الجزء 4

حالة إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة

مقدمـة

يعطي هذا الجزء من التقرير لمحة عامة عن حالة المنهجيات والتقنيات لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وباعتبار أن إدارة هذه الموارد ليست مجالاً علمياً مسترسياً، فإن القسم آ يلخص المفاهيم الأساسية التي تقع تحت مفهوم منظمة الأغذية والزراعة للمصطلح. وهذه المفاهيم هي نتيجة لمجموعات من اجتماعات الخبراء. يتم بعد ذلك إلقاء الضوء على التطورات المنهجية في حقول البحث ذات الصلة، كما يتم توضيح النتائج المهمة من خلال دراسات حالة. وفي النهاية يتم تحديد الثغرات في المعرفة الحالية، واقتراح أولويات للبحوث المستقبلية.

القسم ا

مفاهيم أساسية

1 الموارد الوراثية الحيوانية والسلالات

يتم تعريف الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة على أنها تلك الأنواع الحيوانية المستخدمة، أو التي يمكن استخدامها لإنتاج الأغذية والزراعة[1]، والمجتمعات ضمن كل منها. ويعزى إلى المجتمعات المميزة ضمن النوع الواحد كسلالات. إن التعريف العريض للمصطلح "سلالة" الذي تستخدمه منظمة الأغذية والزراعة (مؤطر 67) يعكس الصعوبات المشمولة في وضع تعريف صارم للمصطلح.

تكون السلالات، في البلدان النامية، محددة بوضوح نسبياً. ويكون دور جمعيات السلالة، وهي منظمات طوعية عادة، تشرف على معايير التربية، في تأمين تسجيل الحيوانات، وتحفيز استخدام السلالة مهم في هذا الخصوص. وقد ظهر نمط من تطوير السلالة مرتكز على تربية مسجلة وأنساب مشتركة في أوروبا الغربية خلال أواخر القرن الثامن عشر، مع تأسيس أول جمعيات سلالة في إنكلترا خلال القرن التاسع عشر. وقد أضحت السلالة، تحت رعاية هذه المنظمات، مميزة كمجتمع يقتسم سلفاً عاماً، تم إخضاعه لأهداف انتخاب مماثلة، ويتوافق مع "معايير سلالة" مسترسية.

لا تكون السلالات معزولة تماماً بمؤشرات وراثية. فهي مطلوبة للتغيّر بثبات استجابة للتغيّرات في طلب السوق، ويتم إكمالها في ذلك الوقت بخطوط دموية من سلالات أخرى (FAO, 2003). وإضافة لذلك، ورغم وجود جمعيات مترافقة على ما يبدو مع سلالات محددة؛ فإن الاعتقاد الواجب اتباعه أثناء إنشاء معايير لتحديد سلالة ما يبقى غامضاً. وقد شملت تعاريف السلالات من منظور دولة متقدمة "الحيوانات التي تقتسم نمطاً عاماً من الاستخدام في الزراعة، درجة من تجانس نمط مظهري، وبركة موروثات عامة" (FAO, 1995) و "جماعات ضمن نوعية، يقتسم أفرادها مواصفات مميزة خاصة تميزهم عن الجماعات الأخرى" (FAO, 2003). ولاحظ Hammak (2003)، عند مناقشته للحالة في الولايات المتحدة الأمريكية أن كل ما هو مطلوب لبدء سجل سلالة ما هو "تبني متطلبات محددة للأهلية والبدء بتسجيل السلف". وعلى نحو مماثل، لا يوجد في ظل

مؤطر 67

تعريف السلالة الذي تتبناه منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

إما مجموعة تحت نوعية من حيوان أليف ذي مواصفات مظهرية خارجية معروفة وقابلة للتحديد تمكّن من فصله عن غيره من مجموعات مماثلة معرفة ضمن النوع ذاته بتقويم بصري أو مجموعة قاد فصلها الجغرافي و/أو الثقافي من مجموعات مماثلة مظهرياً إلى قبول هويتها المنفصلة.

المصدر: (FAO, 1999).

[1] الأسماك مستثناة باعتبار أن متطلبات الإدارة وتقاني التربية مختلفة جداً. وقد انتقد المصطلح "الموارد الوراثية لحيوانات المزرعة" الذي استخدمته منظمة الأغذية والزراعة للاستراتيجية العالمية لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية المزرعية على أرضيات أنه يستبعد الحيوانات غير المحفوظة في المزارع، ولكن في نظم متحركة.

تشريعات الاتحاد الأوروبي، تعريف "للسلالة" سوى أنه لتسجيل حيوان كحيوان نقي التربية، يتعيّن أن يكون نسب الحيوان قابلاً للاقتفاء إلى "الآباء والأجداد... الذين يدخلون أو يسجلون في كتاب القطيع من السلالة ذاتها] ...ويتعين أن يكون الحيوان ذاته...[إما مدخلاً أو مسجلاً ومؤهلاً للدخول في كتاب القطيع" (الاقتباس من توجيه المجلس EEC/504/77، يرتبط بالحيوانات البقرية، ولكن يتم تطبيق قواعد مماثلة على أنواع اخرى).

قد تكون هناك، في الحقيقة، منفعة قليلة من البحث عن تعريف كامل. وبكلمات Jay Lush، وهو شخصية بارزة في مجال تربية ووراثة الحيوان،

"السلالة هي جماعة من حيوانات أليفة، سميت كذلك باتفاق عام من المربين... تعبير ظهر بين مربي الثروة الحيوانية، من الممكن القول أنه تم خلقه، لاستخداماتهم الخاصة، ولا يمكن لأحد تبرير إعطاء هذه الكلمة تعريفاً علمياً وتسمية المربين بالخاطئين إن هم انحرفوا عن التعريف المصاغ. إنها كلمتهم، والاستخدام الشائع للمربين هو ما يجب علينا قبوله كتعريف صحيح" (Lush, 1994).

وفي المناطق النامية من العالم، تكون الحالة أكثر تعقيداً، وللمصطلح "سلالة" غالباً معنى ضيق. تميل المجتمعات المعزولة عن بعضها البعض، سواء على أسس جغرافية، بيئية أو ثقافية، لأن تصبح مميزة نتيجة انتخاب طبيعي أو اصطناعي، وانحراف وراثي (FAO, 2003). ومع ذلك فإن الأسماء المستخدمة لتمييز مجتمعات الثروة الحيوانية لا توافق بالضرورة التنوّع الوراثي الكامن. ففي عديد من الحالات، لن تتوافق الحيوانات مع أي سلالة معروفة، رغم وجود مصطلحات محلية تعزو إلى مجتمعات مختلفة.

وحيثما يكون التمييز بين مجتمعات متنوعة وراثياً صعب، قد تسهم الدراسات الجزيئية في تحديد سلالات مفصولة وجماعات سلالة. كما تخدم دراسة النواحي الثقافية والبيئية لحفظ الحيوانات أيضاً كوسيلة لتحديد هوية الجماعات التي تستحق أن تعامل كسلالات مفصولة. والتعريف التالي هو مثال عن هذا الاتجاه:

"يمكن النظر إلى مجتمع حيواني أليف على أنه سلالة، إذا ما وفّت الحيوانات بمعايير (أ) خاضعة لنمط استخدام عام (ب) تقتسم موئلاً عاماً/منطقة توزّع عامة، (جـ) ممثلة بشكل واسع لبركة وراثية مغلقة و (د) ينظر إليها مربوها على أنها مميزة " (Köhler-Rollefson, 1997).

وعليه، في غياب سجلات اتحاد السلالة أو الدراسات الجزيئية، فإن وجهات نظر حافظي الثروة الحيوانية أنفسهم ربما تقدّم الدليل الأفضل لهوية السلالة. وقد يكون من الممكن تحديد جماعات من الزرّاع الذين يدّعون بأنهم يربون حيواناً من نمط مميّز؛ وباستطاعتهم التعرّف على النمط بمصداقية؛ تبادل الأصل الوراثي مع مربين آخرين مكرسين فقط لاقتناء النمط نفسه؛ ويشيرون إلى أن هذه الممارسات من التربية كانت قائمة لعدة أجيال (FAO, 2003).

وقد تكون ضمن سلالة ما "أصول تربية"، "عترات"، "أصناف"، أو "خطوط"؛ وقد استخدمت هذه المصطلحات غالباً بالتبادل لوصف مجتمعات ضمن السلالات المميزة مظهرياً نتيجة الإنتخاب من قبل الإنسان. ويعزو المصطلح "نمط بيئي" إلى مجتمع ضمن سلالة ما متكيفة وراثياً مع موئل محدد.

2 إدارة الموارد الوراثية الحيوانية

تركّز إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة على المحافظة على التنوّع الوراثي. على أن معظم الطرائق والتقنيات العلمية ضمن العلوم الحيوانية (مثل رعاية الحيوان، تربية الحيوان أو الوراثة) لم تتطور بهذا التركيز. وعليه، لا توجد مجموعة محددة جيداً من المنهجيات التي تحيط الجملة "إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة" وعليه، فإن اللمحة العامة المعروضة هنا تنتخب المنهجيات الأكثر صلة بالموضوع، موجهة بتعريف منظمة الأغذية والزراعة:

"تحيط إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بكافة العمليات الفنية، السياساتية واللوجستية المشمولة في فهم (توصيف)، استعمال وتنمية (استخدام)، المحافظة (الصون)، الوصول، واقتسام المنافع من الموارد الوراثية الحيوانية" (FAO, 2001).

والأمر كذلك، يتضمن هذا الجزء من التقرير وصفاً لمنهجيات التوصيف والصون (القسمين ب و و)؛ ونظراً لأهميتها المتزايدة، يتم عرض طرائق التوصيف الجزيئي بشكل منفصل عن نواحي التوصيف الأخرى (القسم ج). على أنه عندما يخص الأمر الاستخدام– استعمال وتطوير الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة– لم يظهر مفهوم واضح. وعليه فإنه من غير الممكن عرض وصف شامل لأحدث الطرق في الاستخدام. ومع ذلك، بدأت منظمة الأغذية والزراعة بتحديد عناصر رئيسة لهذا المفهوم، مستعملة كنقطة بدء تعريف الاستخدام المستدام المقترح في اتفاقية التنوّع البيولوجي (CBD):

" الاستخدام المستدام هو استخدام مكونات التنوع البيولوجي بأسلوب ومعدل لا يؤديان على المدى البعيد إلى تناقص هذا التنوّع البيولوجي، ومن ثم المحافظة على قدراته لتلبية حاجات وتطلعات الأجيال الحاضرة والمقبلة" (المادة 2 من اتفاقية التنوّع البيولوجي).

ولتلبية هذا الهدف اقترحت منظمة الأغذية والزراعة أن:

- الاستعمال الحكيم للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة ممكن بدون استنزاف تنوّع الحيوانات الأليفة؛
- يتعيّن استعمال الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بمستويات عالية من اللياقة التكيّفية للبيئة المعنيّة، واستخدام مبادئ وراثية سليمة؛ و
- تتضمن تنمية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة مزيجاً واسعاً من الأنشطة القائمة التي يجب أن تكون جيدة ومنفذة بنجاح، ومضاعفة مع الزمن.

وعليه، فإن عنصراً مهماً من الاستخدام (المستدام) للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة هو ضمان أن تبقى السلالات المتكيفة محلياً جزءاً وظيفياً من نظم الإنتاج. وتعدّ مواصفات الملاءمة التكيّفية، التي قد يكون بعضها غير مكتشف حتى الآن، ذات أهمية خاصة، باعتبار أنها معقّدة وراثياً ولا يمكن تحقيقها بسهولة بالانتخاب خلال فترة زمنية قصيرة. ويتضمّن استخدام الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، بلا ريب، التنمية– الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة هي موارد ديناميكية، متغيّرة مع كل جيل بتأثر مع البيئة الفيزيائية وانسجاماً مع معايير الانتخاب لحافظيها. إن الاتجاه المقترح للتحسين الوراثي هو استناد جهود التربية على الموارد الوراثية المتكيّفة محلياً. ويساعد هذا في اجتناب الخسارة في السلالات ذات المواصفات الفريدة. ويتعيّن استثمار التنوّع الوراثي القائم في مقدرة الحيوانات على استخدام الموارد المتاحة محلياً، المثابرة، الإنتاج والتكاثر في ظروف مزرعية متوسطة إلى منخفضة المدخلات بوساطة برامج تربية جيّدة التصميم. كما يتعيّن مراعاة التدابير المكملة مثل التحسين في الإمداد بالعلف والماء، معالجة الأمراض والطفيليات، وإدارة التكاثر في استراتيجيات تحسين أداء هذه السلالات.

وعليه فإن طرائق التحسين الوراثي هي أساسية لتطوير السلالات. على أن الطرائق العلمية لبرامج التربية طوّرت لنظم الإنتاج عالية المدخلات بشكل رئيس، وتحت ظروف بنية تحتية مواتية. ولا تتضمن برامج التربية عادة المحافظة على التنوّع الوراثي ضمن السلالات وبينها كهدف صريح. ويوجد وصف لحالة المعرفة في مجال التحسين الوراثي في القسم د.

وعلى نحو مثالي، يتعيّن أن تكون برامج التربية جزءاً من استراتيجية شاملة تهدف إلى تكثيف نظم الإنتاج بشكل مستدام لتحسين مصادر رزق المنتجين. وقد طرح التكثيف المستدام كطريق مثالي لتحسين نظم الإنتاج، وهو معرّف على النحو التالي:

"إن التكثيف المستدام لنظم الإنتاج هو مناولة ماهرة للمدخلات لـ، والمخرجات من، نظم إنتاج الثروة الحيوانية الهادفة إلى زيادة الإنتاج و/أو الإنتاجية و/أو تغيير جودة المنتج، في الوقت الذي يتم فيه المحافظة على المدى البعيد، على تكامل النظم والبيئة المحيطة بها، بحيث تلبّي حاجات الأجيال الإنسانية الحاضرة والمستقبلية. ويراعي التكثيف الزراعي المستدام حاجات وتطلعات الناس المحليين الأصليين، كما يراعي أدوار مواردهم الوراثية المتكيفة محلياً وقيمها، ويعتبر الحاجة لتحقيق الاستدامة البيئية على المدى البعيد ضمن ووراء النظام البيئي الزراعي" (FAO, 2001).

إن معالجة هذه المبادئ العامة لاستعمال وتنمية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة ليست مسألة منهجية علمية فقط، ولكنها تتطلب توليفة فاعلة من المنهجيات والتقنيات مع سياسات تنمية مناسبة. ولدعم تنمية السياسة، هناك حاجة إلى تحليلات اقتصادية لوصف الأهمية الاقتصادية للسلالات المتكيّفة محلياً، وبخاصة من منظور صغار الحائزين؛ لتعريف قيمة التنوّع الوراثي الحيواني؛ ولمقارنة استراتيجيات إدارة مختلفة. ويعرض القسم هـ لمحة عامة عن طرائق التقويم الاقتصادي.

والصعوبة الأخرى المرتبطة بمفهوم الاستخدام، هي تمييزه بوضوح عن الصون في الموئل. وتظهر هذه المشكلة نظراً لحقيقة أن الاستخدام المستدام يعتبر الطريقة المفضلة– للمحافظة على الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وعليه، فإنه عند تعريف الصون بمعناه العريض بضمان المحافظة على كل الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة ذات الصلة، فإنه يشمل الاستخدام المستدام. ومع ذلك فإن تعريفاً أكثر تنفيذاً، يسمح بتحديد واضح للموضوع، مستخدم في القسم هـ حول طرائق الصون، هو أن الصون يشمل أعمالاً مطلوبة نظراً لأن استخدام مورد وراثي خاص مهدّد. إن دور الصون هو ضمان أن تكون الموارد الوراثية الفريدة متاحة للزرّاع والمربين في المستقبل، ويمكن بالتالي، اعتبار الصون جزءاً من استراتيجية شاملة لاستخدام الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بطريقة مستدامة لتلبية الحاجات الإنسانية الحاضرة والمستقبلية. ولإعلام القرارات فيما يخص الصون، يبدو مهماً امتلاك تقدير لحالة الخطر القائمة (انظر أدناه)، وأيضاً تحديد التهديدات التي يبدو أنها تهدد السلالة في المستقبل القريب. وتسمح الناحية الأخيرة القيام بتدخلات، مثل أن تتم أية تطورات ضرورية للسلالة في مرحلة مبكرة بشكل كاف.

يعد الوصول إلى الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة واقتسام المنافع منها (وهما مكونان من تعريف منظمة الأغذية والزراعة لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة) مناطق رئيسية لتطوير السياسة. ويصف القسم جـ من الجزء الأول الترابط ما بين الأقاليم بمؤشرات الوصول إلى الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة وأنماط التبادل في الماضي والمستقبل. لقد يسرت التطورات في التقنيات الحيوية (الموصوفة في القسمين جـ و و) تبادل واستخدام الموارد الوراثية، وبدأت بكشف المورثات المنظمة للمواصفات الوظيفية، وتعرض فرصاً لاستخدام المادة الوراثية. وعليه، ستسهم بدور مهم في الأنماط المستقبلية للوصول واقتسام المنفعة. على أن إسهام المنهجيات المطورة في العلوم الاجتماعية والسياسية في صياغة السياسات الكافية للوصول واقتسام المنفعة، تخرج عن نطاق هذه المناقشة.

