

صد سال ژنتیک طیور

P.HUNTON
RR#4, Cambridge, Ontario, Canada, NIR 5S5

مقدمه:

آغاز قرن بیست و یکم، زمان مناسبی برای مرور یک قرن ژنتیک طیور در جهان است. چراکه ۱۰۰ سال از بازیابی فعالیت پیشگامانه مندل (Mendel) و پیوستن آن به جریان اصلی علم می گذرد. به نظر نویسندگان مقاله، اگرچه مندل در دستیابی به نتایج خود از شانس زیادی بهره گرفت، اما بنیانی را گذاشت که بر اساس آن بسیاری از پژوهشگرانی که در زمینه طیور و سایر گونه ها مطالعه می کنند توانستند حجم بزرگی از مقالات را بر آن اساس بنا نهند. با نگاهی به گذشته می توان دریافت که، انتخاب طول گیاه نخود فرنگی به عنوان یک صفت توسط مندل، انتخاب صحیحی نبوده است. در اینجا با صفتی سروکار داریم که اساسا کمی است اما مندل توانست آن را توصیف کرده و نتایج خود را به صورت کیفی بیان کند.

مطالعات اولیه در طیور نیز بر روی صفات توصیفی متمرکز شد. محققین بزودی متوجه شدند که رنگ پرها، رنگ پوست، انواع تاج و غیره با توجه به نسبت های مندلی طبقه بندی می شوند. علاوه بر این، در مطالعات اولیه، جهش هایی شناخته شد که به وضوح نشاندهنده وراثت مندلی بود. باید به خاطر داشت که در آغاز قرن بیستم هنوز پنجاه سال مانده بود تا مفهوم طیور تجاری روشن گردد و اکثر مطالعات، بر روی نژاد های خالصی بود که اساسا صدها نوع از آنها وجود داشت. مدت زمان زیادی نگذشت که دانشمندان شروع به بررسی صفاتی چون میزان تولید تخم مرغ، وزن بدن، رشد و ساختار بدن نمودند. در این زمان، همانطور که می دانیم، ژنتیک مندلی نتوانست مفید واقع شود.

در دهه ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، Frederic Hutt و Randall Cole مطالعات کلاسیک خود را در دانشگاه کرنل آغاز کردند. آنها نشان دادند که در مورد صفات کمی مانند تولید تخم مرغ و اختصاصا مقاومت در برابر بیماری ها، می توان با آزمون نتاج (Progeny test) پیشرفت هایی را کسب کرد. این روش شامل ساختارهای پیچیده جمعیتی، آمیزش های مبتنی بر شجره و نگهداری آرشیوی از رکورد ها و نتایج است. Hutt اعتقادی به استفاده از روش آماری در ژنتیک نداشت و این کار به سایر محققین مانند Jay Lush - Sewall Wright - Fisher و دیگران واگذار شد که روی آن مطالعه کرده و از مفاهیمی

مانند وراثت پذیری (Heritability) استفاده کردند. واژه ای که در کتاب Hutt 1949 مورد استفاده واقع نشده بود.

در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، موج اصلی مطالعات آغاز شد که در آنها انتخاب بلند مدت در انواع گوناگون طیور، صورت می گرفت. (Long Term Selection) همزمان با این پیشرفت ها، شرکت هایی که سویه های تجاری را پرورش و تولید می کردند، وارد بازار شدند تا بتوانند با این پیشرفتهای شرکت هایی که سویه های تجاری را پرورش و تولید می کردند، وارد بازار شدند تا بتوانند این پیشرفت های علمی را به عرصه کاربرد تجاری وارد کنند.

مقالات علمی ارائه شده بین سالهای ۱۹۸۰-۱۹۶۰، مملو از نتایج مطالعات مربوط به چگونگی انتخاب، تجزیه و تحلیل های وراثت پذیری و همبستگی و انواع داده های مرتبط با ژنتیک طیور است. این دوران برای من و معاصرانم، "دوران طلایی" ژنتیک طیور محسوب می شود:

حجم زیادی از مطالعات که از حمایت های مالی دولتی برخوردار بود، عملی گردید. تقاضای دانشگاهها برای به خدمت گرفتن متخصصین ژنتیک افزایش یافت. اما این دوره بسیار کوتاه بود. بطوریکه تا سال ۱۹۸۰ بسیاری از موسسات در هم ادغام شدند، ژنتیک طیور، جلوه پیشگامانه خود را از دست داد و صنعت اصلاح نژاد نیز محدود گردید به طوری که بسیاری از متخصصین این رشته شغل خود را از دست دادند.

مطالعات ژنتیک مولکولی جایگزین ژنتیک جمعیت شد، که در آغاز در شرایط تجاری کاربرد کمی داشت، با رشد و توسعه اقداماتی نظیر مطالعات دستیابی به ژنوم طیور در سالهای ۱۹۹۰-۱۹۸۰ بار دیگر دانشمندان به مطالعات آکادمیک علاقمند شدند. این نکته توجه نسل جدیدی از متخصصین ژنتیک را به خود جلب کرد تا آن را در زمینه پرورش طیور تجاری نیز به کار گیرند.

