至108.9万套,同时呼吁各企业加强自律,转变经营理念^[22]。由于H5N2高致病性禽流感的影响,2015年1月12日我国农业部 and 质检总局联合发布了《关于防止美国高致病性禽流感传入我国》[2015年第8号]的公告,要求自通知发布之日起,禁止从美国直接或间接输入禽类及相关产品进入中国,停止签发从美国进口禽类及相关产品的《进境动植物检疫许可证》。2015年和2016年,美国先后发生了高致病性禽流感疫情,直接影响了我国祖代肉种鸡的引种。

2.2.2 国内白羽快大型肉鸡育种需要解决的主要问题

2.2.2.1 亟需加快白羽快大型肉鸡育种进程

白羽快大型肉鸡种源完全依赖于从国外进口,肉鸡种业安全存在巨大风险,亟需加快我国的白羽肉鸡育种工作。

2.2.2.2 产业和企业整体规划需要优化

肉鸡产业整体规划有待研究,预防产能严重过剩;肉鸡产业现代种禽企业体系建设滞后;规范的生产性能测定滞后于育种需要;种鸡养殖硬件设施落后、生产成绩波动大;白羽肉鸡产品的消费宣传亟需普及。

2.2.2.3 理论与育种实践要紧密结合

我国肉鸡种业理论与育种实践脱节现象仍较严重,解决实际问题的能力仍然较差。我国科研体系是以追求SCI文章为主的导向体系,使大专院校、科研院所人员将大部分精力放在基础研究上,对育种生产急需的准确、快速性能测定技术及实用育种方法鲜有研究。然而,国外通过大学与育种公司合作,能够非常及时地解决生产实践中的难题,如白羽肉鸡先后面临的腹水症、软骨发育不良、禽白血病等,实现理论研究和育种实践良好互动,是解决育种技术瓶颈非常成功的案例。因此,将理论与育种实践有效结合是我国肉鸡育种亟需解决的问题。

3 肉鸡育种未来发展展望

据世界银行估计,从2000~2030年,肉类生产需要增加80%才能满足对食品生产的要求。现阶段农业动物生产仍然面临着巨大的挑战,其中



包括可持续和高效地发展和生产、有效保护和利用动物遗传资源、减少对环境的污染和破坏、提高动物疾病抵抗性能、改善生产和管理系统、满足市场和消费者的偏好和要求等^[23]。较以往而言,国际肉鸡育种更加注重可持续发展、资源保存和合理利用、多性状平衡育种、关注肉鸡福利性状和生态环境保护问题^[24]。

3.1 肉鸡育种未来研究和方向

3.1.1 肉鸡功能基因组计划

功能基因组学结合基因组重测序技术用于肉鸡育种,可以加快育种速度,取得更大成效。功能基因组学主要是研究基因组序列元件如何调控表型性状的时空表达,涉及到基因组学、蛋白组学、转录组学和其它系统生物学的方法和技术。表观遗传学技术是近年兴起的研究热点,是研究基因功能的重要手段之一。通过表观遗传机理的研究,可以发现影响经济性状的重要基因和非编码RNA。

未来研究重点:开展个体和群体水平基因组测序、重测序以及泛基因组研究,深入开展功能基因组研究,鉴定、验证和明确重要经济性状(如抗性、肉质和繁殖性状)相关的基因,进一步发掘大量独特性状的特色基因和分子标记,获得具有自主知识产权的DNA标记或基因标记;启动动物基因调控网络的基础研究,探讨将基因调控网络的信息应用于基因组选择育种的新统计理论和技术体系;建立生物信息学和计算生物学数据分析平台。

3.1.2 基因组编辑和转基因

基因编辑或转基因技术可以对基因功能进行体内验证,并直接对动物目标性状进行改良,可从根本上加快品种选育进程。

3.1.3 全基因组选择

全基因组选择是在传统分子标记辅助选择技术之后发展起来的新一代畜禽育种选择方法。由于利用了覆盖整个基因组的标记信息,理论上可以对影响目标性状的所有QTL进行选择。目前国外关于基因组选择的研究集中在育种值估计模型、标记填充、跨群育种值估计、杂交利用等方面。

3.1.4 丰富产品结构

未来对肉鸡品种的要求主要是在提高生长速度、饲料转化率,保证繁殖性能的同时避免抗病性下降或提高抗病性。

3.2 国内白羽快大型肉鸡育种理论和技术重点研究领域

《全国肉鸡遗传改良计划(2014~2025)》于2014年3月由农业部颁布。该计划的总体目标是:到2025年,培育肉鸡新品种40个以上,自主培育品种商品代市场占有率超过60%;提高引进品种的质量和利用效率,进一步健全良种扩繁推广体系;提升肉鸡种业发展水平和核心竞争力,形成机制灵活、竞争有序的现代肉鸡种业新格局。

国内白羽快大型肉鸡育种除了密切关注和跟踪上述国际育种方向外,还应注重以下几个方面:

3.2.1 肉鸡种业体系建设

同发达国家相比,我国的家禽种业基础薄弱。少数发达国家控制着核心育种技术和知识产权,垄断种禽供应,在白羽快大型肉鸡的供应上尤其如此。我国虽然在局部研究领域有一定的研究进展和突破,但是整体上与发达国家相比仍有较大差距,且创新能力匮乏。我国迫切需要发展拥有自主知识产权和特色价值的家禽品种(配套系)。仔细梳理已有的工作基础,结合国情研究和评价常规育种技术、全基因组选择技术、重要性状测定技术、整合功能基因组学信息的系统育种技术等是我国今后一段时间肉鸡育种工作的重点。希望这些研究成果的应用能迎头赶上发达国家的研发和育种水平,有效促进我国家禽种业体系的建设和发展。