3 تصنيف حالة الخطر

يعد القيام بتقويم لحالة الخطر لسلالات الثروة الحيوانية عنصراً مهماً في تخطيط إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وتُعلم حالة الخطر لسلالة ما أصحاب الشأن فيما إذا كانت هناك حاجة لاتخاذ أعمال ومدى السرعة للقيام بذلك. ويعرّف Gandini *et al.*, (2004) "درجة التهديد" على أنها "تدبير عن احتمال أن تصبح السلالة منقرضة، تحت الظروف والتوقعات الراهنة". إن تقويم درجات الخطر بدقة هي تعهّد صعب ويدمج عوامل ديموغرافية ووراثية.

يبدو واضحاً أن الحجم الحالي للمجتمع هو عامل مهم في تحديد حالة الخطر. فالمجتمع الصغير يكون على خطر أعظم لأن يسمح بكوارث طبيعية، مرض أو إدارة غير مناسبة. ومع ذلك فإن عد رؤوس الحيوانات فقط، أو حتى الحيوانات لعمر تزاوجي، لا تعطي الصورة الكاملة فيما يخص حالة الخطر.

تميل التربية ما بين أفراد يقتسمون أسلافاً عامة لإنقاص معدل التنوع الأللیلي في الجيل التالي. وعليه، فإن التنوع الوراثي للمجتمع ينخفض. وقد يهدّد تراكم أللیلات متنحية ضارة لياقة المجتمع ويؤثر سلباً في معدلات التكاثر، ويزيد بالتالي خطر الانقراض (Gandini *et al.*, 2004; Woolliams, 2004). ويعبر عن مدى الخطر عامة بمؤشرات معدل تربية الأقارب (ΔF) في المجتمع، وهو مقياس للتغيّر المتوقّع في ترددات المورث في المجتمع بسبب التعرية الوراثية (Woolliams, 2004). ويستدل على معدل تربية الأقارب غالباً من حجم المجتمع الفعال (Ne). وعندما ترتفع قيمة Ne تنخفض قيمة ΔF، أو بشكل رسمي Ne= 1/ (2 ΔF).

يتم تقريب قيمة Ne في مجتمع ما غالباً على أساس المعادلة Ne =4MF/ (M+F) حيث M و F عدد الذكور والإناث المتكاثرة. ترتكز الطريقة على الافتراض أن التزاوج ما بين هذه الحيوانات يتم بشكل عشوائي. ومع ذلك، فإن هذا الافتراض نادراً ما يكون قابلاً للتطبيق في مجتمعات الثروة الحيوانية، باعتبار أن بعض الأفراد تسهم بأعداد غير متكافئة من الذرية للجيل القادم. إن الطريقة التي تتم فيها إدارة التربية، على سبيل المثال تطبيق برامج تربية انتخابية، تؤثر في حجم المجتمع الفعال. وقد تم تطوير تقنيات عديدة لتعديل الحساب بحيث يراعي هذه العوامل، ولكنها تتطلب إدخالات لبيانات إضافية (Gandini *et al.*, 2004). إن جمع البيانات الديموغرافية اللازمة لحساب Ne تحدث مشكلات غالباً: قد تكون هناك تضاربات بين بيانات التعداد وتسجيل الإناث والذرية، قد تستخدم بعض الإناث في برامج تربية، وقد لا تهجن كل الإناث كل عام (Alderson, 2003). كما أن العنصر الآخر الذي قد يؤثر في نتيجة تقويمات حالة الخطر هو الفترة الفاصلة التي يتم خلالها حساب الخطر. ونظراً لاختلاف الفترات الفاصلة بين الأجيال في الأنواع المختلفة من الثروة الحيوانية، فإن الحسابات المنفذة على أساس عدد الأجيال قد تنتج أولويات مختلفة عن تلك المحسوبة على أساس السنوات (المصدر ذاته).

ومن المهم ملاحظة بعض التأثيرات لتغيّرات حجم المجتمع الفعال. فعند مستويات منخفضة من Ne، بخاصة أدنى من 100، يزداد معدل خسارة التنوّع الوراثي بشكل دراماتيكي (FAO, 1992a). هناك على سبيل المثال خسارة لـ 18، 10، 4، 1.6 و 0.8 بالمئة للتنوّع الوراثي في عشرة أجيال، عندما تكون قيمة Ne مساوية لـ 25، 50، 125، 250 و 500، على التوالي (المصدر ذاته). وعلى نحو إضافي، يمكن من المعادلة أعلاه رؤية أن قيمة Ne أبعد من أن تتأثر بسهولة بالتغيرات المؤثرة في مجتمع الذكور المتزاوجة (أصغر) من تلك المؤثرة في الإناث. ويشير هذا إلى أهمية اعتبار عدد ذكور التربية في أي تقويم لحالة الخطر.

وإضافة لحجم المجتمع الفعال، ترتبط درجة الخطر باتجاهات نمو المجتمع. وكما تمت ملاحظته أعلاه، هناك فرصة أعظم لأن تقود الأحداث أو الاتجاهات غير المواتية إلى الانقراض بسرعة، عندما تكون المجتمعات صغيرة. ويمكن أن ينظر إلى خطر هذه النتيجة، فوق حجم مجتمع معيّن، على أنه صغير (انظر أدناه لمناقشة حول العتبات المستخدمة في تصنيفات حالة خطر متنوعة). وكلما تنامى المجتمع بسرعة للوصول إلى الحجم الحرج، فإنه يكون أقل تعرّضاً لخطر الإنقراض. ومن الواضح أنه إذا كانت أرقام المجتمع صغيرة وكان اتجاه النمو سلبياً، فإن التوقّعات للسلالة لا تكون جيدة. يعدّ إظهار مجتمع السلالة لمعدلات نمو متأرجحة مع الزمن عامل تعقيد، وبخاصة عندما لا يكون بالإمكان التحكّم بشروط الإنتاج بصرامة (Gandini *et al.*, 2004). وتشمل العوامل التي قد تؤثر في تنوع معدل نمو المجتمع التغيّر في طلب السوق، أنماط المرض، وجود برامج للتوعية بصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، الاستقرار

الاقتصادي العام للقطاع الزراعي، والتوزع المكاني وكثافة المجتمع (المصدر ذاته).

إن حساب احتمال أن يقع حجم المجتمع ضمن مدى معين في زمن معين في المستقبل هو لذلك، محفوف بصعوبات نظرية وصعوبات مرتبطة بالبيانات. ورغم هذه المشكلات، فإن الاتجاهات الحالية للمجتمع هي عامل يجب مراعاته بوضوح في تقويم حالة الخطر. وإضافة للحجم الإجمالي للمجتمع ومعدلات النمو، تتأثر حالة الخطر لمجتمع ما بعوامل أخرى مثل عدد القطعان، والتركيز الجغرافي للمجتمع، الذي يؤثر في التعرّض للمخاطر مثل الأوبئة المرضية؛ وبعوامل اجتماعية مثل عمر الزرّاع الذين يحفظون السلالة (Woolliams, 2004).

عقدت منظمة الأغذية والزراعة، في 1992، مشورة خبراء لتطوير توصيات لتقويم حالة الخطر. وكان التفضيل أن يرتكز تصنيف حالة الخطر لسلالة ما على مفهوم قيمة Ne المعدلة باتجاهات في حجم المجتمع، مدى التهجين، مدى الصون بالتجميد، وتباين حجم العائلة. وقد اقترح أيضاً أنه يتعيّن إدراج عدد القطعان والاتجاهات في عدد القطيع (FAO, 1992a). على أن محدوديات البيانات وضرورة وجود اتجاه متسق على المستوى العالمي عنت أنه تم تبنّي اتجاه أبسط، بالاستناد إلى عدد إناث وذكور التربية، والاتجاهات في حجم المجتمع (انظر أدناه للتفاصيل). وقد يكون من الممكن في المستقبل، مع توافر بيانات كاملة، تعديل طريقة الحساب لتراعي العوامل السابقة، والتكيّف أيضاً لمراعاة الفواصل الزمنية المختلفة بين جيلين للأنواع المختلفة.

من المفيد، لأغراض التخطيط ووضع الأولويات، تصنيف السلالات في فئات حالة الخطر. والمقصود من الحدود العددية ما بين فئات حالة الخطر المختلفة التي تستخدمها منظمة الأغذية والزراعة هو أن تكون مؤشرات للحاجة لاتخاذ عمل. وقد ناقشت ورقة عرضت في مشورة الخبراء عام 1992 أن حجم مجتمع ما بين 100 و 1000 أنثى تربية "تعني أن السلالة في خطر الانقراض. وبدون عمل فإن حجم المجتمع الفعال غير كاف في معظم الحالات لمنع استمرارية الخسارة الوراثية في الأجيال المقبلة. كما أن زيادة درجة تربية الأقارب لا يمكن اجتنابها وتهدّد حيوية الحيوانات. هناك خطر حقيقي إما بفقد تلقائي على سبيل المثال من مرض مفاجئ، أو بسبب إهمال الإنسان" (FAO, 1992b). ونضيف إلى ما تقدّم، أن حجم مجتمع بأقل من 100 أنثى تربية يشير إلى "أن المجتمع قريب من الإنقراض. والعمل الأول الواجب عمله هو زيادة حجم المجتمع. وعند هذا المستوى من التهديد، يكون التنوّع الوراثي قد انخفض فعلاً إلى درجة أنه لا يمكن اعتبار المجتمع كالسلالة القديمة" (المصدر ذاته).

والأمر كذلك، يتم اتباع التصنيف التالي من قبل منظمة الأغذية والزراعة لوصف درجات الخطر التي تواجهها السلالات:

- سلالة منقرضة: الحالة التي لم يعد بالإمكان فيها إعادة مجتمع السلالة. ويكون الإنقراض مطلقاً عندما لا توجد ذكور تربية (نطاف)، إناث تربية (أكياس بيضات)، أو لا توجد أجنّة باقية.
- سلالة حرجة: سلالة يكون فيها العدد الإجمالي لإناث التربية أقل من 100 أو العدد الإجمالي لذكور التربية أقل أو يساوي خمسة؛ أو أن الحجم الإجمالي للمجتمع قريب من، ولكن أقل بقليل من 100 وهو في تناقص، والنسبة المئوية للإناث نقية التربية أقل من 80 بالمئة.
- سلالة مهددة: سلالة يكون فيها عدد إناث التربية ما بين 100 و 1000 أو العدد الإجمالي لذكور التربية أقل أو يساوي 20 وأكثر من 5؛ أو أن الحجم الإجمالي للمجتمع قريب من ولكن أعلى بقليل من 100 وهو في تزايد، والنسبة المئوية للإناث نقيّة التربية أعلى من 80 بالمئة؛ أو أن الحجم الإجمالي للمجتمع قريب من ولكن أكثر بقليل من 1000 وهو في تناقص والنسبة المئوية لإناث التربية أقل من 80 بالمئة.
- سلالة محفوظة حرجة أو سلالة مهددة حرجة. سلالات حرجة أو مهددة يتم حفظها من قبل برنامج

صون وطني أو ضمن مرفق تجاري للبحوث.

- سلالة ليست في خطر: سلالة يكون فيها عدد إناث وذكور التربية أكثر من 1000 و 20، على التوالي؛ أو أن حجم المجتمع يقترب من 1000 ونسبة الإناث نقية التربية قريبة من 100 بالمئة، والحجم الكلي للمجتمع في زيادة.

إن نظام منظمة الأغذية والزراعة الملخص سابقاً ليس نظاماً لتصنيف حالة الخطر القائم فقط. فقد تم تطوير نظام تصنيف آخر للاتحاد الأوروبي للإنتاج الحيواني– بنك البيانات الوراثي الحيواني (EAAP-AGDB)؛ ويستخدم حالياً في نظام معلومات التنوّع البيولوجي لحيوانات المزرعة الأوروبي (EFABIS) (http://efabis.tzv.fal.de/). وهو يغطي سلالات الجواميس، الأبقار، الماعز، الأغنام، الخيول، الحمير، الخنازير، الأرانب في 46 بلداً أوروبياً، ومرتكز على الخطر الوراثي– كما تمثله معدلات التراكم المتوقعة لتربية الأقارب في مدى 50 عاماً (ΔF–50). وترتكز الحسابات على المعادلة المألوفة (Ne= 4 MF/(M+F)) (انظر أعلاه) مع افتراضاتها المتأصلة (EAAP-AGDB, 2005). تصنّف السلالات في واحدة من خمس فئات حسب ΔF:50 غير مهددة، <5 بالمئة موجودة؛ احتمال مهددة، 5-15 بالمئة؛ مهددة بحد أدنى؛ 16-25 بالمئة؛ مهددة، 26-40 بالمئة؛ مهددة حرجة> 40 بالمئة. وقد تنقل السلالات إلى طائفة خطر أعلى بالاستناد إلى مجموعة إضافية لعوامل الخطر: معدل عال من التهجين الداخلي مع سلالات أخرى؛ اتجاه متنازل في عدد إناث التربية؛ أو عدد منخفض من قطعان التربية (المصدر ذاته).

وضع الاتحاد الأوربي، تحت لائحة اللجنة (EC) No. 817/2004 عتبات حالة خطر بفرض تأمين مدفوعات محفزة للزراع الذين يحفظون السلالات المهددة. وترتكز الحسابات على عدد إناث التربية المجموعة في كل بلدان الإتحاد الأوروبي. وتم إنشاء عتبات منفصلة– لكل نوع: الأبقار– 7500، الأغنام– 10000، الماعز– 10000، الخيول– 5000 الخنازير– 15000 وأنواع الطيور– 25000. ويمكن طرح بعض الحجج لدعم هذه العتبات المرتفعة. ولاحظ Gandini *et al.*, (2004) أنه بينما تكون السلالة بـ 1000 أنثى تربية أو أكثر في المنظور الأوروبي مستدامة ذاتياً، فإن ذلك ليس دائماً الوضع، وأنه من الأسهل منع مجتمع من فقد استدامته الذاتية بدلاً من استعادتها.

طورت المنظمة غير الحكومية للسلالات النادرة الدولية نظاماً يرتكز على عدد إناث التربية النقية التهجين المسجلة، والذي يصنف أولوية السلالات في أربع فئات: حرجة، مهددة، معرضة، وفي خطر. (Alderson, 2003). وعوامل أخرى (عدد وحدات التربية، عدد خطوط الفحول غير المرتبطة، اتجاهات المجتمع، المسافة ما بين الوحدات الرئيسة للتربية)، التي قد يتم إدراجها مثالياً في تقويم حالة الخطر، لحسابات اجتناب التعقيد الزائد في الحسابات (المصدر ذاته).

المراجع

Alderson, L. 2003. Criteria for the recognition and prioritisation of breeds of special genetic importance. *Animal Genetic Resources Information*, 33: 1-9.

Convention on Biological Diversity (CBD). Convention Text. Article 2. Use of Terms. Concluded at Rio de Janeiro, 5 June 1992. (available at http://www.biodiv.org/convention/convention.shtml).

EAAP-AGDB. 2005. *Factors used for assessing the status of endangerment of a breed.* European Association of Animal Production - Animal Genetic Data Bank. (available at http://www.tiho-hannover.de/einricht/zucht/eaap/).

FAO. 1992a. Monitoring animal genetic resources and criteria for prioritization of breeds, by K. Maijala. *In* J. Hodges, ed. *The management of global animal genetic resources*, Proceedings of an FAO Expert Consultation, Rome, Italy, April 1992,

Woolliams, J.A. 2004. Managing populations at risk. *In* G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources,* pp. 85-106. British Society for Animal Science, Publication 30. Nottingham, UK. Nottingham University Press.

التشريعات الأوروبية المذكورة

لائحة المجلس رقم (EC) No. 817/2004 بتاريخ 29 نيسان/أبريل 2004 التي تضع قواعد مفصلة لتطبيق لائحة المجلس (EC) No 1257/1999 حول دعم التنمية الريفية من حساب الصندوق الزراعي الأوروبي للتوجيه والضمان (EAGGF) .

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2004/l_153/l_15320040430en00300081.pdf

توجيه المجلس 77/504/EEC بتاريخ 25 تموز/يوليو 1977 عن الحيوانات نقية التربية من الأنواع البقرية

http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=EN&numdoc=31977L0504&model=guichett

Animal Production and Health Paper No. 104. Rome.

FAO. 1992b. The minimum number of preserved populations, by I. Bodó, *In* J. Hodges, ed. *The management of global animal genetic resources,* Proceedings of an FAO Expert Consulstation, Rome, Italy, April 1992, Animal Production and Health Paper No. 104. Rome.

FAO. 1995. *Global impact domain - animal genetic resources,* by E.P. Cunningham. Rome.

FAO. 1999. *The global strategy for the management of farm animal genetic resources.* Executive Brief. Rome.

FAO. 2001. *Preparation of the first report on the state of the world's animal genetic resources. Guidelines for the development of country reports.* Rome.

FAO. 2003. Defining livestock breeds in the context of *community-based management of farm animal genetic resources,* by J.E.O. Rege. In Community-based management of farm animal genetic resources. Proceedings of the workshop held in Mbabane, Swaziland, 7-11 May 2001. Rome.