این قرن، قرن پرتلاطمی برای صنعت طیور بوده است.

ژنتیک مندلی در طیور

Hutt نوشته است که، William Bateson محقق انگلیسی، پیش از بازیابی کارهای مندل توانست غالب بودن تاج نخودی و تاج گل سرخی را بر تاج های ساده نشان دهد. وی نسبت ۳:۱ را در آمیخته های F2 مشاهده کرد و نشان داد که اصول مندل علاوه بر حیوانات، در گیاهان نیز حاکم است. Bateson به همراه R.C. Punnet مقالات زیادی را در دو دهه نخست قرن بیستم در توصیف نحوه وراثت مجموعه ای از صفات شامل انواع تاج، رنگ پوشش بدن و رنگ پوست و تغییرات

اسکلتی مانند چند انگشتی به چاپ رساند. اندکی پس از آن، وابستگی به جنس (Sex-Linkage) کشف شد و امکان استفاده از صفات مرتبط با جنس به عنوان روشی برای تعیین جنسیت در یک روزگی به اثبات رسید. از نتیجه این کشف امروزه همچنان استفاده می شود. کلیه مرغان تخم گذار دارای ژن های وابسته به جنس هستند که اجازه می دهد حتی افراد غیر ماهر نیز بتوانند در جوجه کشی جوجه مرغ و خروس را به راحتی از هم تفکیک کنند.

پژوهش های محققین انگلیسی به سرعت در اروپا و آمریکای شمالی گسترش یافت. مقالات به چاپ رسیده توسط C.H.Danforth, R.C Dunn, H.D.Goodale, C.B Davenport, Raymond Pearl, Michael Pease به همراه بسیاری افراد دیگر تفاوت های اسکلتی، رنگ پوست و پر مورد مطالعه قرار گرفت که در بسیاری از موارد با الگوهای مندلی مطابقت داشت. علاوه بر این، تعداد زیادی از جهش های ژنتیکی کشنده و نیمه کشنده نیز شناسایی شدند که وفق اصول مندلی به ارث می رسیدند. برخی از صفات، به طور مثال رنگ پر، صفتی نسبتاً پیچیده بوده و تنها توسط صفات ساده ای مانند نوع تاج، زمان بیشتری به طول انجامید. در دهه ۱۹۶۰، J. Robert Smyth در حال به چاپ رساندن مقالاتی بود که توضیحاتی در مورد الگوهای رنگ پر در نژاد New Hampshire ارائه می کرد.

در دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، دانشمندان بیشتری وارد این عرصه شدند. افرادی نظیر R.A Fisher, A.W. Greenwood, F.B Hutt, George Jaap, Morley Jull, Walter Landauer, Clyde Mueller, Will Lamoreux, Sterling Monro و Don Warren از آن جمله بودند. در نوشته های Hutt و دیگران به کرات به نام های ذکر شده در بالا اشاره شده است اما افراد دیگری نیز در این زمینه فعالیت کرده اند که به آنها اشاره ای نشده است. (Somes 1980)، فهرست الفبایی بسیار مفیدی از ژن های ماکیان اهلی را به چاپ رساند. این لیست شامل همه کارهای آغازین و همچنین تعداد زیادی از ژن های مربوط به خصوصیات بیوشیمیایی و گروه های خونی شناخته شده تا آن زمان بود. در این فهرست بیش از ۲۵۰ آلل درج شده است.

صفات کمی

نخستین متخصصین ژنتیک در برخورد با صفات کمی با مشکلات زیادی مواجه بودند. بسیاری از آنها تلاش کردند اختلافات موجود در وزن بدن، تولید تخم مرغ و غیره را بر اساس ژنتیک مندلی توصیف کنند اما این کار موفقیت آمیز نبود. در سال ض Hutt اعلام کرد:

تلاش برای توجیه ویژگی های وراثتی که تفاوت هایی را از خود نشان می دهند از جمله وزن بدن تولید تخم مرغ، جوجه در آوری و... موفقیت آمیز نبوده است. . . . باید بپذیریم که تکنیک های ژنتیکی موجود نمی توانند عوامل متعدد درگیر در چنین صفاتی را به دقت تعیین کنند. مشکل این بود که در جمعیت های بسته، اکثر این صفات از خود تفاوت هایی را به شکل پیوسته نشان می دهند که کم و بیش از منحنی آشنای توزیع نرمال پیروی می کند. بجز برخی موارد نمی توان این صفات را با روش ژنتیک مندلی تجزیه و تحلیل نمود.

. روش های مختلف بررسی این داده ها از مدتها پیش در دست مطالعه بوده است. افرادی نظیر R.A.Fisher و Sewall Wright مدل های آماری را ارائه کرده و تلاش می نمودند آنچه را که ژنتیک جمعیت می نامیدند با تکامل (Evolution) ربط دهنداگر از منظر ژنتیک مندلی نگاه کنیم، این محققین نتوانستند تک تک ژنها را شناسایی کنند اما فرض کردند که ژن هایی وجود دارند که بر صفات کمی تاثیر می گذارند و این ژن ها از والدین به فرزندان منتقل می شوند. بدین سان مفهوم **آزمون نتاج** متولد شد. والدین فرزندان برتر نسبت به متوسط جامعه، دارای ژن های (**خوب**) بیشتری هستند. به همین سیاق، فرزندان تنی و ناتنی برتر، دارای ژن های مطلوب بیشتری نسبت به متوسط جامعه هستند.