3.2.2 鸡基因组学数据分析和利用

动物基因组测序的广泛应用和成本的降低,将有力推动动物基因组测序和功能基因组学的研究进展,同时也必将伴随海量基因组学数据的产生。大数据科学已经涉及到现代科技研究的各个行业和领域。对动物科学学科和动物产业的研究和发展而言,如何有效存储、管理和利用这些基因组学数据是一个亟待解决的重大问题。动物基因组学数据的高维和复杂性迫切需要发展新型的信息技术和统计分析方法。对于肉鸡育种而言,基因组学数据的深度挖掘和分析,有可能揭示新的生物学现象,提出新的遗传育种理论,这些理论进一步同肉鸡育种体系相整合,可以有效提高肉鸡育种和生产体系的资源利用和运作效率。

3.2.3 地方优异家禽品种特色基因的挖掘和利用

地方优异家禽品种の利用是我国家禽行业的一大特色,其规模不断扩大,产业化发展速度很



快,且已经在全国范围内形成了一批实力雄厚的知名企业。以鸡为例,我国许多地方鸡种具有优良的种质特性,如抗病力强、肉质优等。挖掘出与上述性状有关的分子遗传信息,深入解析其分子机理,并将其应用于白羽快大型肉鸡育种中,将为我国家禽遗传育种科技创新的可持续发展提供强有力的理论和方法支撑,同时也将为我国家禽基因组学相关研究达到世界领先水平提供机会。

参考文献:

- [1] 李辉,冷丽. 中国白羽快大型肉鸡育种战略研究报告[J]. 中国家禽, 2012, 34(13):5-8.
- [2] 农业部办公厅. 全国肉鸡遗传改良计划(2014-2025)[J]. 家禽研究, 2014(5):9-12.
- [3] MEUWISSEN T H E, HAYES B J, GODDARD M E. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps[J]. *Genetics*, 2001(157):1819-1829.
- [4] WANG C, HABIER D, PEIRIS B L, et al. Accuracy of genomic prediction using an evenly spaced, low-density single nucleotide polymorphism panel in broiler chickens[J]. *Poultry Science*, 2013, 92(7):1712-23.
- [5] LIU T, QU H, LUO C, et al. Accuracy of genomic prediction for growth and carcass traits in Chinese triple-yellow chickens[J]. *BMC Genetics*, 2014(15):110.
- [6] GROENEN M A, MEGENS H J, ZARE Y, et al. The development and characterization of a 60K SNP chip for chicken[J]. *BMC Genomics*, 2011, 12(1):274.
- [7] FULTON J E. Genomic selection for poultry breeding[J]. *Animal Frontiers*, 2012, 2(1):30-36.
- [8] MEUWISSEN T H E, VAN ARENDONK J A M. Potential improvements in rate of genetic gain from marker-assisted selection in dairy cattle breeding schemes[J]. *Journal of Dairy Science*, 1992(75):1651-1659.
- [9] 张慧,王守志,李辉. 畜禽全基因组选择[J]. 东北农业大学学报, 2010, 41(3):145-149.
- [10] DEKKERS J C M, HOSPITAL F. The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations[J]. *Nature Reviews Genetics*, 2002, 3(1):22-32.
- [11] GODDARD M E, HAYES B J. Genomic selection[J]. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2007(124):323-330.
- [12] 王重龙,丁向东,刘剑锋,等. 基因组育种值估计的贝叶斯方法[J]. *遗传*, 2014, 36(2):111-118.
- [13] HILLIER L W, MILLER W, BIRNEY E, et al. Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution[J]. *Nature*, 2004(432):695-716.
- [14] ZHANG G, LI C, LI Q, et al. Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation[J]. *Science*, 2014, 346(6215):1311-20.
- [15] 刘文利,李辉. 转基因鸡的制作及研究展望[J]. 中国家禽, 2013, 35(18):2-5.
- [16] LYALL J, IRVINE R M, SHERMAN A, et al. Suppression of avian influenza transmission in genetically modified chickens [J]. *Science*, 2011, 331(6014):223-226.
- [17] LIU X, LI N, HU X, et al. Efficient production of transgenic chickens based on piggyBac [J]. *Transgenic Research*, 2013, 22(2):417-423.
- [18] KAPELL D N, HILL W G, NEETESON A M, et al. Twenty-five years of selection for improved leg health in purebred broiler lines and underlying genetic parameters[J]. *Poultry Science*, 2012, 91(12):3032-3043.
- [19] ANDERSSON L, ARCHIBALD A L, BOTTEMA CD, et al. Coordinated international action to accelerate genome-to-phenome with FAANG, the Functional Annotation of Animal Genomes project[J]. *Genome Biology*, 2015, 16(1):57.
- [20] WANG H, MISZTAL I, AGUILAR I, et al. Genome-wide association mapping including phenotypes from relatives without genotypes in a single-step (ssGWAS) for 6-week body weight in broiler chickens[J]. *Frontiers in Genetics*, 2014(5):134.
- [21] 陈锡文. 中国农业发展转型需要新理念——写在《论大国农业转型》出版之际[N]. 光明日报, 2015-2-4(15).
- [22] 周泓. 2015年白羽肉鸡祖代鸡引种量继续减量10%[N]. 农民日报, 2015-1-30(2).
- [23] DAWKINS M S, LAYTON R. Breeding for better welfare: Genetic goals for broiler chickens and their parents[J]. *Animal Welfare*, 2012(21):147-155.
- [24] HOCKING P M. Unexpected consequences of genetic selection in broilers and turkeys: Problems and solutions[J]. *British Poultry Science*, 2014, 55(1):1-12.