Gandini, G.C., Ollivier, L., Danell, B., Distl, O., Georgoudis, A., Groeneveld, E., Martyniuk, E., van Arendonk, J.A.M. & Woolliams, J.A. 2004. Criteria to assess the degree of endangerment of livestock breeds in Europe. *Livestock Production Science,* 91(1-2): 173-182.

Hammak, S.P. 2003. *Creating cattle breeds and composites.* College Station Texas. Texas Cooperative Extension, Texas A & M University.

Köhler-Rollefson, I. 1997. Indigenous practices of animal genetic resource management and their relevance for the conservation of domestic animal diversity in developing countries. *Journal of Animal Breeding and Genetics,* 114: 231-238.

Lush, J.L. 1994. *The genetics of populations.* Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station. Special Report 94. Ames, Iowa, USA. Iowa State University.

القسم ب

طرائق للتوصيف

1 مقدمة

يحيط توصيف الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بكافة الأنشطة المترافقة مع تحديد الهوية، الوصف النوعي والكمي وتوثيق مجتمعات السلالة والموائل الطبيعية ونظم الإنتاج التي تكون متكيّفة أو غير متكيّفة معها. والهدف هو الحصول على معرفة أفضل بالموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، استخداماتها الحاضرة والممكنة مستقبلياً للأغذية والزراعة في بيئات محددة؛ ووضعها الراهن كمجتمعات سلالة مميّزة (FAO, 1984؛ Rege, 1992). ويتضمن التوصيف على المستوى القطري تحديد هوية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في البلد ومسح هذه الموارد. كما تتضمن العملية أيضاً التوثيق المنظّم للمعلومات المجموعة بحيث يسمح بالوصول السهل إليها. يتعيّن أن تسهم أنشطة التوثيق بتنبؤ موضوعي يعتدّ به لأداء الحيوان في بيئات محددة، بحيث يسمح ذلك بعمل مقارنة للأداء الممكن ضمن نظم الإنتاج الرئيسة المتنوعة الموجودة في بلد أو إقليم. وعليه فهي أكثر من مجرّد مراكمةٍ للتقارير الموجودة. وتمكّن المعلومات المقدّمة من خلال عملية التوصيف مدى من الجماعات المهمة، بما في ذلك الزرّاع، الحكومات القطرية والإقليمية بالإضافة للأجهزة العالمية لعمل قرارات عن علم حول أولويات إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة (FAO, 1992; FAO/UNEP, 1998). وتهدف قرارات السياسة هذه إلى تحفيز تنمية أكثر للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في الوقت الذي تضمن فيه أن هذه الموارد مصانة لحاجات الأجيال الحاضرة والمستقبلية.

2 التوصيف– كأساس لاتخاذ القرار

إن الاعتبار الرئيس لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة على المستوى القطري هو، فيما إذا كان مجتمع سلالة خاص، عند مرحلة زمنية معينة، مستداماً ذاتياً أو فيما إذا كان في خطر. ويرتكز هذا التقويم الأولي (مسح أساسي[2]) لوضع السلالة/المجتمع على معلومات عن:

- حجم وبنية المجتمع؛
- التوزيع الجغرافي؛
- التنوّع الوراثي ضمن السلالة؛ و
- الترابط الوراثي للسلالات عندما تكون المجتمعات موجودة في أكثر من بلد (مثل أغنام دجاللونك في غرب أفريقيا).

إذا لم تكن السلالة/ المجتمع في خطر، لا تكون هناك ضرورة لاتخاذ خطوات فورية لتطبيق تدابير الصون. ومع ذلك، وكجزء من الخطط القطرية لتطوير الثروة الحيوانية، لا بدّ من اتخاذ قرارات فيما إذا كانت هناك حاجة إلى برنامج تحسين وراثي– استجابة، على سبيل المثال، لتغيرات شروط السوق. ويتم توجيه القرارات الخاصة ببرامج التحسين هذه من معلومات عن الفوائد لحافظي الثروة الحيوانية والمجتمع على المدى الطويل.

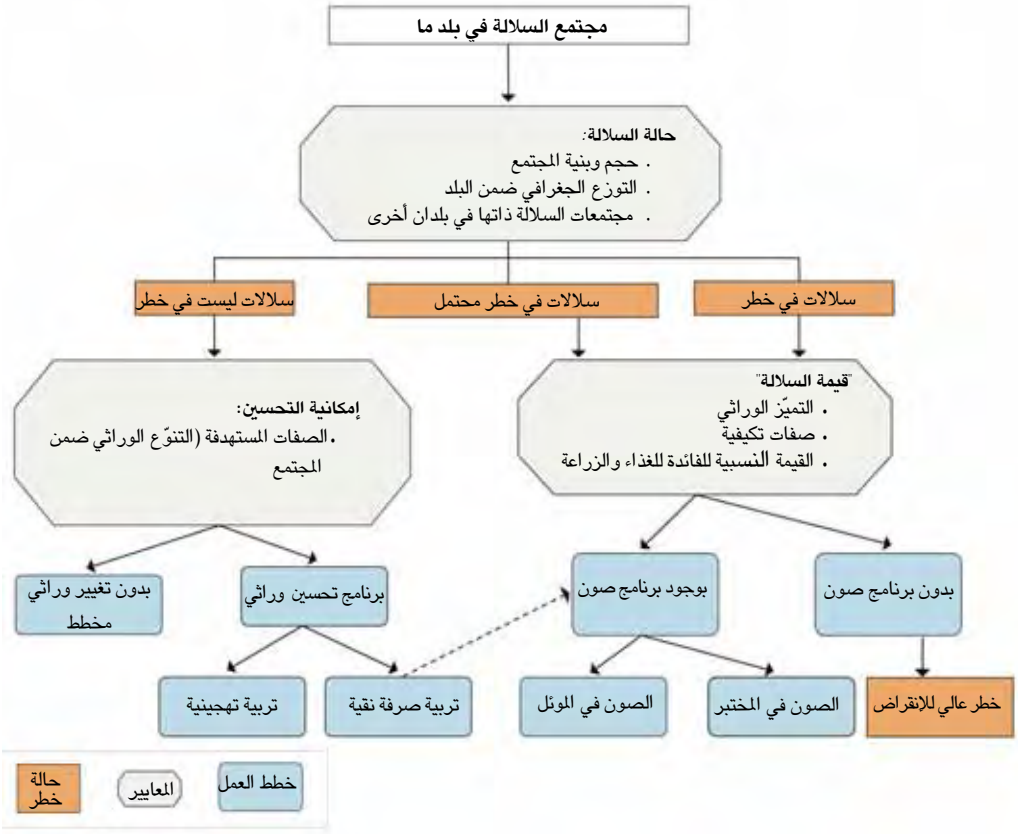
[2] ترتبط المعلومات الأساسية إلى مجتمع حيوان مستهدف خاص في وقت معين وفي بيئة إنتاج معينة. وبالارتكاز على درجة التغيير، قد تحتاج هذه الوصوفات للتحديث مرة كل جيل. ويتعيّن أن توصف الدراسة الأساسية السمات المظهرية والجزيئية لإناث وذكور التربية في المجتمع. وهناك حاجة لـ 100 أنثى بالغة و 30 ذكر بالغ للتوصيف المظهري، ولكن قد يكفي ثلث هذا الحجم تقريباً لتقييم التنوع الجزيئي

وعندما توجد سلالة/مجتمع في خطر، لا بدّ من تطبيق استراتيجيات صون نشطة وإلا ينبغي توقّع الخسارة الممكنة للسلالة. وبغية تخصيص الموارد المحدودة المتوافرة لبرامج الصون، لا بدّ من وضع أولويات للسلالات. وقد ترتكز هذه القرارات على التميّز الوراثي، المواصفات التكيّفية، القيمة النسبية للأغذية والزراعة أو القيم التاريخية والثقافية للسلالات المعنيّة. كما أن هذه المعلومات مطلوبة أيضاً لتقرير فيما إذا كانت استراتيجيات الصون في الموئل أو في المختبر أو بتوليفة من الإثنتين هي الاتجاه الواعد أكثر.

عندما تكون السلالات المراد صونها موجودة في أكثر من بلد واحد، يتعيّن أخذ القرارات على المستوى الإقليمي. وعليه تكون المؤسسات/المنظمات الإقليمية المنسقة، والسياسات القطرية الداعمة مطلوبة لتيسير هذه القرارات ولتطبيق الأعمال. وحتى تاريخه، تم الإبلاغ عن أمثلة قليلة فقط عن أعمال تضم عدة بلدان لإدارة الموارد الوراثية للثروة الحيوانية.

شكل 47

المعلومات المطلوبة لتصميم سياسات الإدارة



هناك حاجة لمعلومات شاملة لاتخاذ قرارات عن استراتيجيات الصون وبرامج التنمية للسلالات المستدامة ذاتياً، ويتعيّن أن تضم:

- وصفاً للمواصفات المظهرية النمطية لمجتمع السلالة، بما في ذلك السمات الفيزيائية والمظهر، المواصفات الاقتصادية (مثل النمو، التكاثر، وغلة المنتج/نوعيته) وبعض التدابير (مثل المدى) في التنوع في هذه المواصفات- ويكون التركيز عامة على الصفات التكيفية للسلالة؛
- وصفاً لبيئات الإنتاج (مؤطر 68)، لكل من الموئل الأصلي ونظام الإنتاج الحالي الذي يُحفظ فيه المجتمع- يتم حفظ بعض السلالات في أكثر من بيئة إنتاج واحدة، في عدد من البلدان، وأحياناً خارج مناطقها الجغرافية الأصلية؛
- توثيقاً لأية مواصفات مميزة خاصة (سمة فريدة) للمجتمع بمؤشرات التكيّف والإنتاج- بما في ذلك الاستجابة للمُجهدات البيئية (تحدّي الأمراض والطفيليات؛ تطرّفات الطقس، نوعية متدنية للعلف، الخ).
- صوراً لذكور وإناث بالغة نمطية في بيئتهم النمطية للإنتاج؛
- المعرفة الأصيلة ذات الصلة (بما في ذلك وليس محدوداً على المعرفة الخاصة بالجنس) لاستراتيجيات الإدارة التقليدية التي تستعملها المجتمعات لاستخدام التنوع الوراثي لثرواتها الحيوانية؛
- وصفاً لأعمال الإدارة الراهنة (الاستخدام والصون) وأصحاب الشأن المشمولين؛ و
- وصفاً لأية علاقات وراثية معروفة بين السلالات داخل البلد وخارجه.

وبالإضافة للمعلومات المدرجة لكلا الطريقين (الصون والتنمية)، فإن المعلومات المكملة التالية مفيدة لتوجيه انتخاب أولوية السلالات والمناطق الجغرافية لبرامج الصون:

- التميّز الوراثي للسلالات وأهميتها فيما يخص التنوع الوراثي الكلي بين السلالات تحت الاعتبار (بغية تعظيم التنوّع المصان لفائدة الأجيال الإنسانية المقبلة)؛
- منشأ السلالات وتطويرها؛ و
- المواصفات المميزة الوراثية الفريدة (أو المظهرية إذا لم تكن الصفات الوراثية معروفة) وأهميتها في إعدادات الإنتاج الراهنة والمتوقعة.

يحتاج صانعو القرار على المستوى القطري إلى تحديد السلالات التي قد تكون فيها برامج التحسين الوراثي أكثر نفعاً. ويمكن أن تشمل البرامج السلالات المصنفة على أنها في خطر، وتشكل جزءاً من برنامج الصون. ويتعيّن أن تكون الاستثمارات في تحسين السلالة مبررة بفوائد كافية للاستثمار. ويمكن تحديد ذلك بمستويات الأداء، المواصفات التكيفية الخاصة و/أو الاستعمالات والقيم المحددة في بيئة إنتاج ما أو بعلاقة مع التغيّرات المتوقعة في بيئة الإنتاج (بما في ذلك شروط السوق). وعليه، تكون بيانات الأداء، وصف الصفات والقيم المفيدة الخاصة، والوصف التفصيلي للبيئة العامة للإنتاج مهمة لتوجيه القرارات لبرامج تنمية السلالة.

تسمح مجموعة المعلومات المطلوبة لتطوير برنامج تربية مناسب أيضاً باختيار السلالة الواجب إعادة النظر فيها مع تطور بيئة الإنتاج، سواء بتغيير ممارسات الرعاية، شروط السوق، التفضيلات الثقافية، أو العوامل البيولوجية الفيزيائية (مثل إجهاد مناخي أو تحدٍ مرضي). وعلى نحو مماثل، تكون هذه المعلومات مطلوبة في تصميم خطط إعادة القطيع المنفذة عقب كوارث طبيعية (جفاف، فيضانات، الخ.)، فاشيات مرضية أو اضطراب مدني. وقد يرتكز إعادة القطيع على الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المتوافرة ضمن البلد، من بلدان أخرى في الإقليم، أو من إقليم آخر في العالم. وفي جميع الحالات، يتعيّن أن تبحث خطط إعادة القطيع عن الحصول على الحيوانات المتكيفة أفضل مع بيئة الإنتاج التي سيتم إدخالها إليها.

مؤطر 68

موصّفات بيئة الإنتاج للموارد الوراثية الحيوانية

إن وصفاً شاملاً لبيئة الإنتاج مهم للإفادة من بيانات الأداء ولفهم التكيفات الخاصة للسلالات/ المجتمعات. تكون اللياقة التكيفية للسلالات صعبة القياس مباشرة، ولكن يمكن توصيفها بشكل غير مباشر بوصف المتغيرات الأولية (المعايير) التي أثرت في بركة مورثات حيوانية (سلالة) على مر الزمن، وعظمت على ما يبدو من لياقتها التكيفية لتلك البيئة. وعليه، فإن وصفاً (محسناً) لبيئات الإنتاج قد يكون قيّماً للغاية، بغية فهم أفضل للياقة التكيّفية النسبية لمورد وراثي حيواني للأغذية والزراعة محدد.

التقت جماعة خبرة، في كانون الثاني/ يناير 1998 في أرميلاد، أستراليا ووضعت اتجاهاً مفصلاً جداً ومهيكلاً على نحو جيد، باستعمال خمسة معايير رئيسية لتوصيف معظم، إن لم يكن كل، بيئات الإنتاج، لكافة الأنواع الحيوانية المستخدمة للأغذية والزراعة. وكانت هذه المعايير الخمس هي: المناخ؛ الأرض؛ المرض؛ المعقدات المرضية والطفيليات؛ توافر المورد؛ ومداخلات الإدارة (FAO, 1998). وعلى مستوى آخر من التسلسل الهرمي، تمت صياغة ثلاثة إلى سبعة مؤشرات لكل معيار لتوصيف (مثل وصف متغيرات التدبير في) بيئات الإنتاج. وبالنسبة لكل مؤشّر، تم تعريف مدققين إثنين أو أكثر لتحديد أو قياس كل مؤشر. ولاحظت ورشة العمل أن عديداً من البلدان النامية تمتلك مقدرة قليلة لجمع وتحليل متغيّرات بيئة الإنتاج، وأنه قد يكون من المفضّل استخدام نظام وصفي أقل تعقيداً. ورغم هذه المشاغل، فإن النظام المقترح تطلب معلومات مفصلة جداً. ومن الممكن أن ييسر اتجاه أقل تفصيلاً وأكثر واقعية لوصف نظم الإنتاج الجهود لبدء سد الثغرات الواسعة الحالية في توثيق السلالة. ومع ذلك، يتعيّن تحفيز اتجاه تفصيلي حيثما كان ذلك ممكن.

يبدو أن النظام الذي تم وصفه في أرميلاد كان المحاولة الأولى لتطوير مجموعة مهيكلة لموصفات بيئة الإنتاج (PEDs) لاستعماله في توصيف سلالات الثروة الحيوانية. وتتضمن قاعدة بيانات نظام المعلومات للموارد الوراثية الحيوانية (DAGRIS)، الذي طوره المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (ILRI) حقلاً مخصصاً لـ "موئل" كل سلالة، ولكن لا توجد بنية موضوعة للمدخلات، والمعلومات المؤمنة حتى تاريخه ما زالت محدودة للغاية. وتؤمن قاعدة بيانات جامعة ولاية أوكلاهوما "سلالات الثروة الحيوانية" بعض المعلومات عن بيئات الإنتاج، ولكن هذه أيضاً ليست مرتكزة على مجموعة منظمة من الموصفات.

قد تختلف قرارات الإدارة في النمط والنطاق على المستويات القطرية الفرعية، القطرية، الإقليمية والدولية. وعليه فإنه من المهم أن تكون المعلومات ذات الصلة عن مواصفات السلالة في متناول صانعي القرار على كافة المستويات. فقد يحدث، على سبيل المثال، أن يقرر بلد ما الاستثمار في صون سلالة محلية محددة، ولكن قد تقرر منظمة إقليمية أو دولية أن السلالة هي مورد وراثي فريد، وأن صونه هو فائدة عالمية.

3 أدوات التوصيف

1.3 أعمال المسح

يتم تنفيذ مسوحات للجمع المنتظم للبيانات المطلوبة لتحديد مجتمعات سلالة وتوصيف مواصفاتها المميزة الملحوظة، توزعها الجغرافي، استعمالها والرعاية العامة، إضافة إلى بيئاتها الإنتاجية. وهناك حاجة للقيام بمسوحات أساسية كاملة مرة واحدة؛ وقد تتم إعادة بعض عناصر المسح عند ملاحظة تغييرات مهمة في قطاع الثروة الحيوانية.