شرح این اصول توسط Jay L. Lush در کتابی به نام (1945) Animal Breeding Plans بیان شده است. گرچه شناسایی اولین فرد یا گروهی که به صورت جدی با این اصول در طیور سروکار داشتند مشکل است، ولی ما کار Lerner و همکارانش در دانشگاه برکلی کالیفرنیا را مبنا قرار داده ایم. مطالعه در سال ۱۹۳۳ تحت نظارت Lewis W.Taylor، گله شجره داری از مرغان لگهورن سفید با تاج ساده، با استفاده از روش تست نتاج، برای تولید تخم مرغ انتخاب شد. شرح این برنامه و نتایج آن پس از ۱۱ سال توسط Lerner و Hazel در سال ۱۹۴۷ تبیین گردید.

"شاخص تولید" با میانگین ۵/۶ تخم مرغ در سال افزایش یافت. افزایش مورد نظرین دانشمندان با استفاده از ضریب شدت انتخاب و میزان توارث پذیری، ۵/۲۸ تخم مرغ در سال بود که با توجه به عدد واقعی اندازه گیری شده، رقم قابل توجهی است. آنها همچنین ضرایب همخوانی را محاسبه کرده و نتایجی را در مورد اثرات آن بر سرعت پیشرفت کار به دست آوردند. این کار پس از مطالعه Hutt و Cole در دانشگاه Cornell که لاین های C و K مقاوم به لوکوز و لاین S حساس به لوکوز را بوجود آورده بودند، انجام شد. مطالعات انجام شده آنها در این زمینه ایشرفته آنها همچنین اثرات آمیخته گری این لاین ها را بررسی کرده بودند که البته مطالعات آنها از اکثر کارهای انجام شده در این زمینه جلوتر بود.

نتایج حاصل از این مطالعات اولیه، پژوهش‌های بسیاری هم به صورت نظری و هم به صورت عملی است. برنامه‌های انتخاب (Selection) برای مجموعه‌ای از صفات پایه ریزی شد. روش‌های تخمین وراثت پذیری و ارتباط ژنتیک - فنوتیپ، با استفاده از جمعیت‌های بسته و جمعیت‌هایی که تحت انتخاب بودند به چاپ رسید و به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت و خلاصه‌ای از مقادیر وراثت پذیری توسط Kinney در سال ۱۹۶۹ منتشر شد.

از مطالعات اولیه در مورد چگونگی انتخاب برای تولید تخم مرغ که اطلاعات کمی در مورد آن وجود دارد، مطالعات Maddison در Wye College در دانشگاه لندن است. این مطالعه در سال ۱۹۴۸ آغاز شد و جمعیتی از نژاد Rhode Island Red (RIR) با استفاده از بخشی از عملکرد فرزندان (تنی) که متعلق به یک خانواده بودند، برای افزایش تعداد تخم مرغ انتخاب شد. این مطالعه دستخوش تغییرات محیطی زیادی شد (نسل اول در پن‌هایی در فضای باز نگهداری می‌شدند) سپس، روی بستر پرورش داده شدند که تا سال ۱۹۶۰ ادامه داشت، پس از آن تمام آزمایشات در قفس‌های انفرادی صورت گرفت. بعدها یک گله از نژاد Light Sussex برای افزایش تعداد تخم مرغ انتخاب شد. متأسفانه مقالات چاپ شده بسیار کمی از این مطالعه بلند مدت وجود دارد.

کوپر و مدیسون (۱۹۵۴) توصیفی از نسل‌های اولیه جمعیت RIR را ارائه و متوجه افزایش قابل توجه تولید تخم مرغ شدند، اما این افزایش همراه با تغییرات محیطی صورت گرفته بود. بعدها، Waring و همکاران ۱۹۶۲ برخی تخمین‌های وراثت‌پذیری و همبستگی‌ها را منتشر نمودند. اما این داده‌های مربوط به تولید هیچگاه در دسترس عموم قرار نگرفت. در آغاز دهه ۶۰ میلادی، کاملاً مشخص گردیده بود که افزایش قابل توجهی در تولید تخم مرغ رخ داده است، لکن وزن بدن و وزن تخم مرغ کاهش یافته بود. این نکته جالب توجه بود که بسیاری از پولات‌ها در اولین سال تخم‌گذاری تقریباً همه پرهای خود را از دست می‌دادند. به نظر می‌رسید که این پدیده با میزان تولید مرتبط باشد. در سال ۱۹۶۰، این گله که از سال ۱۹۴۹ جمعیتی بسته بود، به چند گله تقسیم شد. در بخشی از آن تنها انتخاب برای تعداد تخم مرغ ادامه یافت در حالیکه در بخش دیگر انتخاب برای وزن تخم مرغ‌ها صورت گرفت. سطوح عملکرد این دو بخش به سرعت از هم جدا شد و پس از گذشت چند نسل اختلاف وزن تخم مرغ بین دو لاین، بیش از ۱۰ گرم شده بود. علاوه بر این، لاینی که برای وزن تخم مرغ انتخاب شده بود پرهای بهتری داشت و رنگ تخم مرغ‌ها نیز تیره‌تر شده بود.