وكجزء من الجهد لتطوير قواعد بيانات عالمية لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، طورت منظمة الأغذية والزراعة قائمة واسعة بُموصّفات الحيوانات والبيئة لتخدم كموجهٍ لأنشطة التوصيف الموحدة على مستويات مختلفة (FAO 1986 a,b,c). على أن هذه الموصفات كانت جدّ معقدة في التطبيق العام. واعترافاً منها بهذه الحقيقة، طورت منظمة الأغذية والزراعة صكوكاً مبسطة لجمع البيانات لأنواع الثدييات والطيور (انظر الملخص لبنود البيانات في

الجدولين 97 و 98). وارتكز ذلك بجمع البيانات في الثمانينيات من القرن الماضي وُبني لاحقاً أول نظام معلومات مرتكز على الحاسوب يدعى البنك الوراثي الحيواني– الاتحاد الأوروبي للإنتاج الحيواني (EAAP-AGDB). وطور المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (ILRI) بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة (Rowlands *et al.*, 2003) واختبر اتجاهاً لجمع وتحليل المعلومات على مستوى سلالة المزرعة في زمبابوي. كما تم تطبيق الاتجاه ذاته في إثيوبيا. وكان الدرس الرئيس من هذا العمل أن المتطلبات اللوجستية والزمنية لمسوحات واسعة للثروة الحيوانية، إدارة البيانات وتحليلها، قد تكون غير مقدرة على نحو كبير. كما وجد أيضاً أن نتائج تقنيات المسح المتعدد العوامل تحتاج إلى تدقيق بدراسات وراثة جزيئية مكملة (Ayalew *et al.*, 2004).

جدول 97
معلومات مسجلة لأنواع الثدييات في بنك البيانات العالمي للموارد الوراثية الحيوانية

- **معلومات عامة**
  - النوع
  - اسم السلالة (الاسم الأكثر شيوعاً وأسماء محلية أخرى)
  - التوزيع
- **بيانات المجتمع**

  معلومات مجتمع أساسية:
  - سنة جمع البيانات
  - الحجم الإجمالي للمجتمع (المدى أو الرقم الدقيق)
  - موثوقية بيانات المجتمع
  - اتجاه المجتمع (في تزايد، مستقر، في تناقص)
  - أرقام المجتمع بالارتكاز على إحصاء/مسح على مستوى النوع/السلالة أو تقدير)

  معلومات مجتمع متقدمة:
  - عدد إناث وذكور التربية
  - نسبة الإناث المتزاوجة مع ذكور من السلالة ذاتها ونسبة الذكور المستخدمة في التربية.
  - عدد الإناث المسجلة في كتاب/سجل القطيع
  - استخدام التلقيح الاصطناعي وخزن النطاف والأجنة
  - عدد القطعان والحجم الوسطي للقطيع
- **الإستخدامات الرئيسة**
  - مدرجة حسب أهميتها
- **المنشأ والتطور**
  - الوضع الراهن للإستئناس (أليف/بري/في الحالة البرية)
  - الوضع التصنيفي (سلالة/صنف/عترة/خط)
  - المنشأ (الوصف والعام)
  - الاستيراد
  - سنة إنشاء كتاب القطيع
  - المنظمة التي ترصد السلالة (العنوان)
- **الوصف المورفولوجي/الشكلي**
  - ارتفاع الحيوان البالغ ووزنه
  - عدد وشكل/حجم القرون
  - اللون
  - صفات مرئية محددة
  - نمط الشعر/الصوف
- **صفات خاصة**
  - النوعية المحددة للمنتجات
  - مواصفات صحية خاصة
  - التكيف لبيئة خاصة
  - مواصفات تكاثرية خاصة
  - صفات أخرى خاصة
- **شروط الإدارة**
  - نظام الإدارة
  - الحركة/الانتقال
  - تغذية البالغات
  - فترة الإيواء
  - شروط إدارة محددة
- **الصون في عين المكان**
  - وصف برامج الصون في عين المكان
- **الصون في خارج المكان**
  - النطاف المخزنة وعدد الفحول المميزة
  - الأجنة المخزنة وعدد الأمهات والفحول المثلة في الأجنة
  - وصف برامج الصون خارج المكان
- **الأداء**
  - الوزن عند الولادة
  - العمر عند البلوغ الجنسي
  - العمر الوسطي لذكور التربية
  - العمر عند أول ولادة والزمن الفاصل بين ولادتين
  - طول العمر الإنتاجي
  - غلة الحليب وطول فترة الحلابة (للثدييات)
  - دهن الحليب
  - اللحم الخالي من الدهن
  - الكسب اليومي في الوزن
  - وزن الذبيحة
  - نسبة التصافي
  - شروط الإدارة التي تم في ظله قياس الأداء

المصدر: FAO/UNEP (2000)

جدول 98

معلومات مسجلة لأنواع الطيور في بنك البيانات العالمي للموارد الوراثية الحيوانية

- **معومات عامة**

الأنواع
اسم السلالة (الاسم الأكثر شيوعاً وأسماء محلية أخرى)
التوزيع

- **بيانات المجتمع**

معلومات مجتم أساسية:
سنة جمع البيانات
الحجم الإجمالي للمجتمع (المدى أو الرقم الدقيق)
موثوقية بيانات المجتمع
اتجاه المجتمع (في تزايد، مستقر، في تناقص)
أرقام المجتمع بالارتكاز على إحصاء/مسح على مستوى النوع/السلالة أو تقدير)

معلومات مجتمع متقدمة:
عدد إناث وذكور التربية
نسبة الإناث المتزاوجة مع ذكور من السلالة ذاتها ونسبة الذكور المستخدمة في التربية.
عدد الإناث المسجلة في كتاب/سجل القطيع
استخدام التلقيح الاصطناعي وخزن النطاف والأجنة
عدد القطعان والحجم الوسطي للقطيع

- **الإستخدامات الرئيسة**

مدرجة حسب أهميتها

- **المنشأ والتطور**

الوضع الراهن للإستئناس
(أليف/بري/في الحالة البرية)
الوضع التصنيفي
(سلالة/صنف/عترة/خط)
المنشأ (الوصف والعام)
الاستيراد
سنة إنشاء كتاب القطيع
المنظمة التي ترصد السلالة (العنوان)

- **الوصف المورفولوجي/الشكلي**

ارتفاع الحيوان البالغ ووزنه
عدد وشكل/حجم القرون
اللون
صفات مرئية محددة
نمط الشعر/الصوف

- **مواصفات خاصة**

الجودة المحددة للمنتجات
مواصفات صحية خاصة
التكيف لبيئة خاصة
مواصفات تكاثرية خاصة
صفات أخرى خاصة

- **شروط الإدارة**

نظام الإدارة
الحركة/الانتقال
تغذية البالغات
فترة الإيواء
شروط إدارة محددة

- **الصون في عين المكان**

وصف برامج الصون في عين المكان

- **الصون في خارج المكان**

النطاف المخزنة وعدد الفحول المميزة
الأجنة المخزنة وعدد الأمهات والفحول المثلة في الأجنة
وصف برامج الصون خارج المكان

- **الأداء**

الوزن عند الولادة
العمر عند البلوغ الجنسي
العمر الوسطي لذكور التربية
العمر عند أول ولادة والزمن الفاصل بين ولادتين
طول العمر الإنتاجي
غلة الحليب وطول فترة الحلابة (للثدييات)
دهن الحليب
اللحم الخالي من الدهن
الكسب اليومي في الوزن
وزن الذبيحة
نسبة التصافي
شروط الإدارة التي تم في ظلها قياس الأداء

المصدر: FAO/UNEP (2000)

وتم، بالاستناد إلى الاستراتيجية العالمية لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، تغطية عشر فئات من المتغيرات في مسوحات الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، بما في ذلك المعلومات الأساسية والمتقدمة لمجتمع السلالة، الاستخدامات الرئيسة للسلالة، منشأ السلالة وتطورها/تطويرها، الصفات الشكلية النمطية، متوسط مستويات الأداء، وأنشطة الصون القائمة حالياً.

2.3 الرصد

تحتاج التغيرات في حجم وبنية المجتمع إلى توثيق نظامي لكل السلالات. ويتعيّن تنفيذ ذلك على أساس سنوي أو كل سنتين، باعتبار أن تطبيق التقنيات التكاثرية الحديثة، التجارة العالمية، طلبات السوق، والسياسات المشجعة لسلالات معينة، قد تقود إلى تغيّرات سريعة في حجم وبنية مجتمعات السلالة.

يتعيّن تنفيذ الرصد مرة على الأقل لكل جيل من النوع، وبخاصة بالنسبة للسلالات المصنفة على أنها في خطر أو في خطر محتمل. ويتطلب ذلك إجراء مسوحات بفاصل ثمانية أعوام للخيول والحمير، خمس سنوات للأبقار، الجواميس، الأغنام والماعز، ثلاث سنوات للخنازير وسنتان لأنواع الدواجن.

لا تحتوي معظم إحصاءات الثروة الحيوانية، في الوقت الحاضر، بيانات على مستوى السلالة، وبالتالي فإن الإبلاغ النظامي لأعداد مجتمع السلالة لا يحصل. يتعيّن رصد الأنواع والسلالات المصنفة على أنها في خطر بشكل نظامي. ويتعيّن أن يخدم ذلك كأساس للتحذير المبكر على المستوى القطري.

تمكّن المعلومات المجموعة أثناء أنشطة الرصد من عمل تعديلات على خطط إدارة الموارد الوراثية للثروة الحيوانية. ويجب أن تصمم برامج الرصد بحرص بحيث تؤمن ملاحظات للزرّاع، المدراء، وأصحاب الشأن الآخرين. ويتعيّن أن تكون اتجاهات الرصد مرنة، وأن يتم تنسيق أنشطة مختلف المشاركين، باعتبار أن الجماعات المختلفة سترصد معايير مختلفة. فقد يرغب الزراع، على سبيل المثال، رصد معايير الإنتاج؛ وقد يرغب مديرو الموارد رصد إكمال كشوف السلالة؛ وقد يرغب الإداريون في رصد جدوى التكلفة للبرامج المختلفة. كما أن الرصد ضروري لتقويم التقدم في تطبيق خطط العمل، ولتحديد أولويات، ومسائل وفرص جديدة.

قد يكون الرصد ناحية عالية التكلفة في إدارة الموارد الوراثية الحيوانية. على أنه إذا كانت البلدان استراتيجية في اتجاهاتها في الرصد، وتفيد من الموارد المتاحة، قد يكون الرصد مجدٍ اقتصادياً. وبغية إدارة الموارد الوراثية في خطر عال، فإن البيانات عن الحجم الحالي للمجتمع والموقع الجغرافي مطلوبة. وبالنسبة لهذه المجتمعات، قد يكون التكميم النظامي والبسيط والإبلاغ عن الحجوم الفعلية للمجتمع من قبل أولئك المشمولين مباشرة كافياً وقابلاً للتحقيق. وقد تتطلب المجتمعات الكبيرة والمنتشرة بشكل واسع إنشاء عينات طبقية، حيث يتم رصد جزء من المجتمع في كل منطقة جغرافية رئيسة من البلد. ويمثل الافتقار إلى أدوات سهلة التطبيق لجمع هذه البيانات، والنقص العام في الأشخاص المدربين لتنفيذ التقويمات، ونقص الوعي من قبل صانعي السياسة والمطبقين فيما يخص أهمية هذه المعلومات تحديات مهمة.

قد تكون هناك فرص، في كل بلد، لرصد الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بالإفادة من الأنشطة القائمة، وبالتالي اجتناب تكاليف إضافية مهمة. وتقدم الإحصاءات القطرية للثروة الحيوانية فرصاً جيدة. وقد يكون من الممكن أيضاً إقامة محطات رصد فاعلة في مواقع بيع وتجارة الحيوانات مثل المزادات والأسواق المحلية. وقد ينقص هذا الاتجاه التكاليف إلى حد كبير بجلب الحيوانات إلى الراصدين. على أن التركيز على الحيوانات التي يتم الاتجار بها قد لا يعكس بشكل دقيق بنية المجتمعات المستهدفة في المزارع. وفي البلدان التي توجد فيها جماعات فلاحية، جمعيات مربين، أو كتب قطيع، قد يكون تعقّب التسجيل وسيلة فاعلة لرصد سلالات خاصة. كما قد تكون هناك فرص أيضاً لجمع أنشطة الرصد مع مهام المكاتب الحكومية القائمة. إذ قد يساعد إخصائيو علم الحياة البريّة في رصد مجتمعات الثروة الحيوانية كجزء من مسوحات الحياة البريّة. كما قد يستطيع مسؤولو الصحة تسجيل أعداد مجتمعات الثروة الحيوانية حسب السلالة عند تنفيذهم لتفتيش تصنيع الأغذية أو توزيع الخدمات البيطرية. على أنه يجب معالجة كل هذه الخيارات بحرص وأن يتم مراعاة التحيّز المحتمل. يجب وزن قيمة المعلومات المتحصل عليها على أساس الأنشطة القائمة إزاء المعلومات الإضافية، ولكن بتكاليف أعظم، مترافقة مع المسوحات المخصصة تحديداً والمنفذة لرصد الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.

وكخطوة لإدراج البيانات على مستوى السلالة في الإحصائيات القطرية للثروة الحيوانية، يشجع البرنامج التالي للإحصاءات الزراعية (الذي تصدره منظمة الأغذية والزراعة مرة كل عشر أعوام لتوجيه البلدان في تنفيذ احصائها الزراعي) (FAO, 2006) البلدان على جمع بيانات الثروة الحيوانية والإبلاغ عنها على مستوى السلالة.

3.3 التوصيف الوراثي الجزيئي

يستكشف التوصيف الوراثي الجزيئي تعدّد الأشكال في جزيئات بروتينية مختارة وواسمات الحمض النووي DNA بغية قياس التنوع الوراثي على مستوى المجتمع. ونظراً للمستوى المنخفض من تعدّد الأشكال الملاحظ في البروتينات، وبالتالي محدودية قابليته للتطبيق في دراسات التنوّع، فإن تعدّد الأشكال على مستوى الـ DNA هي واسمات الاختيار للتوصيف الوراثي الجزيئي (انظر القسم ج).

تتضمن عملية التوصيف الوراثي الجزيئي جمع عينات المادة البيولوجية من الحقل (غالباً عينات دم أو جذر شعرة)، واستخلاص الـ DNA من العينات في المختبر ، خزن الـ DNA، الاختبار المخبري (مثل التنميط الوراثي أو التتالي)، تحليل البيانات، كتابة التقرير وحفظ قواعد بيانات المعلومات الوراثية الجزيئية. وقد يتم الجمع ما بين جمع العينات للتحليل الجزيئي مع عمليات المسح و/أو الرصد، باعتبار أنه لا يمكن استخدام المعلومات الجزيئية بحد ذاتها لقرارات الاستخدام والحفظ.

يتم تنفيذ التوصيف على المستوى الوراثي الجزيئي لاستكشاف التنوّع الوراثي ضمن وبين مجتمعات الحيوان بشكل رئيس، ولتحديد العلاقات الوراثية بين هذه المجتمعات. وعلى نحو أكثر تحديداً فإن نتائج العمل المخبري تستخدم لـ:

- تحديد معايير التنوع ضمن السلالة وبين السلالات؛
- تحديد المواقع الجغرافية لمجتمعات خاصة، و/أو لخليط بين المجتمعات من مصادر وراثية مختلفة؛
- تأمين معلومات عن العلاقات التطورية (شجرة نشوء النوع) وتوضيح مراكز الأصل ودروب الهجرة؛
- تطبيق أنشطة رسم خرائط المورثات، بما في ذلك نواقل مورثات معروفة؛
- تحديد الآباء والعلاقات الوراثية (مثل طبع بصمة الـ DNA) ضمن المجتمعات؛
- دعم التحسين الوراثي لمجتمعات الحيوان بمساعدة الواسمات؛ و
- تطوير مكان الإيداع للبحوث والتنمية (FAO, 2005).

يمكن أيضاً استعمال الواسمات الجزيئية، في المجتمعات ذات المعلومات المحدودة أو غير الموجودة عن النسب وبنية المجتمع، لتقدير حجم المجتمع الفعال Ne. وفي غياب بيانات توصيف شاملة للسلالة وتوثيق لمنشأ مجتمعات التربية، قد تؤمن معلومات الواسمات الجزيئية التقديرات الأكثر سهولة في الحصول على التنوع الوراثي ضمن وبين مجموعة ما من المجتمعات.

4.3 نظم المعلومات

يمكن أن تخدم نظم المعلومات أو قواعد البيانات أغراضاً مختلفة، ولكنها تحتوي بمجموعها على معلومات مهمة لصنع القرار، البحوث، التدريب، التخطيط وتقويم البرامج، الإبلاغ عن التقدم والوعي الجماهيري. ويتضمن نظام المعلومات عادة استخدام أجهزة، برامج (تطبيقات)، بيانات منظمة (معلومات) ومرافق للاتصال. ويمكن تشغيله إما يدوياً، إلكترونياً باستخدام الحاسب، أو بتوليفة من الطريقتين. وقد تكون المعلومات آلة حاسوب شخصي، أو حاسبات على الشبكة. وعلى نحو مناوب، قد تكون على الأنترنت، وتسمح بوصول خارجي للرؤية أو، في حالة النظم الديناميكية المتفاعلة، تحديث المعلومات.