استفاده از این گله ها در ۱۹۶۷ متوقف شد. به احتمال زیاد پیچیده ترین مطالعات بلند مدت انتخاب برای تولید تخم مرغ ، مطالعات Gowe و همکارانش در وزارت کشاورزی سابق کانادا است که اکنون به نام (Agriculture and Agri-Food Canada) نامیده می شود. در آغاز، لاین های انتخاب شده در چندین مرکز تحقیقاتی در سرتاسر کانادا جای گرفتند،

اما مهمترین خصوصیت کار Gowe ایجاد گله های کنترل که انتخابی در آنها صورت نمی گرفت در دهه ۵۰ و سپس ۶۰ و ۷۰ بود. آنها همچنین لاین هایی فرعی ای را بر اساس درصد تولید روز مرغ یا میزان تولید تخم مرغ بر اساس مرغهای پای تخم ، انتخاب کردند. مطالعات Gowe به طور گسترده به چاپ رسیده است: برای مثال رجوع کنید به مقاله Gowe که در سال ۱۹۸۰ چاپ شده است.

تصاویر شماره ۱ و ۲ برخی از تغییرات تولید تخم مرغ در لاین های انتخاب شده را نشان می دهد. این تغییرات نسبت به دو سویه کنترل است که برای چندین نسل به صورت تصادفی تلاقی داده می شدند. در این گزارش به افزایش قابل توجه تولید تخم مرغ و میزان تخم گذاری ، کاهش سن اولین تخم گذاری در بین لاین های انتخاب شده برای تخم مرغ به ازای تعداد مرغ پای تخم و کاهش وزن بدن اشاره شده است. به نظر نمی رسد که وزن تخم مرغ تحت تاثیر قرار گرفته باشد اما برای حفظ وزن تخم مرغ ها در سطح مطلوب، از تخم مرغ های زیر وزن استفاده شد. روش حذف مستقل (Independent Culling Level) . تلفات در همه سطوح افت شدیدی را نشان داد. پس از بسته شدن مرکز مطالعات غذا تحقیقات دامی ، جایی که این لاین ها نگهداری می شدند ، تحقیقات بر روی آنها نیز رها شد اما لاین های کنترل همچنان حفظ شدند . این لاین های کنترل در ارزیابی دستاوردهای بلند مدت عملکرد تجاری بسیار ارزشمند هستند. Anderson 1996 and Tharrington et al, 1999.

در زمینه مرغ گوشتی ، موسسات متعددی به مطالعه اثر انتخاب در دراز مدت برای صفات مرتبط با رشد پرداختند. اولین آنها Maloney در Oklahoma بود . (Maloney, c et al.1963a,b).

اما مهمترین این مطالعات که مدت بیشتری به طول انجامید و به واقعیت تجاری نزدیک تر بود ، مطالعات Siegel و همکارانش در Virginia Tech بود. کانادایی ها نیز به بررسی اثرات انتخاب در دراز مدت پرداختند (Merit et al.,1962) اما اصلی ترین ادعای آنها برای نسل های آینده ایجاد و حفظ سویه کنترل Athens-Canadian بود که تا به امروز نیز نگهداری شده و برای تخمین تغییرات بوجود آمده توسط کسانی است که به اصلاح سویه های تجاری می پردازند.

در گزارش Maloney به اثرات انتخاب در هر دو جهت برای وزن بدن در ۱۲ هفتگی پرداخته شده است. وزن جمعیت اولیه تقریباً کمی کمتر از ۱۱۰۰ گرم بود که پس از ۱۰ نسل، اختلاف وزن دو

جمعیت به بیش از ۹۰۰ گرم رسید، اما در مقام مقایسه انتخاب برای کاهش وزن (Selection downwards) تاثیر کمتری داشته است. این در حالی است که جمعیتی که برای افزایش وزن انتخاب شده بود، حدود ۷۵۰ گرم وزن گرفت.

Siegel، انتخاب را در لاین ها برای وزن در هر دو جهت و برای زاویه سینه در ۸ هفتگی انجام داد. پس از ۳۶ نسل، (Liu, Dunnigton, Siegel (1994) گزارش دادند که لاین های انتخاب شده برای وزن بدن همچنان به این انتخاب پاسخ می دهند، گرچه این پاسخ کمتر شده است. لاینی که برای کاهش وزن بدن انتخاب شده بود در نسل های بعدی کاهش شدید پاسخ را از خود نشان داد در حالیکه لاینی که برای افزایش وزن انتخاب شده بود همچنان به پاسخ دادن ادامه داد. (خلاصه داده های مربوط به مرغ و خروس در منهنی های شماره ۳ و ۴ نشان داده شده است). در این مطالعه از سویه کنترل Athens-Canadian آمیخته تصادفی که پیش تر به آن اشاره شد و در آن آمیزش ها بصورت تصادفی صورت می گرفت برای اندازه گیری روند پیشرفت انتخاب استفاده شد. همانگونه که در بحث اصلاح نژاد تجاری ملاحظه خواهد شد، یافته های Siegel به راحتی در شرایط عملی کاربرد دارد.

اصلاح نژاد تجاری

کاربرد سریع اصول ذکر شده در گله های تجاری، از مهمترین نکات قابل توجه در این بررسی است. اولین متخصص ژنتیک که مطالعات انجام شده را در بخش تجاری بکار برد، Will Lamoreux بود که در سال ۱۹۴۳ برای شرکت Kimber مشغول به کار بود. نزدیک بودن به دانشگاه برکلی در کالیفرنیا به این ایشان و شرکت Kimber این فرصت را داد تا کار خود را بر پایه صحیحی آغاز کنند. تا اواسط دهه ۵۰ میلادی هزاران شرکت مستقل پرورش و اصلاح نژاد طیور در سرتاسر دنیا مشغول به کار بوده که در وهله اول پیشروترین آنها در امریکا و اروپا بودند. اکثر آنها متخصصین ژنتیک و اعضای هیات علمی دانشگاه ها را به عنوان مشاور استخدام کردند. در اوایل، این اصلاح نژاد کنندگان بر روی جمعیت های کم و بیش بسته کار می کردند و جوجه های حاصل از آن را به تولید کنندگان می فروختند. آزمایشات تخمگذاری در بسیاری از ایالت ها و کشور ها، مسیری را برای شناسایی گله های برتر فراهم کرد. اصلاح نژاد کنندگان از فروش گله های اصلاح نژاد شده خود به دیگران راضی بودند. بنابراین میزان قابل توجهی اجداد مشترک در بین شرکت هایی ایجاد شد که بعدها رقیب سرسخت یکدیگر شدند سویه Mount Hope لگهورن سفید و Warren RIR، مهمترین لاین هایی هستند که بیشترین استفاده از آنها صورت گرفت.

ابتکار استفاده از ذرت هیبرید و استفاده از آمیخته های خالص، انگیزه پیروی از این اصول را برای پرورش دهندگان طیور بوجود آورد. مطالعات توانست دورگه گیری یا هتروزیس را به عنوان راه میانی مفیدی برای پیشرفت، به ویژه در مورد صفاتی با وراثت پذیری کم مانند تولید تخم مرغ، شناسایی کند. این کار به مبادله گله ها (و ژن های برتر) بین پرورش دهندگان پایان داد و به انواع استراتژی های جالب برای به دست آوردن (و مانع از دستیابی) جدیدترین نسل لاین های خالص آنها که تولید آن هزینه های زیادی را در بر داشت انجامید.

پرورش دهندگان گله های تجاری در آغاز گله های خود را برای به دست آوردن فرزندان آمیخته دو طرفه (Two-way cross progeny) می فروختند اما برخی از آنها با آمیخته های ۳ طرفه و ۴ طرفه نیز کار کردند با شدت گرفتن رقابت، عملکرد برتر گله های مادر مطلوبیت پیدا کرد و آمیخته های ۳ طرفه و ۴ طرفه بیشتری به بازار معرفی شدند. این استراتژی نیز مانع از به سرقت رفتن لاین های اصلاح شده با ارزش توسط رقیبان شد.

اکثر اصلاح نژاد کنندگان روش های دقیق مورد استفاده خود برای اصلاح و پیشرفت محصولات تجاری را مخفی نگاه می داشتند، در این بین فقط یک شرکت این روش ها را در دسترس عموم قرار داد. این شرکت، Heisdorf and Nelson (H&N) بود که اعلام کرد از سیستمی به نام Reciprocal Recurrent Selection استفاده کرده است که در آن مرغ ها و خروس های هر دو لاین خالص بر اساس عملکرد آمیخته های آنها با لاین دیگر انتخاب شدند. این برنامه و جزئیات نتایج آن در سال ۱۹۷۳ توسط فون کروسیگ و همکارانش توصیف شده است.

آرتور در سال ۱۹۸۶ ضمن مرور برنامه های اصلاح نژاد مرغ تخمگذار، نشان داد که تولید کنندگانی که مشغول فعالیت بوده، استفاده از آمیخته های همخون و خالص را کنار گذاشته اما از استراتژی های دیگری برای تولید محصولات تجاری استفاده کرده اند. استفاده از آمیخته لاین های خالص که برای بازده اثر افزایشی ژنتیکی انتخاب شده بودند از معمول ترین این روش ها بود. آرتور همچنین حدس می زد که تعدادی از اصلاح نژاد کنندگان در دهه ۱۹۸۰ از شاخص انتخاب به دلیل مشکل بودن تعیین ارزش اقتصادی برخی از صفات استفاده کرده اند. این امر ممکن است ناشی از عدم وجود قدرت محاسبه باشد.

برداشت نویسنده این است که امروزه اکثر اصلاح نژاد کنندگان بر این محدودیت ها غلبه کرده اند و با محاسبات مدرن که قابلیت های بدون حد و مرزی دارد توانسته اند طیف کاملی از ابزارهای ژنتیکی و اقتصادی را در ایجاد مرغ تخمگذار امروزی بکار گیرند.