إن الغرض الإجمالي لنظم المعلومات هو تمكين ودعم صنع القرار فيما يخص القيمة الحالية والاستخدام المستقبلي الممكن للموارد الوراثية الحيوانية، من قبل مدى من أصحاب الشأن، بما في ذلك صانعي القرار، ممارسي التنمية، الزرّاع والباحثين. وبالتالي فإنهم يحتاجون إلى إدراج أدوات دعم قرار أساسية للوفاء بطلبات أصحاب الشأن على المستوى القطري الفرعي، القطري، الإقليمي الفرعي، الإقليمي والعالمي. ومع ذلك سيكون لكل من المستخدمين العاملين على المتسلسل الهرمي أو المستويات المختلفة هدفاً مختلفاً، أو أن يكونوا مهتمين بنواحي أخرى من المعلومات الموجودة في نظم المعلومات. على سبيل المثال، قد يكون المستخدمون العاملون على المستويات الإقليمية والعالمية مهتمين أكثر

في توزيع السلالات عبر الحدود، أسواق الثروة الحيوانية عبر الحدود، مخاطر الأمراض العابرة للحدود، وتبادل الأصول الوراثية عبر الحدود. وعلى العكس هناك مسائل أكثر صلة بالمستخدمين على المستوى القطري والقطري الفرعي (المحلي) مثل حجم قطيع التربية، بنيات القطيع، مستويات الإنتاج، والمجهدات المترافقة مع البيئات المحلية. يمكن لقواعد بيانات تكميلية تبادل المعلومات من خلال نظام لنقل المعلومات، أو قد تخدم كـ"بوابات" لبعضها البعض من خلال روابط إلكترونية عبر الأنترنت. إذ يمكن، على سبيل المثال، ربط قواعد بيانات الموارد الوراثية للأغذية والزراعة القطرية والقطرية الفرعية مع قواعد بيانات جيوفيزيائية (مناخ، أتربة، ماء أو منظر طبيعي). وقد تقود الروابط الوظيفية بين هذه المجموعات من البيانات إلى توليد خرائط لخطر الأمراض الحيوانية، ومعلومات عن تكيفات محددة لسلالات خاصة للبيئات المجهدة.

تعد قواعد البيانات القطرية لتنوع الحيوانات الأليفة أدوات تخطيط مهمة. إذ تمثل حالة المعرفة الراهنة عن حجم، توزيع، وضع وقيمة فائدة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وهي تسمح بالوصول إلى المعلومات عن أنشطة الإدارة المخططة والقائمة. وإضافة لذلك، فإنها تيسر تحديد الثغرات في المعلومات القائمة.

وفي الوقت الحاضر، هناك عدد من نظم المعلومات الإلكترونية العامة للموارد الوراثية الحيوانية قابلة للوصول عالمياً وتحتوي على بيانات من أكثر من بلد. واثنتين من هذه– نظام المعلومات عن التنوع الوراثي للحيوانات الأليفة (DAD-IS) ونظام المعلومات للتنوع البيولوجي لحيوانات المزرعة الأوروبية (EFABIS) (المعروف سابقاً EAAP-AGDB)– مرتبطة بنظام المعلومات العالمي للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة التابع لمنظمة الأغذية والزراعة. كما أن لنظام المعلومات للموارد الوراثية الحيوانية المحلية (DAGRIS) الذي يديره المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (ILRI) قاعدة بيانات عن معلومات بحثية تجميعية من مقالات منشورة وغير منشورة. ويؤمن نظام معلومات سلالات الثروة الحيوانية لجامعة أوكلاهوما ملخصات مختصرة عن أصول السلالة، مواصفاتها المميزة واستعمالاتها. ويعرض المؤطر 69 محتويات نظم المعلومات هذه.

تمتلك موارد المعلومات، حالياً، مرافق لبحث بسيط حسب الدولة أو السلالة فقط. ويتعين أن يكون لها، بشكل مثالي، أكبر قدر ممكن من المعلومات المتاحة، لتمكين المستخدمين من عمل أحكام عن علم حول قيمة كل بند من هذه المعلومات. وإذا أراد الباحثون وصانعو القرار الحصول على المعلومات التي يطلبونها، فإن القابلية الوظيفية لنظم المعلومات القائمة تحتاج إلى زيادة عظيمة، للسماح باستخلاص تحليل الفئات المتنوعة من المعلومات ضمن وبين مصادر البيانات. كما يستدعي نطاق اكتساب البيانات التوسيع بحيث يمكن ربط معلومات السلالة لنظام معلومات جغرافي (GIS)– مرتكز على نظام وضع خرائط البيئة والإنتاج. وهذا يسمح بتوقع الصفات التكيفية ضعيفة التوثيق مثل المقاومة للمرض من التوزيع في الماضي والحاضر للسلالة واستخدامها (Gibson *et al.*,2007).

تم تطوير نظم المعلومات للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة واعتبرت كسلع عالمية عامة، تمتلك قابلية محدودة لجذب الاستثمار من القطاع الخاص أو الهيئات المانحة الرئيسة. وهذا يفسر المعلومات المحدودة جداً عما تحتويه هذه النظم مقارنة بتلك المحتملة والتي قد تكون ضرورية لهم للوصول بفاعلية إلى أغراضهم المعلنة. ولعل إحدى الإمكانيات لاجتناب هذه التحديدات هو تأسيس بنية وظيفية للربط المتبادل وتشغيلاً بينياً ما بين نظم المعلومات. وتم تحقيق ذلك عن طريق شبكة نظام المعلومات للتنوع البيولوجي لحيوانات المزرعة الأوروبية (FABISnet) (نظام معلومات موزع للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة) الذي يمكن البلدان من إقامة نظم معلومات قطرية مرتكزة على الشبكة ويمكنها تبادل معلومات القاعدة المركزية للبيانات مع مستويات أعلى من الشبكة– نظم إقليمية (مثل FABIS) والنظام العالمي (DAD-IS).

مؤطر 69

نظم المعلومات على المستوى العالمي

[http://www.fao.org/dad-is]DAD-IS

يعدّ نظام المعلومات عن التنوع الوراثي للحيوانات الأليفة (DAD-IS) الذي طورته منظمة الأغذية والزراعة أول قاعدة بيانات ديناميكية قابلة للوصول وبلغات متعددة للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وقد تم البدء بها كأداة رئيسية للاتصال والمعلومات لتطبيق الاستراتيجية العالمية لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، لمساعدة البلدان وشبكات البلدان في برامجهم الخاصة (FAO, 1999). وبمعزل عن معلومات وصور السلالة على مستوى البلد، يؤمن DAD-IS مكتبة افتراضية تحتوي على عدد كبير من الوثائق الفنية ووثائق السياسة، بما في ذلك أدوات وخطوط توجيهية لتبادل وجهات النظر ومعالجة طلبات معلومات محددة، عن طريق ربط من أصحاب الشأن: زراع، علماء، باحثين، ممارسي تنمية وصانعي سياسة.

يؤمن DAD-IS ملخصاً لمعلومات قطرية على مستوى السلالة عن المنشأ، المجتمع، حالة الخطر، مواصفات مميزة خاصة، مورفولوجية السلالات وأدائها، كما تؤمنها البلدان الأعضاء في منظمة الأغذية والزراعة. وتحتوي قاعدة البيانات حالياً أكثر من 14000 مجتمع لسلالات قطرية من 35 نوعاً و181 بلداً. والسمة الرئيسية لنظام DAD-IS هو أنه يؤمن أداة تخزين واتصال مضمونة لمعلومات البلد. ويقرر كل بلد متى وأي بيانات سلالة يمكن تحريرها من خلال شخص الاتصال المسمى رسمياً (المنسق القطري (NC) لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة). أنظر الجدولين 97 و 98 لملخص عن المعلومات المسجلة، المخزنة والموزعة في قاعدة بيانات السلالة الموجودة في DAD-IS

DAD-IS-3 أعيد بناؤه بالاستناد إلى برنامج نظام المعلومات للتنوع البيولوجي لحيوانات المزرعة الأوروبية– http://efabis-eaap.tzv.fal.de (EFABIS)، ومع الوصلة ذاتها. وتم تطوير البرنامج ضمن مشروع للاتحاد الأوروبي للتغلب على مشكلة عدم التوافقية ما بين EAAP-AGDB (نظام أوروبي سابق) وبين DAD-IS . ويسمح النظام الجديد بخلق شبكة لنظم المعلومات الموزعة مع تزامن أتوماتيكي للبيانات. وتزود البلدان والأقاليم بأدوات لإقامة نظم معلوماتها الخاصة المرتكزة على الشبكة. ويمكن ترجمة محتوى المعلومات والرابط لأي لغة محلية. ويمكن تكييف مظهر الوصلة لتعكس النكهة المحلية. وخارج البنية المركزية للبيانات، يمكن للبلدان والأقاليم القيام بتحديد إضافي لبنى البيانات التي تعكس تحديداً لاحتياجاتهم. هذه الخصائص لا تتزامن مع نظم المعلومات ذات المستوى الأعلى. وقد وضعت بولندا أول نظام معلومات قطري تحت هذا الإطار الجديد (http://efabis.izoo.krakow.pl) وحددت بنيات إضافية لاستيعاب بيانات عن الأسماك والنحل. ويمكن للمنسقين القطريين إدخال معلومات السلالة، صورها، المطبوعات، الوصلات لمواقع الشبكة الخارجية، عناوين الاتصال والأخبار في النظام.

[http://dagris.ilri.cgiar.org/]DAGRIS

يتم تطوير نظام المعلومات للموارد الوراثية الحيوانية المحلية وإدارته من المركز الدولي لبحوث الثروة الحيوانية. وقد بدئ به عام 1999 كأداة لجمع المعلومات البحثية المتوافرة عن الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في العالم. وبالإضافة لاحتوائه معلومات، تم الحصول عليها من تركيب لأدبيات حول المصدر، التوزيع، التنوع، المواصفات، الاستخدامات الحالية ووضع السلالات الأصيلة. ويعد نظام DAGRIS فريداً في أنه يمتلك مراجع كاملة وملخصات للبحوث العلمية المنشورة وغير المنشورة تتعلق بالسلالات في النظام. صمم DAGRIS لدعم البحوث، التدريب، الوعي الجماهيري، التحسين الوراثي والصون. وقد تم إطلاق النسخة الأولى من قاعدة البيانات على الشبكة في نيسان/أبريل 2003. وهي متوافرة أيضاً على قرص مدمج. تحوي قاعدة البيانات حالياً على 19200 صفة مسجلة عن 154 سلالة أبقار، 98 أغنام، 62 ماعز في أفريقيا، إضافة إلى 129 نمط بيئي/سلالة دواجن و 165 سلالة خنزير من أفريقيا وبعض البلدان الأفريقية. وتؤمن صفحات معلومات السلالة في DAGRIS رابط شبكة للصفحة الموافقة للسلالة في نظام منظمة الأغذية والزراعة DAD-IS والعكس صحيح.

يتبع

تابع مؤطر 69

نظم المعلومات على المستوى العالمي

تم مد نطاق DAGRIS بحيث أنه سيغطي في المستقبل أنواعاً أكثر (ديوك رومية، إوز، بط) وبلداناً في آسيا (Ayalew *et al.*, 2003). إن أولويات الخطوات التالية للنظام هي:

1) تطوير نموذج جديد للسماح لكل المستخدمين بتحميل معلومات بحثية ذات صلة في قاعدة البيانات بحيث يستطيع إداري قاعدة البيانات مسك وجمع المعلومات غير المتوافرة على مستوى السلالة؛
2) تطوير روابط نظام معلومات جغرافي في قاعدة البيانات للسماح بالعزو الجغرافي بقدر ما تتوافر معلومات على مستوى السلالة و
3) تطوير نموذج لنظام البلد من DAGRIS لمساعدة البلدان المهتمة لتطوير وتخصيص قاعدة البيانات أكثر.

سلالات الثروة الحيوانية– جامعة ولاية أوكلاهوما [http://www.ansi.okstate.edu/breeds]

يدير قسم العلوم الحيوانية لجامعة ولاية أوكلاهوما، في الولايات المتحدة الأمريكة هذا المورد المعلوماتي، الذي أنشئ في 1995. وهو يؤمن وصفاً مختصراً للسلالات بمؤشرات الأصل، التوزع، السمات النمطية، الاستعمالات، ووضع المجتمع، إضافة إلى صورة فوتوغرافية والمراجع الرئيسة لمعلومات السلالة. كما يعرض قائمة بالسلالات من كل أنحاء العالم، مع خيارات للتصنيف حسب الإقليم. وعرضت قاعدة البيانات حتى كانون الثاني/يناير 2006 ما مجموعه 1063 سلالة شملت 280 سلالة أغنام، 262 أبقار، 217 خيول، 100 ماعز، 72 خنازير، 8 حمير، 8 جواميس، 6 جمال، 4 وعول، واحدة لاما، واحدة ياك، 64 دواجن، 10 بط، 7 ديك رومي، 7 إوز، واحدة غرغر/دجاج حبشي وواحدة سلالة خنزير سوداء. كما تؤمن أيضاً ربطاً للمعلومات ذات الصلة في مكتبتها الافتراضية للثروة الحيوانية. والهدف هو مد نطاق النظام، بمؤشرات عدد السلالات والمعلومات التعليمية والعلمية التي يحتويها، من خلال تعاون مع أفراد وجامعات من كافة أنحاء العالم. ويرحب النظام بتقديم معلومات (مواد مكتوبة أو صور) للسلالات غير المشمولة في القائمة أو معلومات إضافية عن تلك المشمولة.

4 استنتاجات

يعد التوصيف الكافي للموارد الوراثية الحيوانية شرطاً رئيساً لبرامج الإدارة الناجحة ولعمل القرار عن علم مسبق في التنمية القطرية للثروة الحيوانية. ويتعيّن ان تسمح الأدوات التي تم تطويرها في مجال التوصيف باتجاه استراتيجي ومتماسك لتحديد الهوية، الوصف والتوثيق لمجتمعات السلالة. وينبثق الاهتمام بهذا الاتجاه ببطء، ويتم معالجة بعض نواحي التوصيف بشكل متزايد. وقد لقي التوصيف الجزيئي اهتماماً خاصاً. على أنه ما زالت هناك حاجة إلى طرائق وأدوات لتنظيم عمليات المسح والرصد.

هناك عنصر مهم ناقص في وصوفات السلالات في عديد من البلدان/الأقاليم، وهو تعريف واضح للسلالات المعنية لإعطائها هوية فريدة، ووصفاً لبيئات الإنتاج التي يتكيفون معها. تم اقتراح البيئة الأساسية لتعريف بيئات الإنتاج، ولكنها تحتاج إلى مراجعة وتطبيق. يتعين تطوير نظم المعلومات القائمة المرتبطة بالسلالة بشكل أكثر للسماح بمسك سهل للمعلومات، معالجتها، الوصول إليها وترابطها.

ومن الناحية المثالية، قد ترتكز الأدوات والطرائق لصنع قرار في إدارة الموارد الوراثية للثروة الحيوانية بالإضافة إلى التحذير المبكر وأدوات الاستجابة على معلومات واسعة يتم الحصول عليها باستخدام الطرائق الموصوفة أعلاه. على أنه نظراً لأن العمل الفوري مطلوب ، فهناك حاجة لأدوات وطرائق لعمل استخدام فاعل من المعلومات غير الكاملة.

المراجع

Ayalew, W., Rege, J.E.O., Getahun, E., Tibbo, M. & Mamo, Y. 2003. Delivering systematic information on indigenous animal genetic resources - the development and prospects of DAGRIS. *In* Proceedings of the Deutscher Tropentag 2003, *Technological and Institutional Innovations for Sustainable Rural Development*, held 8-10 October 2003. G?ttingen, Germany. (also available at http://www.tropentag.de/2003/abstracts/full/28.pdf).

Ayalew, W., van Dorland, A. & Rowlands, J. 2004. *Design, execution and analysis of the livestock breed survey in Oromia Regional State, Ethiopia.* Addis Ababa and Nairobi. OADB (Oromia Agricultural Development Bureau) and ILRI (International Livestock Research Institute).

DAGRIS. 2004. *Domestic Animal Genetic Resources Information System (DAGRIS).* J.E.O. Rege, W. Ayalew & E. Getahun, eds. Addis Ababa. International Livestock Research Institute.

FAO. 1984. *Animal genetic resource conservation by management, databanks and training.* Animal Production and Health Paper No. 44/1. Rome.

FAO. 1986a. *Animal genetic resources data banks - 1. Computer systems study for regional data banks.* Animal Production and Health Paper No. 59, Volume 1. Rome.

FAO. 1986b. *Animal genetic resources data banks - 2. Descriptor lists for cattle, buffalo, pigs, sheep and goats.* Animal Production and Health Paper No. 59, Volume 2. Rome.

FAO. 1986c. *Animal genetic resources data banks - 3. Descriptor lists for poultry.* Animal Production and Health Paper No. 59, Volume 3. Rome.

FAO. 1992. *The management of global animal genetic resources.* Proceedings of an Expert Consultation, Rome, Italy, April 1992. Edited by J. Hodges. Animal Production and Health Paper No.104. Rome.

FAO. 1998. *Report: Working group on production environment descriptors for farm animal genetic resources.* Report of a Working Group, held in Armidale, Australia, 19 - 21 January 1998. Rome.

FAO. 2005. Genetic characterization of livestock populations and its use in conservation decision making, by O. Hannotte & H. Jianlin. In J. Ruane & A. Sonnino, eds. *The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources*, pp. 89-96. Rome. (also available at www.fao.org/docrep/009/a0399e/a0399e00.htm).

FAO. 2006. *A system of integrated agricultural censuses and surveys, volume 1, World Programme for the Census of Agriculture 2010.* Statistical Development Series No. 11. (also available at http://www.fao.org/es/ess/census/default.asp).

FAO/UNEP. 1998. *Primary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans.* Rome.

FAO/UNEP. 2000. *World watch list for domestic animal diversity*, 3rd edition. Edited by B.D. Scherf. Rome.

Gibson, J.P., Ayalew, W. & Hanotte, O. 2007. Measures of diversity as inputs for decisions in conservation of livestock genetic resources. *In* D.I. Jarvis, C. Padoch & D. Cooper, eds. *Managing biodiversity in agroecosystems.* New York, USA. Columbia University Press.

Oklahoma State University. 2005. *Breeds of livestock.* Stillwater, Oklahoma, USA. Department of Animal Science, Oklahoma State University. (available at http://www.ansi.okstate.edu/breeds/).

Rege, J.E.O. 1992. Background to ILCA's animal genetic resources characterization project, objectives and agenda for the research planning workshop. In J.E.O. Rege & M.E. Lipner, eds. *Animal genetic resources: their characterization*, conservation and utilization. Research planning workshop, ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, 19-21 February, 1992, pp. 55-59. Addis Ababa. International Livestock Centre for Africa.

Rowlands, J., Nagda, S., Rege, E., Mhlanga, F., Dzama, K., Gandiya, F., Hamudikwanda, H., Makuza, S., Moyo, S., Matika, O., Nangomasha, E. & Sikosana, J. 2003. *The design, execution and analysis of livestock breed surveys - a case study in Zimbabwe.* A report to FAO. Nairobi. International Livestock Research Institute.

القسم جـ

الواسمات الجزيئية– أداة لاكتشاف التنوع الوراثي

1 مقدمة

تعد واسمات الحمض النووي DNA مفيدة في البحوث الأساسية (مثل تحليل التطور النوعي والبحث عن مورثات مفيدة) والتطبيقية (الانتخاب بمساعدة الواسمات، اختبار الأبوّة وتعقّب الأغذية). يركّز هذا القسم أساساً على استخدام الواسمات في توصيف تنوّع الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، وفي البحث عن متغيّرات وظيفية للمورثات ذات الصلة. ومن المهم أيضاً ملاحظة أن الحمض النووي RNA والبروتينات

مؤطر 70

RNA DNA، والبروتين

ينظم الـ DNA (الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين) في أزواج من الكروموزومات، كل منها موروث عن أحد الأبوين. وبالتالي فإن لكل مورثة في فرد ما، نسختان، تسمى بدائل/أليل، واحدة على كل كروموزوم من الزوج. وتكون المورثات، في الثدييات، مبعثرة على طول الكروموزومات، مفصولة بتسلسلات DNA طويلة، وغالباً متكررة. وتتشكل المورثات باستنساخ التسلسلات (إكسون/خرجون) المفصولة (دخلونات/ إنترون) ولا تحمل الأخيرة معلومات استنساخ بروتين، ولكنها تسهم أحياناً بدور في تنظيم تعبير المورث. وتوضع التعليمات المشفرة من المورثات في العمل من خلال عمليتين. الأولى استنساخ (نسخ) المعلومات الوراثية في نمط آخر من الحمض النووي RNA (الحمض النووي الريبي). ويتم استنساخ كل من الإكسونات والإنترونات في جزيء RNA رسول أولي (m RNA). ويتم بعد ذلك ربط الجزيء، وهي عملية تشمل إزالة الإنترونات، ووصل الإكسونات مع بعضها، وإضافة صفة فريدة لكل من نهايتي RNA الرسول. ويتم تبعاً لذلك خلق جزيء RNA ناضج، يتم نقله فيما بعد إلى بنيات تسمى الرّايبوزومات واقعة في سيتوبلازم الخلية. وتصنع الرايبوزومات من RNA الريبوزومي (rRNA) والبروتينات، وتؤمن مواقع للعملية الثانية– ترجمة المعلومات الوراثية، التي نسخت سابقاً إلى mRNA ، في عديد ببتيد (بروتين كامل أو واحدة من سلاسل معقد بروتيني). تتم قراءة جزيء mRNA الرسول أو تترجم ثلاثة نيوكليوتيدات (شيفرة) في ذات الوقت. وتضمن التكاملية ما بين شيفرة RNA ومضاد الشيفرة نقل جزيء الـ RNA (tRNA) الذي يحمل الحمض الأميني المقابل إلى الريبوزوم بأن عديد الببتيد المتشكل حديثاً يحمل التسلسل المحدد للحموض الأمينية المطلوبة.

لا تترجم كل المورثات إلى بروتينات، يعبّر بعضها عن وظائفه كجزيئات RNA (مثل rRNA و tRNA المشمولة في الترجمة). وتم حديثاً اكتشاف أدوار جديدة للـ RNA في عملية ربط mRNA وفي تنظيم تعبير المورثة (Aravin and Tuschl, 2005 ؛Storz *et al.*, 2005 ؛Wienholds and Plastrek, 2005). وتبدو جزيئات RNA غير المشفرة كلاعبين رئيسيين في عمليات تنظيمية مختلفة (Clop *et al.*, 2006 ؛Bertone *et al.*, 2004). وعليه، فإن هناك ثلاثة أنماط من الجزيئات متوافرة لبحث المواصفات الوراثية على المستويات الخلوية، النسيجية وكامل الكائن، الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين (DNA) الذي يحتوي على التعليمات المشفرة؛ الحمض النووي الريبي (RNA) الذي ينقل التعليمات إلى "مصنع" الخلية؛ والبروتينات التي يتم بناؤها تبعاً للتعليمات، وتشغّل الخلايا والكائنات.

تحتوي معلومات أساسية، وتستحق بالتالي دراسة موازية؛ ويتم أدناه استكشاف أدوارها في البحث عن متغيرات وظيفية.

يعد التنوع ما بين الكائنات نتيجة لتغيرات في تسلسل الـ DNA والآثار البيئية. ويكون التغير الوراثي كبيراً ويمتلك كل فرد من نوع ما، باستثناء التوائم أحادية المورثات، تسلسلاً فريداً من الـ DNA. إن تغيرات الـDNA هي طفرات تنتج من تبديل نيوكليوتيدات فردية (عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد (SNPs)، إقحام أو حذف قطع DNA بأطوال متنوعة (من نيوكليوتيد مفرد إلى آلاف النيوكليوتيدات)، أو مضاعفة أو عكس قطع من الـ DNA. تصنف تغيرات DNA على أنها "محايدة" عندما لا تحدث تغييراً في المواصفات الاستقلابية أو المظهرية، ولذلك فهي لا تخضع إلى انتخاب إيجابي، سلبي أو متوازن؛ أو يعزى إليها أنها "وظيفية". وقد تغيّر الطفرات في النيوكليوتيدات الرئيسية لتسلسل مكود تركيب الحموض الأمينية لبروتين ما، وتؤدي إلى متغيّرات وظيفية جديدة. وقد يكون لهذه المتغيّرات فاعلية استقلابية زائدة أو ناقصة مقارنة مع "النمط البري" الأصلي، قد تخسر وظيفتها كلياً، أو قد تكتسب وظيفة جديدة. وقد تؤثر الطفرات في المناطق المنظمة مستويات وأنماط تعبير المورث؛ على سبيل المثال إشعال/إطفاء المورثات تحت/فوق بروتينات تعبير في نسخ محددة عند مراحل تطورية أو فيزيولوجية مختلفة.

مؤطر 71

المجالات العلمية الجديدة المنتهية باللاحقة omics-

يضع علم المجين مخطط المورثات والتغيرات الوراثية ما بين الأفراد والجماعات. ويؤمن نظرة بعيدة في ترجمة المعلومات الوراثية إلى وظائف استقلابية ومواصفات مظهرية (فينولوجية). ويكشف العمليات البيولوجية وتأثراتها مع العوامل البيئية. ويشمل علم المجين تولـيفة من مجموعة تقنيات مرت مثل البروتيميكا ودراسة الأيضات الثانوية، مع تقنيات المعلومات البيولوجية (bioinformatic) التي تمكّن من معالجة، تحليل وتكامل كميات كبيرة من البيانات.

ورغم أنه ثبت أن تحليل أنماط مفردة من ثنائي الجزيئات مفيد جداً لفهم الظواهر البيولوجية، فإن البحث الموازي واسع المدى للـDNA, RNA والبروتينات فتح آفاقاً جديدة لتفسير ونمذجة تعقيد الكائنات الحية. بدأت المجالات العلمية الجديدة التي تنتهي باللاحقة s–omic تظهر إلى الوجود. وقد أدت التقدمات الجديدة، في هذه الحقول، إلى إعداد، تحديد سلسلة الـ DNA, RNA والبروتينات، وفي الخزن والتحليل الواسع المدى للبيانات، وهي تحدث ثورة في فهمنا. بدأت تظهر نظرة عالمية ومتكاملة لمجموعة كاملة من الجزيئات البيولوجية المشمولة في عمليات بيولوجية معقدة. علم المجين الهيكلي (genomics)، علم الاستنساخ (Transcriptomics) والبروتيميكا (proteomics) متبوعة بدراسات الأيضات الثانوية (metabolomics) والـ interactomics من بين مجالات أخرى، وعلى مستوى أعلى من التعقيد، بيولوجية النظم (Hood *et al.*, 2004؛ مؤطر 71).

مؤطر 72

التطورات الحديثة في البيولوجيا الجزيئية

تشمل التطورات الثورية الحالية في بحوث البيولوجيا الجزيئية ذات الصلة بتربية الحيوان وصون التنوع الوراثي:

1) إنشاء تسلسل كامل لمجين معظم أنواع الثروة الحيوانية أهمية؛
2) تطوير تقنية لقياس عديدات التشكل على المواقع المنتشرة على كامل المجين (مثل طرائق لكشف عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد)؛ و
3) تطوير تقنية تصفيف مصغر لقياس نسخ المورثة على مدى واسع. ومن شأن المعلومات المتحصل عليها من تسلسل كامل المجين (محققة للدواجن وكاملة تقريباً للخنازير والأبقار)، بالتكامل مع تقنية عديد التكوين وحيد النيوكليوتيد، أن تسرّع البحث عن المورثات. إن وضع خرائط مواقع وراثية للصفة الكمية لتحديد مناطق كروموزومية تؤثر بصفة مستهدفة، ووجود المورثات المرشحة الواقعة في المنطقة ذاتها، وبحث أنماط تعبيرها (مثل بوساطة تحليل التصفيف المصغر والبروتيوميكا) ووظائفها عبر الأنواع ستجتمع مع بعضها لتحديد مورثات رئيسة وكشف تعقيد التنظيم الوراثي للصفات المستهدفة.

انظر أدناه لمناقشة أكثر لهذه التطورات.

إن البحث في التعقيد البيولوجي هو جبهة جديدة تتطلب تقنية جزيئية عالية المنتجات، حاسوب بسرعة وذاكرة عالية، اتجاهات جديدة لتحليل البيانات، وتكامل خبرة متعددة الاختصاصات (مؤطر 72).

2 دور التقنيات الجزيئية في التوصيف

تعدّ المعلومات عن التنوع الوراثي أساسية لتحسين كل من الصون واستراتيجيات استخدام الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وباعتبار أن الموارد للصون محدودة، فإن وضع الأولويات يكون ضروري غالباً. وتعد أدوات جزيئية حديثة بالسماح بتحديد المورثات المشمولة في عدد من الصفات، بما في ذلك الصفات التكيفيّة، وعديدات التشكّل التي تسبب تغيّراً وراثياً وظيفياً (نيوكليوتيد صفة كمية). ومع ذلك، لا نمتلك معرفة كافية لوضع أولويات خيارات الصون بالارتكاز على التنوّع الوراثي الجزيئي، ومازالت هناك حاجة إلى تدابير بديلة. ويؤمن التوصيف المظهري (الفينولوجي) تقديراً خاماً لمتوسط التغيّرات الوظيفية في مورثات يحملها فرد ما أو مجتمع ما. ومع ذلك، فإن غالبية الأنماط المظهرية لغالبية أنواع الثروة الحيوانية غير مسجلة.

الدور الأول. في غياب بيانات نمط مظهري ونيوكليوتيد صفة كمية يعتدّ بها، أو لتكميل البيانات القائمة، يتم الحصول على التدابير الأسرع والأكثر جدوى للتنوّع الوراثي من اختبار عديدات التشكل باستخدام واسمات وراثية جزيئية مجهولة. ويحتمل أن تؤمن الواسمات المجهولة معلومات غير مباشرة عن المورثات الوظيفية للصفات المهمة، على افتراض أن المجتمعات الفريدة ذات التاريخ التطوري الخاص على الواسمات الحيادية (مثل نظراً للعزل القديم أو الاستئناس المستقل) تحمل متغيّرات فريدة للتغيّرات الوظيفية. كما برهنت التقنيات الجزيئية عن فائدتها في بحث أصل واستئناس أنواع الثروة الحيوانية، وهجرتها التالية، بالإضافة إلى تأمينها معلومات عن العلاقات التطوريّة (أشجار التطوّر الفرعي)، وتحديد مناطق جغرافية للخلط بين مجتمعات من مصادر وراثية مختلفة. ويعرض الفصل الفرعي 1.3 ملخصاً للتقنيات الجزيئية لتقدير التنوّع الوراثي ضمن السلالات وبينها.

الدور الثاني. يعدّ حجم المجتمع الفعال (Ne) دليلاً يقيّم العدد الفعال في مجتمع ما يتكاثر ويُسهم بمورثات للجيل القادم. وترتبط قيمة Ne بشدة بمستوى تربية الأقارب والتعرية الوراثية في مجتمع ما، وهي بالتالي مؤشر حرج لتقويم درجة التهديد للمجتمعات (انظر القسم آ و القسم و). وترتكز الاتجاهات التقليدية للحصول على قيمة Ne لمجتمعات تربية على بيانات النسب أو الإحصائيات. وتكون البيانات الضرورية عن التنوّع لنجاح التكاثر والفواصل الزمنية بين الأجيال غير متوافرة غالباً للمجتمعات على نحو يعتدّ به في البلدان النامية. وقد تكون الاتجاهات الجزيئية لذلك اتجاهاً بديلاً واعداً (انظر الفصل الفرعي 2.3 لمزيد من التفاصيل).

الدور الثالث. إن الأولوية الرئيسة في إدارة الموارد الوراثية هي صون السلالات التي تمتلك صفات فريدة. ومن بين هذه تعدّ المقدرة على الحياة والتكاثر في شروط التحدّي، ومقاومة الأمراض المعدية ذات أهمية رئيسية، وبخاصة للبلدان النامية. ولا تكون الصفات المعقدة مثل التكيّف ومقاومة الأمراض مرئية وسهلة القياس. ويمكن بحثها في تجارب تكون فيها الحيوانات معرضة لظروف بيئية محددة أو أنها مصابة بالعامل ذات الصلة. على أن تنفيذ مثل هذه التجارب صعب ومكلف، ويثير مشاغل حول رعاية الحيوان. وهذا هو السبب الذي جعل الباحثين شديدي الاهتمام في تعريف مورثات تحكم الصفات المعقدة. ويمكن بحث هذه المورثات بعدد من الاتجاهات المختلفة. وقد تم تطوير أدوات لاستهداف تغير وظيفي كما هو موصوف في الفصل الفرعي 3.3.

3 لمحة عامة عن التقنيات الجزيئية

يصف هذا القسم أكثر التقنيات الجزيئية أهمية المستخدمة حالياً والمطوّرة لتقويم التنوع الوراثي، ولاستهداف التنوّع الوظيفي. ويصف المؤطر 73 كيفية استخلاص DNA و RNA من مواد بيولوجية وتحضيرها للتحليل. ويلخص المؤطر 74 صفات الواسمات الجزيئية المستخدمة عادة، كما يناقش المؤطر 75 أخذ العينات (ناحية مهمة جداً في الدراسات الجزيئية).

كانت عديدات التشكل البروتينة أول الواسمات المستخدمة للدراسات الوراثية في الثروة الحيوانية. ومع ذلك، فإن عدد مواقع عديد التشكل التي يمكن اختبارها، ومستوى التعددات الشكلية الملاحظة في المواقع منخفض غالباً، وهذا يحد كثيراً تطبيقها في دراسات التنوّع الوراثية. ومع تطور تقنيات جديدة، أضحت عديدات التشكل للـ DNA الواسمات المنتجة لمسوحات التباين الوراثي المرتكزة على الجزيء (مؤطر 74).

1.3 تقنيات استعمال واسمات الـ DNA لتقويم التنوع الوراثي

واسمات DNA النووي

يتوافر حالياً عدد من الواسمات لكشف عديدات التكوين في الـ DNA النووي. وتعد التوابع الدقيقة أكثر الواسمات المستعملة تردداً في دراسات التنوع الوراثي.