این ابزارها شامل: BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) ، ایجاد شاخص هایی با مقیاس وسیع، آزمایش لاین آمیخته و فرزندان و خواهران لاین خالص ، استفاده از محیط های پر استرس در شناسایی تفاوت های رفتاری و غیره.

اصلاح نژاد کنندگان مرغ تخمگذار همچنان به پیشرفت ادامه می دهند اما برای حفظ صفاتی چون کیفیت پوسته و یکپارچگی استخوانی در سطوح قابل قبول، به فشار انتخاب بیشتری نیاز خواهند داشت.

اصطاح نژاد کنندگان مرغ گوشتی و بوقلمون ، مسیر متفاوتی را طی کردند. از آنجاکه صفات مطلوب آنها دارای وراثت پذیری بالاست ، پیشرفت سریع در این زمینه با حداقل پیچیدگی در برنامه اصلاح نژاد ممکن می گردد. در پایان دهه ۷۰ میلادی برخی از اصلاح نژاد کنندگان کماکان برنامه ایجاد شجره را اعمال نکرده بودند (Pedigree Programs) اما همچنان با استفاده از تعداد بسیار زیاد جوجه های سویه خالص و انتخاب سنگین ترین آنها در زمان کشتار می توانستند به پیشرفت های بسیار عالی دست یابند. سن کشتار در آن زمان ۸ یا ۹ هفتگی بود اما هر چند نسل یکبار این سن کاهش یافته است . سطوح مستقل حذف (Independent Culling Level) برای صفاتی چون ساختار بدن و قد خروس ها که با توانایی جفت گیری آن ها مرتبط است ، اعمال شد. از آنجا که عملکرد تولید مثلی به این تکنیک ها پاسخ منفی داد ، در ابتدا برنامه های مدیریتی مانند محدود کردن خوراک و بعدها پرورش شجره و انتخاب برای صفات تولید مثلی ، این برنامه ها را نیز به پیچیدگی برنامه های استفاده شده در تولید مرغ تخم گذار تبدیل کرد. علاوه بر این، پرورش دهندگان مرغ گوشتی با پاسخ های متعدد مرتبط با انتخاب برای افزایش سرعت رشد روبرو هستند . این موارد شامل : ایجاد چربی بیش از حد ، مشکلات ضعف پا و اخیرا مشکل آسیت است که نشان می دهد سیستم گردش خون پرنده همیشه نمیتواند بالا رفتن حجم بدن را تحمل کند . متخصصین ژنتیک باید راهکارهایی را برای رویارویی با این موارد و مشکلات تولید مثلی بیابند.

علاوه بر این، پرورش دهندگان مرغ گوشتی با پاسخ های متعدد مرتبط با انتخاب برای افزایش سرعت رشد روبرو هستند . این موارد شامل : ایجاد چربی بیش از حد ، مشکلات ضعف پا و اخیرا مشکل آسیت است که نشان می دهد سیستم گردش خون پرنده همیشه نمیتواند بالا رفتن حجم بدن را تحمل کند . متخصصین ژنتیک باید راهکارهایی را برای رویارویی با این موارد و مشکلات تولید مثلی بیابند.

مساله انتخاب برای مقاومت در برابر بیماری ها نیز اغلب مطرح می شود که چالش بزرگی برای متخصصین اصلاح نژاد تجاری است. ایجاد مقاومت در برابر بیماری هایی که در برخی نقاط رخ

نمی دهد هیچ گونه مزیتی ندارد. مقاومت کلی در برابر بیماریها هدفی با ارزش است و برای آن تلاش شده است اما انتخاب برای آن در محیط های پرورش گله های لاین بسیار مشکل است چراکه این محیط ها اغلب عاری از بسیاری از بیماری های شایع هستند. یکی از موارد استثنا، انتخاب برای مقاومت در برابر بیماری مارک است. پیش از معرفی واکسن ها، بسیاری از متخصصین اصلاح نژاد از استراتژی های رویارویی کنترل شده با عوامل بیماریزا در نقاط دوردست استفاده کردند تا سویه ها و خانواده های مقاوم را شناسایی کنند. بخش بزرگی از این کار از مطالعات Cole (1972) حاصل شد که نشان داد با این برنامه انتخاب می توان به پیشرفت های سریع دسترسی پیدا کرد. مقاومت ژنتیکی در برابر بیماری های خاص وجود دارد اما سوال اینست که آیا انتخاب برای چنین مقاومتی دارای ارزش اقتصادی واقعی است یا خیر

این برنامه ها در فصل ۴۰ کتاب Crawford (1995) توصیف شده است. پیشرفت سریع در زمینه مرغ گوشتی، تخمگذار و بوقلمون حاصل شد. مرگ و میر در محیط های ایده آل به میزان قابل توجهی کاهش یافت. اگرچه برخی منتقدین اولیه (Clayton, 1968) دستاورد های اصلاح نژادکنندگان تجاری را زیر سوال برده اند اما مطالعات اخیر (Havenstein et al 2003, Anderson 1996) به وضوح نشان داد که پیشرفت های مهمی حاصل شده است. برخی از داده های این گزارش ها در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است

حتی Clayton (1978) نیز در نهایت تایید کرد که پیشرفت در این زمینه ها رخ داده است.

از دست رفتن تنوع

در کتاب Crawford به سیر تکاملی تولید کنندگان تجاری اشاره نشده است. در دهه ۶۰ میلادی صدها تولید کننده با سرمایه گذاری قابل توجه و موثر بر بازار وجود داشت که با توسعه بعضی از آنها، برخی دیگر به ناچار از مسیر رقابت خارج شدند. بعضی بازار خود را با معرفی محصولات جدید گسترش دادند. بسیاری از تولید کنندگان اولیه تنها یک محصول اصلی داشتند. تولید کنندگان تخم مرغ های پوسته سفید کار خود را با ورود به تولید تخم مرغ های پوسته قهوه ای گسترش دادند و بالعکس. تولید کنندگان مرغ تخمگذار برنامه های تولید گوشتی را نیز آغاز کردند چراکه بر این باور بودند که بازاریابی و خدمات تکنیکی را می توان برای هر دو نوع گوشتی و تخمگذار بکار برد اما برخی از این مقیاس های اقتصادی توهمی بیش نبود و با آشکار شدن شکاف میان تولید گوشت و تخم مرغ، بسیاری از تولید کنندگان به صورت تخصصی در یکی از این بخش ها فعالیت نمودند. در اواخر دهه نود میلادی اکثر شرکت ها بصورت تخصصی کار می کردند در

گرچه بعضی دارای مالکیت مشترک بودند. در نهایت تعدادشان نیز به شدت کاهش یافت. در سال ۲۰۰۶، دو شرکت سهم عمده صنعت مرغ گوشتی را در اختیار داشتند، و دو یا سه شرکت دیگر هم برای به دست آوردن بخشی از بازار تلاش می کردند. در مرغ تخمگذار، دو شرکت با ۹ نام تجارتي مختلف ثبت شده (Brand names) و ۲۰ محصول مختلف که برخی از آنها فروش بسیار محدودی دارند وجود دارد. سه تولید کننده بوقلمون برای بازار محدود آن رقابت می کنند که دو مورد از آنها تحت مالکیت مشترک هستند. در این روند، بدون شک از دست دادن قابل توجه بنیان های ژنتیکی رخ داده است. با ادغام تولید کنندگان، بسیاری از لاین های تجربی رها شده یا با سایر لاین های موجود در منابع ژنی تولید کنندگان ترکیب شده است.

پاسخ ساده ای به این چالش وجود ندارد اگرچه استفاده از روش نگهداری ماده ژنتیکی در محیط سرد (Cryo-Preservation) مفید است و در آینده هم می تواند با تحقیقات پیشرفت کند.

بیوتکنولوژی و ژنتیک مولکولی

در سال ۱۹۸۰ تحقیقات در زمینه ژنوم مرغ آغاز شد. مطالعات اولیه چندشکلی بودن مولکولی شامل RFLP (۱) با استفاده از کاوشگر های DNA مربوط به ژن های شناخته شده یا ژن های نشانگر (Marker Genes) را تایید می کرد. در این مطالعات بطور اختصاصی از ژن های درون زاد ویروس های مرغ و کاوشگر های انگشت نگاری ژنتیکی ماهوارک های ژنتیک انسانی استفاده شد. نهایت این کار به چاپ رسیدن نقشه لینکاژ ژنتیکی اولیه مرغ توسط Bumstead و Playga در سال ۱۹۹۲ بود

در زمینه تعیین نقشه کل ژنوم مرغ توسط Tixier-Boichard 1994 بررسی های فراوانی صورت گرفت. تا این زمان دو گروه اصلی، به ترتیب با سرپرستی Crittenden در آمریکا و Groenen در هلند بر روی ترسیم نقشه ژنوم مرغ مطالعه می کردند. بعلاوه، در اقدامی توسط D.Burt از موسسه Roslin بودجه قابل توجهی برای پروژه Chick Map در اروپا اختصاص داده شد (1995-1998) که نهایت آن چاپ مقاله Groenen et al (2000) بود که در آن نقشه ژنتیکی مورد پذیرش همگان برای ژنوم مرغ ارائه شد. مرور اطلاعات جامع ژن ها و کروموزوم های مرغ توسط Schmid و همکاران در سال ۲۰۰۰ و اولین پیش نویس کل توالی ژنوم مرغ توسط کنسرسیون بین المللی ژنوم مرغ در دسامبر ۲۰۰۴ به چاپ رسید.

استفاده از این تکنیک های مولکولی برای شناسایی و تعیین ژن های عمده اثر (QTL's) نیز به سرعت پیشرفت کرد تا آنجا که برخی از این روش ها به کاربرد تجاری نزدیک گردید، که (Hocking 2005)

مرور جامعی رابر روی آن انجام داده است. یکی از زمینه های جدید پژوهش ، مراحل بین ژنوتیپ و فنوتیپ است. این کار در اغلب موارد به مطالعه الگوهای بروز همزمان بسیاری از ژن ها نیاز دارد که به آن "ژنومیک کارکردی" یا همان Functional Genomics می گویند. با توسعه زمینه های جدید مطالعه ، خلا های بیشتری در میزان دانش ما نمایان شده است که آنها را نیز می توان با استفاده از روش های تایید شده قبلی حل کرد.

در کتاب (2003) Muir و Aggrey اطلاعات بیشتری در دسترس است. این کتاب تلاش می کند چالش اصلاح نژاد عملی طیور را با تکنولوژی جدید مولکولی همسو کند. جدول شماره یک: پیشرفت عملکرد گله های گوشتی تجاری

ژنوتیپ سال / جنس	وزن بدن در ۴۲ روزگی (Kg)	ضریب تبدیل غذایی در ۴۲ روزگی (خوراک / اخذ وزن)	مرگ و میر در ۴۲ روزگی (%)
۲۰۰۱ / خروس	۲/۹۰۳	۱/۹۴	۴/۷۶
۲۰۰۱ / مرغ	۲/۴۴۱	۱/۹۸	۲/۳۸
۱۹۵۷ / خروس	۰/۶۴۱	۲/۳۷	۱/۱۹
۱۹۵۷ / مرغ	۰/۵۱۵	۲/۷۰	۲/۳۸

داده ها از (2003) Havenstein et al

تمام پرندگان با جیره های متداول ۲۰۰۱ تغذیه شدند. ژنوتیپ ۱۹۵۷ سویه کنترل Athens-Canadian بود. جدول شماره ۲: پیشرفت عملکرد گله های تخمگذار تجاری

ژنوتیپ سال	تخم مرغ به ازای مرغ پای تخم ^۱	مقدار تخم مرغ روزانه (گرم)	میزان خوراک (گرم) / مقدار تخم مرغ (گرم)
۱۹۹۳ تجاری ^۲	۳۴۴	۴۹/۸	۲/۴۰
۱۹۷۰ کنترل ^۳	۳۰۷	۴۱/۹	۲/۷۰
۱۹۶۰ کنترل ^۳	۲۸۴	۳۷/۵	۲/۹۶
۱۹۵۰ کنترل ^۳	۲۶۷	۳۴/۹	۳/۱۷

داده ها : از (1996) Anderson. تمام پرندگان با برنامه جیره تخمگذار متداول سال ۱۹۹۴ تغذیه شدند.

۱ تولید تخم مرغ تا ۸۲ هفتگی، تولک بردن در ۶۲ هفتگی.

۲ دورگه تجاری لگهورن سفید.

۳ سویه های کنترل Ottawa از آمیخته گری سویه های دورگ در آن زمان و سپس جفت گیری تصادفی به دست آمد.

تصویر شماره یک: تولید تخم مرغ در ۶ سویه انتخاب شده از ۱۴۱ تا ۴۹۷ روزه . به صورت انحراف از میانگین دو سویه کنترل. معیارهای انتخاب از این قرار است:

۱. مشتق شده از سویه ۳ در سال ۱۹۷۱ انتخاب شده برای % تولید روزانه مرغ از اولین تولید تا ۲۷۳ روزگی.

۲. مشتق شده از سویه ۴ در سال ۱۹۷۱ انتخاب شده برای % تولید مرغ در روز از اولین تولید تا ۲۷۳ روزگی

۳. در سال ۱۹۵۱ از جمعیت کوچکی از نژاد لگهورن سفید آغاز شد. برای افزایش تولید مرغ های موجود در سالن تا ۲۷۳ روزگی انتخاب شد.

۴. در ۱۹۵۰ با آمیخته کردن ۷ سویه به ظاهر نامرتبط لگهورن سفید تجاری ، ایجاد شد. برای افزایش تولید مرغ های موجود در سالن تا ۲۷۳ روزگی انتخاب شد.

۵. کنترل آمیخته تصادفی با همان پایه سویه های ۱ و ۳

۷. کنترل آمیخته تصادفی با همان پایه سویه های ۸ و ۹

۸. در سال ۱۹۵۹ ترکیبی از ۴ سویه هیبرید لگهورن سفید تجاری که به طور گسترده استفاده می شدند ، ایجاد و برای افزایش تولید تا ۲۷۳ روزگی انتخاب شد.

۹. مشابه سویه ۸ اما برای درصد تولید روزانه مرغ از اولین تولید تا ۲۷۳ روزگی انتخاب شد.

تصویر شماره دو : درصد تولید روزانه تخم مرغ بازماندگان ۶ سویه انتخاب شده از اولین تولید تا ۲۷۳ روزگی. بیان شده به صورت انحراف از میانگین دو سویه کنترل آمیخته تصادفی. توضیح سویه ها مانند تصویر ۱ است.

تصویر شماره ۳ : خلاصه داده های وزن بدن خروس ها در ۸ هفتگی از سویه های گوشتی که برای افزایش (HWS) و کاهش وزن (LWS) انتخاب شده بودند در مقایسه با سویه کنترل .

Athens-Canadian

تصویر شماره ۴ : خلاصه داده های وزن بدن مرغ ها در ۸ هفتگی از سویه های گوشتی که برای افزایش (HWS) و کاهش وزن (LWS) انتخاب شده بودند در مقایسه با سویه کنترل Athens-Canadian (AC).