التوابع الدقيقة

تعدّ التوابع الدقيقة (مؤطر 74) حالياً، أكثر الواسمات شعبية في دراسات التوصيف الوراثي للثروة الحيوانية (Sunnucks, 2001). ويسمح معدل تطفرها العالي وطبيعة السيادة المشتركة بتقويم التنوّع الوراثي ضمن السلالة وبينها، وبتقويم الخلط الوراثي بين السلالات حتى إذا كانت مرتبطة بشدة.

مؤطر 73

استخلاص ومضاعفة DNA و RNA

يعدّ الاستخلاص والتنقية الخطوة الأولى في تحليل الـ DNA، الـ RNA والبروتينات من عينات بيولوجية. وتتوافر عدة بروتوكولات و "كتز" تجارية. وتتوقف الاستراتيجيات المطبقة على مصدر المادة والجزيء المستهدف. فاستخلاص الـ DNA، على سبيل المثال، من الدم الكامل أو الكريات البيضاء يكون سهل عادة، في حين أن استخلاصه من أغذية مصنّعة يكون أكثر صعوبة. كما أن استخلاص RNA من نسج المعشكلة/البنكرياس صعب نظراً للتخرب السريع جداً بعد الوفاة في هذه المنطقة. ويعدّ نقاء الـ DNA، RNA والبروتينات عامل أساسي يتم غالباً إهماله في الحصول على نتائج يعتد بها.

إن الخطوة التالية، بعد فصل الـ DNA (أو RNA) من الخلايا، هي الحصول على آلاف أو ملايين النسخ لمورثة خاصة أو قطعة من الـ DNA. ويمكن تفويض مضاعفة قطع DNA إلى كائنات دقيقة، نمطياً *E. coli*، أو يتم انجازها في المختبر باستخدام تفاعل البوليميراز المتسلسل (PCR). تضخم هذه التقنية أسياً، التي حصل مخترعها Cary Mullis على جائزة نوبل، أي قطعة من الـ DNA لتسلسل معروف. إن المكون الرئيس لتفاعل البوليميراز المتسلسل هو بوليميراز الـ DNA المعزول من *Thermus aquaticus*، وهو كائن حي دقيق متكيّف مع الحياة المائية ويتضاعف عند درجة حرارة عالية جداً. ويسمح تاك– (بعد *Thermus aquaticus*) بوليميراز بتضاعف السلسلة في دورات وينتج نمواً هندسياً فراغياً في عدد من النسخ الـ DNA المستهدف. وتتضمن دورة PCR ثلاث مراحل: أ) تغيير طبيعة/مسخ الـ DNA عند درجة حرارة 90–95° سلزيوس لفصل الـ DNA في شريطين مفردين ليخدما كقالب؛ ب) تهجين زوج من نيوكليوتيدات أحادية الشريط صغيرة (بادئات) مكملة للمناطق المستهدفة تجاور قطعة الهدف، عند 45–65° سلزيوس؛ ج) مد أو تطويل شرائط الـ DNA المركب جديداً بقيادة البادئ وبتيسير من تاك– بوليميراز عند 72° سلزيوس. ويمكن إعادة هذه الدورة، عادة 25 إلى 45 مرة، لتمكين تضخيم أمبليكونات كافية (قطعة من مورثة أو DNA مركب باستخدام PCR، يرغب الكشف عنها).

مؤطر 74

واسمات الـ DNA شائعة الاستخدام

يمكن تحديد قطع الحصر ذات التكوين والطول المتعدد (RFLPs) باستخدام أنزيمات حصر تشق الـ DNA في مواقع حصر دقيقة فقط (يشطر EcoRI مثلاً عند الموقع المحدد بتسلسل متناظر GAATTC). واستعمال RFLPs الأكثر تردداً حالياً هو PCR أسفل المجرى (PCR–RFLP)، لكشف بدائل تختلف في تسلسلها عند موقع حصر معيّن. يتم تضخيم قطعة مورث أولاً باستخدام PCR، ثم تعريضها لأنزيم حصر محدد يشطر أشكال البدائل فقط. ويتم فصل الأمبليكونات المهضومة عامة بوساطة الرحلان الكهربائي.

تتألف التوابع الدقيقة أو تكرارات التسلسل البسيط (SSR) أو تكرارات التسلسل المترادف (STR) من امتداد للـ DNA بطول بضعة نيوكليوتيدات– 2–6 أزواج من القواعد (bp)– مكررة عدة مرات ترادفياً (مثل CACA CACA CACA CACA). وهذه منتشرة على مجين حقيقيات النوى. والتوابع الدقيقة تكون ذات حجم صغير نسبياً، وتستطيع، تبعاً لذلك التضخيم بسرعة باستخدام PCR من DNA مستخلص من عدد من المصادر بما في ذلك الدم، الشعر، الجلد، أو حتى البراز. يمكن رؤية عديدات التشكل على هلام تسلسل، ويسمح توافر المعقبات الإلكترونية للـ DNA بتحليل عالي الإنتاج لعدد كبير من العينات (Goldstein and Schlötterer, 1999; Jame and Lagoda, 1996). تعدّ التوابع الدقيقة عالية التغيّر جداً، وتظهر غالباً عشرات البدائل في مواقع تختلف عن بعضها في أعداد التكرارات. وهي ما زالت واسمات الاختيار لدراسات التنوع ولتحليل الأبوّة ووضع خرائط مواقع الصفات الكمية (QTL)، ولو أن ذلك قد يتعرّض إلى تحدٍ في المستقبل القريب بتطور طرائق رخيصة لتقدير عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد. نشرت منظمة الأغذية والزراعة توصيات لمجموعات من مواقع التوابع الدقيقة لاستخدامها في دراسات التنوع للأنواع الرئيسة من الثروة الحيوانية، والتي تم تطويرها من قبل الجماعة الاستشارية للتنوّع الوراثي الحيواني ISAG-FAO (انظر مكتبة DAD-IS http://www.fao.org/dad-is/).

تقتسم التوابع الصغيرة المواصفات ذاتها للتوابع الدقيقة، ولكن التكرارات تكون بطول من 10 إلى بضع مئات أزواج قاعدة. وتعرف التوابع الصغيرة الدقيقة أيضاً بعديدات التشكل للعدد المتغير للتكرارات المترادفة (VNTRs).

تعدّ عديدات التكوين ذات القطعة الطويلة المضخمة (AFLPs) تقنية بصمة إصبع للـ DNA تكشف قطع حصر الـ DNA بوساطة تضخيم PCR.

إن الموقع المحدد للتسلسل (STS) هو تسلسلات للـDNA تحدث مرة واحدة في المجين في موقع معروف. ولا تحتاج لأن تكون عديدة الشكل وتستخدم لبناء خرائط فيزيائية.

تعد عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد (SNPs) تغيرات على نيوكليوتيد مفرد لا تغيّر من الطول الإجمالي لتسلسل الـ DNA في المنطقة. وتوجد عديدات التكوين هذه في كل المجين. وهي متوافرة بشكل كبير وموجودة على عديد تكوين واحد وحيد النيوكليوتيد في كل 1000 زوج قاعدة من المجين البشري (Sachinandam *et al.*, 2001). تقع معظم عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد في مناطق غير مشفرة، وليس لها تأثير مباشر في النمط المظهري لفرد ما. على أن بعضها يدخل طفرات في تسلسلات معبرة أو مناطق تؤثر في تعبير المورث (حاث، محفز)، وقد تحث تغييرات في بنية البروتين أو تنظيمه. ولعديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد هذه إمكانية لكشف تباين وراثي وظيفي.

أحاط بعض الجدل اختيار نموذج التطفر– البدائل غير المحددة أو نظام التطفير على مراحل (Goldstein *et al.*, 1995)– لتحليل بيانات المواقع الدقيقة. ومع ذلك، أظهرت دراسات المحاكاة أن نظام التطفير للبدائل غير المحددة صالح عامة لتقويم التنوع ضمن النوع (Takezaki and Nei, 1996).

إن العدد الوسطي للبدائل (MNA) في مجتمع، وتباين المورثات الملاحظ والمتوقع (HO و He)، هما المعياران الأكثر شيوعاً لتقويم التنوع الوراثي. ويعدّ التمييز الوراثي أو أدلة التثبيت المعايير الأبسط لتقويم التنوّع الوراثي ما بين السلالات. وتم اقتراح عدة مقدّرات (مثل FST و GST)، وكان FST الأكثر استخداماً (Weir and Basten, 1990)، لقياس درجة التمايز الوراثي للمجتمعات الفرعية من خلال حساب اختلافات موحدة في ترددات البدائل بين المجموعات. ويمكن حساب المعنوية الإحصائية لقيم FST ما

مؤطر 75

أخذ عينات المادة الوراثية

يعدّ جمع العينات الخطوة الأولى والأكثر أهمية في أية دراسة للتنوّع. ويتعيّن أن تكون العينات، مثالياً، غير مرتبطة وممثلة للمجتمعات قيد البحث. وعموماً يعتبر أخذ 30 إلى 50 عينة من أفراد مختارة جيداً لكل سلالة كافياً لتأمين تفسير أولي يخص تميّزية السلالة والتنوع ضمن السلالة؛ إذا ما تم اختبار عدد كاف من واسمات مستقلة (20–30 تابع دقيق؛ Nei and Roychoudhury, 1974; Nei. 1978). ومع ذلك، قد تتغير الأعداد الحقيقية المطلوبة من حالة إلى أخرى، وقد تكون أخفض في حالة المجتمع المحلي المتزاوج داخلياً، وأعلى في المجتمع المنتشر كثيراً المقسم إلى أنماط بيئية مختلفة.

يكون اختيار عينات غير مرتبطة بسيط جداً في السلالة المحددة جيداً، حيث يمكن أن يرتكز على كتاب القطيع أو على سجل النسب. وبالعكس، قد يكون صعب في مجتمع شبه برّي لا يتوافر له سجل مكتوب. وفي هذه الحالة، يوصى بشدة باستعمال معيار جغرافي، مثلاً جمع حيوان أو حيوانات قليلة (غير مرتبطة) من كل قطيع من عدد من القطعان منتشرة على منطقة جغرافية واسعة– لفحص التربية التهجينية في حالة وجود حيوانات غير متوقعة في المكان، أو لتحديد أنماط جغرافية مهمة من التنوع الوراثي. تعد مجموعة العينات المختارة جيداً مورداً قيماً يستمر لفترة طويلة، يمكن استخدامه لإعطاء نتائج ذات معنى حتى بتقنية ضعيفة. وعلى العكس فإن عينة متحيّزة تعطي نتائج تكون مشوهة أو صعبة الفهم حتى عند استخدام أكثر الأدوات الجزيئية تقدماً.

بين أزواج من المجتمعات (Weir and Cockerham, 1984) لاختبار فرضية العدم لنقص تمايز وراثي ما بين المجتمعات و، بالتالي، تجزؤ التنوع الوراثي (مثل Mburu *et al.*, 2003). يمكن إنجاز التحليل الهرمي للتباين الجزيئي (AMOVA) (Excoffier *et al.*, 1992) لتقويم توزيع التنوع ضمن وبين جماعات السلالات.

تستخدم بيانات التوابع الدقيقة بشكل شائع أيضاً لتقويم العلاقات الوراثية بين المجتمعات والأفراد من خلال تقويم المسافة الوراثية (مثل Beja-Pereira *et al.*, 2003; Ibeagha-Awemu *et al.*, 2004; Tapio *et al.*, 2005; Sodhi *et al.*, 2005; Joshi *et al.*, 2004). والمقياس الأكثر استخداماً للمسافة الوراثية هو المسافة الوراثية القياسية لـ Nei (Ds) (Nei, 1972). على أنه بالنسبة العامل الرئيس للتمايز الوراثي، كما هي الحالة غالباً في سلالات الثروة الحيوانية، وبخاصة في العالم النامي، فإنه يوصى بمسافة Cavalli-Sforza المحسنة (DA) (Nei *et al.*, 1983). ويمكن رؤية العلاقة الوراثية بين السلالات غالباً من خلال إعادة بناء التطوّر النوعي، باستعمال طريقة الجار– المتصل (N-J) غالباً (Saitou and Nei, 1987). على أن المأخذ الرئيس على إعادة بناء شجرة التطوّر الفرعي هو أن تطوّر النسل يفترض ألا يكون شبكياً، مثل الأنسال قد تبتعد، ولكنها لا تنتج أبداً من هجين بين الأنسال. ونادراً ما يكون هذا الافتراض قائماً للثروة الحيوانية حيث تنشأ سلالات جديدة من التربية التهجينية ما بين سلالتين سلفيتين أو أكثر. وعليه ينبغي تفسير رؤية التطور للسلالات التي يقدمها إعادة بناء التطور النوعي، تبعاً لذلك، بحرص.

تم اقتراح التحليل متعدد المتغيرات، وأكثر حداثة اتجاهات التجميع العنقودي لـ Bayesian لتحليل خليط بيانات التوابع الدقيقة من مجتمعات مختلفة (Pritchard *et al.*, 2000). ومن المحتمل أن تكون دراسة الأبقار الأفريقية على مستوى القارة الدراسة الأكثر شمولية لهذا النمط في الثروة الحيوانية (Hanotte *et al.*, 2002)، التي أظهرت التواقيع الوراثية للأصول، الحركات الثانوية، وتمايز رعوية الأبقار الأفريقية.

تؤمن بيانات الوراثة الجزيئية، بالاقتران مع، والتكامل من، مصادر أخرى مثل الدليل الأثري والسجلات المكتوبة، معلومات مفيدة عن المنشأ، والحركات التالية وتطورات التنوع الوراثي في نوع حيواني. ومن الممكن أن يسمح وضع خرائط الأصل للتنوع الوراثي الحالي بعمل استدلالات عن المكان الذي يمكن فيه إيجاد تباين وراثي وظيفي ضمن نوع ما توجد عن تباينه المظهري بيانات محدودة فقط.

إن التحليل المشترك لبيانات التوابع الدقيقة

المتحصّل عليه من دراسات منفصلة مرغوب جداً، ولكنه كان ممكن نادراً. ذلك بسبب أن معظم دراسات المجتمع الوراثية باستعمال واسمات DNA تكون محدودة على عدد صغير من السلالات، غالباً من بلد مفرد (Baumung *et al.*, 2004). ويتم غالباً استخدام مجموعة فرعية من الواسمات التي أوصت بها منظمة الأغذية والزراعة، ولا توجد عينات قياسية منمطة وراثياً عبر المشاريع. يسبب تطبيق نظم تنميط وراثي بتوابع دقيقة مختلفة اختلافاً بين الدراسات في الحجم المقدّر للبدائل عند المواقع ذاتها. ولتحفيز استعمال واسمات شائعة، تقترح منظمة الأغذية والزراعة حالياً تحديثاً، ترتيباً لقائمة[3] من مواقع التوابع الدقيقة للأنواع الرئيسة للثروة الحيوانية. وتوصي منظمة الأغذية والزراعة باستخدام الواسمات بغية ترتيب وتنظيم عدد الواسمات المتداخلة ما بين باحثين مستقلين. ويتوافر لبعض الأنواع الـ DNA من حيوان قياسي. فقد تم على سبيل المثال توزيع أقسام من DNA قياسي من أغنام وماعز في مشروع Econogene للإتحاد الأوروبي لمشاريع أخرى واسعة المدى في آسيا وأفريقيا، ويمكن طلبه من خلال موقع شبكة Econogene (http://www.econogene.eu).

هناك امثلة قليلة فقط لتحليل واسع المدى للتنوع الوراثي لأنواع الثروة الحيوانية. فقد بحث (2003) Hellel *et al.*, و(2006a) SanCristobal *et al.*, على التوالي تنوّع الدجاج والخنازير في عموم أوروبا؛ وحصل(2002) Hanotte *et al.*, على بيانات عن الأبقار على مقياس كامل القارة الأفريقية تقريباً؛ وقوم (2005) Tapio *et al.*, تنوّع الأغنام على مستوى إقليمي واسع في بلدان أوروبا الشمالية؛ كما درس (2006) Canon *et al.*, تنوّع الماعز في أوروبا والشرق الأدنى والأوسط. على أن مراجعة شاملة لمعظم الأنواع لا تزال ناقصة حتى الآن. ويعد التنسيق الوثيق ما بين مشاريع واسعة المدى بتوزيع تقويم عالمي للتنوع الوراثي في المستقبل القريب لبعض الأنواع مثل الأغنام والماعز. ويتم في الوقت الراهن، تطوير طرائق جديدة لتحليل البيانات للسماح بتحليل لاحق لمجموعات البيانات التي تمتلكها سلالات قليلة فقط ولا يوجد أو يوجد بضع واسمات عامة بينها (Freeman *et al.*, 2006). وسيكون هذا المنظور العالمي لتنوع الثروة الحيوانية قيّماً لإعادة بناء منشأ وتاريخ مجتمعات الحيوانات المستأنسة و، للمجتمعات الإنسانية بشكل غير مباشر. كما أنه سيلقي الضوء أيضاً على النقاط الساخنة المحلية للتنوع الوراثي الذي قد يتم استهدافه بجهود الصون.

عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد SNPs

تستعمل عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد (مؤطر 74) كبديل للتوابع الدقيقة في دراسات التنوع الوراثي. وتتوافر تقنيات عديدة لكشف وتنميط واسمات SNP (انظر Syvänen, 2001 للمراجعة). وباعتبارها واسمات بدائل ثنائية، فإن SNP تمتلك محتوى معلومات منخفض، ولا بدّ من استخدام أعداد أكبر للوصول إلى مستوى المعلومات المتحصل عليها من لوحة قياسية لـ 30 موقع تابع دقيق. ومع ذلك فإن التقنيات الجزيئية المتطورة تزيد أتمتة تنميط SNP وتخفض تكلفته. ويبدو أن ذلك سيسمح في المستقبل القريب بعمل تحليل مواز لعدد كبير من الواسمات بتكلفة أخفض. وفي هذا المنظور، هناك مشاريع واسعة المدى قائمة في عديد من أنواع الثروة الحيوانية لتحديد ملايين (مثل Wong *et al.*, 2004) وتصديق عدة آلاف من SNPs وتحديد قطع نمط بدائلي في المجين. يسمح SNPs، على غرار معلومات التسلسل بمقارنة مباشرة وتحليل مشترك لتجارب مختلفة.

يبدو أن SNPs هي واسمات جذابة للاستخدام في الدراسات المستقبلية للتنوع الوراثي نظراً لكونها سهلة الاستخدام في تقويم إما التباين الوظيفي أو المحايد. على أن الطور الأول من اكتشاف SNP أو انتخاب SNP من قواعد بيانات يكون حرجاً. يمكن توليد SNPs من خلال بروتوكولات تجريبية مختلفة، مثل التسلسل، عديد

[3] يمكن العثور على القوائم والخطوط التوجيهية في مكتبة نظام المعلومات عن التنوع الوراثي للحيوانات الأليفة (http://www.fao.org/dad-is)

التكوين وحيد الخيط (SSCP) أو الكروماتوغرافي السائل عالي الأداء المسخ (DHPLC)، أو التوفيق والمقارنة في الجل/الهلام لتسلسلات متعددة للمنطقة ذاتها من المجين العام وقواعد بيانات علامة تحديد للتسلسل (EST). وعندما لا يتم الحصول على البيانات عشوائياً، لا يمكن تطبيق مقدّرات معيارية للمعايير الوراثية للمجتمع. وكمثال متكرر، عندما يتم في البداية تحديد SNPs في عينة صغيرة (Panel) من الأفراد ثم طباعتها في عينة أكبر من الكروموزومات. إن أخذ عينات تفضيلية لـ SNPs عند ترددات وسطية، سيمكّن مثل هذا البروتوكول من تمييز توزيع ترددات البدائل مقارنة مع التوقع لعينة عشوائية. وتعدّ SNPs واعدة للتطبيقات المستقبلية في تحليلات وراثة المجتمع؛ على أنه لا بدّ من تطوير طرائق إحصائية تراعي بصراحة كل طريقة كشف SNP (Clark *et al.*, 2005; Nielsen and Signorovitch, 2003).

AFLPs

عديدات التكوين ذات القطعة الطولية المضخمة

تعد عديدات التكوين ذات القطعة الطولية المضخمة واسمات سائدة ثنائية البديل (Vos *et al.*, 1995). ويمكن ترتيب التغيّرات عند مواقع مورثات عديدة على نحو متزامن لكشف تغيّرات نيوكليوتيد مفرد لمناطق مجينية غير معروفة، يمكن أن توجد بداخلها طفرة معينة على نحو متردد في مورثات وظيفية غير محددة. على أن إحدى مساوئها أنها تظهر طريقة توريث سائدة. وهذا يقلل من قوتها في تحاليل وراثة المجتمع للتنوّع ضمن السلالة وتربية الأقارب. ومع ذلك فإن أنماط AFLP عالية الإعلام في تقويم العلاقة ما بين السلالات (Ajmone Marsan *et al.*, 2002؛ Negrini *et al.*, 2006؛ De Marchi *et al.*, 2006 ؛ SanCristobal *et al.*, 2006b) والأنواع المرتبطة (Buntjer *et al.*, 2002).

واسمات الـ DNA السبحي

تم استخدام تعدد الأشكال لـ DNA السبحي (mt DNA) على نحو واسع في تحليل التطوّر النوعي والتنوّع الوراثي. ولـ DNA السبحي وحيد الخيط، المحمول في المصورات الحيوية في سيتوبلازم الخلية طريقة توريث من الأم (يرث الأفراد الـ mt DNA من أمهاتهم وليس من آبائهم) ومعدل تطفّر عال؛ ولا يأتلف وراثياً. وقد مكنّت هذه المواصفات علماء البيولوجيا من إعادة بناء العلاقات التطورية ما بين النوع/الأنواع وضمنها بتقويم أنماط الطفرات في mt DNA كما تؤمن واسمات mt DNA أيضاً طريقاً سريعاً لكشف التهجين ما بين الأنواع أو الأنواع الفرعية للثروة الحيوانية (مثل Nijman *et al.*, 2003).

أسهم تعدد الأشكال في تسلسل منطقة عالية التباين جداً للوب D أو منطقة المراقبة لـ mt DNA على نحو كبير في تحديد هوية الأسلاف البرية المباشرة للأنواع الأليفة، إنشاء أنماط جغرافية للتنوع الوراثي، وفهم عملية استئناس الثروة الحيوانية (انظر Bruford *et al.*, 2003 لمراجعة بهذا الشأن). فقد تم، على سبيل المثال، إظهار الأصل الشرق أوسطي للأبقار الأوروبية الحديثة من قبل Troy *et al.*, (2001). وحددت الدراسة أربعة أنسال أميّة من *Bos taurus*، كما أظهرت خسارة التنوّع الوراثي للأبقار خلال الهجرة الإنسانية في العصر الحجري خارج الهلال الخصيب. وبالطريقة ذاتها، تم إلقاء الضوء على أصول أميّة متعددة مع ثلاثة أنسال mt DNA في الماعز (Luikart *et al.*, 2001)، من المحتمل أن تكون مراكزها الأصلية في آسيا والهلال الخصيب. وتم حديثاً اكتشاف نسل ثالث mt DNA في الأغنام الصينية البلدية (Guo *et al.*, 2006). ونسل رابع في الماعز الصيني الأصلي (Chen *et al.*, 2006)، ونسل خامس في البقار الصينية (Lai *et al.*, 2006). وتم في الدجاج الآسيوي العثور على تسع جماعات كائنات (Clades) مختلفة (Liu *et al.*, 2006)، مقترحة أصولاً مختلفة في جنوب وجنوب شرق آسيا. وتشير كل هذه النتائج إلى أن معرفتنا الحالية عن استئناس الثروة الحيوانية والتنوع الوراثي تبقى بعيدة عن الكمال. ولمزيد من

المناقشة حول أصول أنواع الثروة الحيوانية المستأنسة يرجى العودة إلى الجزء الأول– القسم أ).

2.3 استعمال الواسمات لتقدير حجم المجتمع الفعال

اقترح Hill (1981) استخدام الاختلال المشيجي المرحلي لتعدد أشكال الـ DNA لتقويم حجم المجتمع الفعال (Ne). ويمكن أن يرتكز هذا التقويم على الأصول الوراثية للواسمات المرتبطة (التوابع الدقيقة أو عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد SNPs). ويكون الارتباط المتوقع لترددات البدائل على مواقع مرتبطة عامل لـ Ne من الاختلال الملاحظ. كما اقترح Hayes *et al.*, (2003) اتجاهاً مماثلاً يرتكز على تماثل مورثات قطعة الكروموزوم، التي تمتلك، بالإضافة، إمكانية تقويم Ne للأجيال السابقة، وتسمح بالتالي بالحكم عما إذا كان مجتمع قائم في حجم متناقص أو متزايد في الماضي. وأظهرت الدراسة، بمجموعات بيانات أمثلة، أن سلالة أبقار هولشتاين–فريزيان خضعت إلى خفض شديد لـ Ne في الماضي، في حين أن حجم المجتمع الفعال للمجتمع الإنساني يتزايد وهذا يتفق مع دراسات الإحصائيات والنسب.

3.3 استعمال الأدوات الجزيئية لاستهداف الاختلاف الوظيفي

الاتجاهات المرتكزة على موقع الخريطة، رسم خرائط مواقع الصفات الكمية

تتصرف الواسمات الجزيئية كصفات مندلية، بمعنى آخر، فإنها تتبع قوانين الانعزال والتشكيل المستقل الذي وصفه ماندل للمرة الأولى. وتكون المورثتان الواقعتان على كروموزوم مماثل مرتبطتين فيزيائياً وتميلان للتوريث مع بعضهما. وأثناء الانقسام الاختزالي، قد يعمل التوليف ما بين الكروموزومات المتماثلة/المتناظرة إلى كسر هذه الرابطة. ويتوقف التوليف ما بين مورثتين متوضعتين على كروموزوم واحد على المسافة بينهما. وعليه فإن معدل التوليف بين الواسمات، يعد مؤشراً على درجة ارتباطهما: فكلما كان معدل التوليف أخفض، تكون الواسمات متقاربة. ويفيد بناء الخرائط الوراثية من هذه المواصفة لاستنتاج الرتبة المحتملة للواسمات والمسافة بينها.

يتم إنجاز تمارين وضع الخرائط عامة باتباع الانعزال المشترك للواسمات متعددة الشكل في مجتمعات تجريبية مهيكلة (مثل F_2 أو التهجين التراجعي) أو مجتمعات قائمة في برامج انتخاب (عائلات أخوية كاملة أو نصف أخوية). وتوجد خرائط

مؤطر 76

وضع خرائط موقع الصفة الكمية

إذ وجد موقع لصفة كمية، فإن المتغيرات السالبة والموجبة لبديل المورث المسؤول غير المعروف (Q و q) تنعزل سوية مع البديل على واسم Hi قريب (M1 و m1) الذي نستطيع تنميطه في المختبر. دعونا نفترض أن M1 تنعزل سوية مع Q و m1، وأن M1 و Q هما جاران على الكروموزوم ذاته و m1 و q على الكروموزوم المتماثل (M1Q و m1q).

لنفترض أيضاً أن مجتمع الجيل الثاني (F2) المستمد من تزاوج أفراد جيل أول متباين المورثات هو نمط وراثي أيضاً. وأنه عقب التنميط الوراثي، تم تجميع أنسال F2 بالارتكاز إلى واسم الأصل الوراثي الخاص بها (M1M1 و m1m1؛ M2M2 و MnMn ... m2m2; و mnmn)؛ وتم فيما بعد مقارنة الأصل الوراثي للجماعات. إذا لم يرتبط أي موقع صفة كمية لواسم معين (مثل M2)، فإنه لن يتم كشف اختلاف معنوي بين متوسط القيمة المظهرية لأنسال M2M2 و m2m2 للصفة المستهدفة. وعلى العكس، عندما يتم جمع الأنسال بنمطها الوراثي على الواسم M1، فإن المجموعة M1M1 ستكون غالبا QQ على موقع الصفة الكمية وستكون المجموعة m1m1 غالباً qq. وفي هذه الحالة، يتم ملاحظة اختلاف معنوي بين معدلات النسل، وبالتالي يتم كشف الصفة الكمية. وفي أنواع مثل الدواجن والخنازير حيث يحدث تزاوج داخلي تجاري ما بين الخطوط والسلالات، يمكن إتمام هذا التمرين في مجتمعات تجريبية (F2 و BC) في حين يتم في المجترات عامة استعمال جيلي أنسال (تصميم البنت– DD) أو ثلاثة أجيال (تصميم الحفيدة– GDD). ويكون الانعزال للواسمات متباينة المورثات في ثور ما في تصميم البنت (جيل 1) متبوعا في البنات (جيل II) الذي يتم عليها جمع البيانات المظهرية. أما تصميم الحفيدة GDD فإن انعزال الواسمات متباينة المورثات في الجد (جيل I) تكون متبوعة في أبنائه شبه الأشقاء (جيل II)؛ الذي يتم تفسير نمطهم الوراثي من ذاك الخاص بالحفيدات (الجيل III).

وراثية متوسطة إلى عالية الكثافة لبضع مئات إلى بضع آلاف من الواسمات لمعظم أنواع الثروة الحيوانية.

ولتحديد موقع صفة كمية لصفة ما، تم تنميط عائلة تنعزل لهذه الصفة مع مجموعة من الواسمات الجزيئية المنتشرة بشكل متجانس على المجين (مؤطر 76). ويوجد عدد من الطرائق الإحصائية لاستنتاج وجود موقع صفة كمية مهمة عند فاصل معين لواسم، ولكن جميعها تعتمد على حقيقة أن العائلات تمتلك مستوى عالٍ من اختلال الترابط مثل قطع طويلة من الكروموزوم تنقل بدون توليف من الآباء للنسل.

إن نتيجة تجربة وضع خريطة موقع صفة كمية هو تحديد منطقة على الكروموزوم، ممتدة غالباً على نصف الكروموزوم، يتم فيها كشف تأثير معنوي للصفة المستهدفة. وتستخدم البحوث الحديثة بنشاط وضع الخرائط لتحديد موقع صفة كمية مؤثرة في صفات تكيفية. وتشمل الأمثلة على هذه الصفات، في الدواجن، مقاومة متزايدة لغزو وطرح السالمونيلا *Salmonella* (Tilquin *et al.*, 2005)؛ والقابلية على تطوير عارض ارتفاع ضغط الدم الرئوي (Rabie *et al.*, 2005)؛ والتحمل لداء المثقبيات في الأبقار (Hanotte *et al.*, 2002).

يلي طور وضع خريطة موقع صفة كمية بتقنية موقع الصفة الكمية على الخريطة (وضع خرائط دقيقة لموقع صفة كمية). وبغية إنجاز هذه المهمة، يتم تحليل واسمات إضافية، وفوق كل ذلك إحداث تواليف إضافية. وقد تم تصميم اتجاه ماهر وتم تطبيقه لوضع خريطة دقيقة لمنطقة كروموزوم على BTA14 حاملة موقع صفة كمية معنوي لنسبة الدهن في الحليب وصفات أخرى (Farnir *et al.*, 2002). ويستثمر هذا الاتجاه توليفات تاريخية في الأجيال الماضية لحصر موقع الخريطة على منطقة صغيرة نسبياً حجمها 3.8 سنتيمورجان، وهو حجم سمح بالاستنساخ الموقعي للمورثات (DGAT1) (Grisart *et al.*, 2002).

وبعد الوضع الدقيق للخرائط ، يمكن البحث عن المورثات المحددة لصفة الأداء من بين المورثات المتوضعة في المنطقة المحددة. ويمكن بحث مورثات مرشحة في النوع ذاته (مثل عند توافر خريطة EST غنية أو عندما يكون المجين مسلسلاً كلياً) أو في مناطق متطابقة لكائن أنموذج تتوافر له معلومات مجينية كاملة.

وعلى نحو عرضي، قد تأتي المعلومات الرئيسية عن وظيفة المورثة من مصدر غير متوقع. وكانت هذه حالة مورثة ميوستاتين، التي تم اكتشاف وظيفتها في الفئران أولاً ومن ثم وجد أنها متوضعة في الأبقار في المنطقة الكروموزومية التي تم فيها سابقاً وضع خريطة مورثة العضلات الثنائية (Mc Pherron and Lee, 1997).

يبدو واضحاً أن تعريف المورثة المسؤولة (مورثات الصفة الكمية– QTG) والطفرة الوراثية (QTN) لصفة معقدة ما زال وظيفة كبيرة، وأن هناك حاجة لاتجاهات عديدة لتقليل عدد مورثات مرشحة موقعية. وتعدّ المعلومات عن وظيفة المورثة أساسية في هذا المجال. على أننا ما زلنا نجهل الوظائف/الوظائف الممكنة لمعظم المورثات المعرفة بالمجين وتسلسل cDNA (DNA المكمل). ولهذا السبب فإن بحث أنماط تعبير المورث قد يقدم معلومات مفيدة، بتوافق مع الاتجاه الموقعي الموصوف سابقاً، لتحديد مورثات مرشحة لصفات معقدة. ويعزى لهذا الاتجاه الموحد على أنه دراسة المجين الوراثي (Haley and Koning, 2006). ويصف القسم التالي تقدمات جديدة في بحث أنماط تعبير المورثة.

يتم حالياً بحث اتجاهات بديلة لكشف مورثات تكيفية باستخدام الواسمات الوراثية (مؤطر 77). وهي الآن في المرحلة التجريبية، وستسمح البحوث الإضافية فقط بتقويم فاعليتها.

إن الهدف النهائي لوضع خريطة موقع صفة كمية هو تحديد مورث صفة كمية وفي النهاية الطفرة الوراثية (QTN). ورغم أنه توجد أمثلة قليلة فقط في الثروة الحيوانية حتى تاريخه، فهذا هو النوع من الطفرات التي قد يكون لها تأثير مباشر في الانتخاب بمساعدة الواسمات وفي أخذ قرارات الصون. وهناك حاجة لتطوير نماذج صون تراعي الصفات الوظيفية والطفرة، مع توافر اكتشاف عدد متزايد من مورثات الصفة الكمية والطفرات الوراثية في المستقبل القريب.

مؤطر 77

اتجاه مجين المجتمع

تم حديثاً اقتراح اتجاه بديل لتعريف مناطق مجينية تحمل مورثات ذات صلة. ويتألف من كشف "تواقيع انتخاب" من خلال اتجاه "علم مجين المجتمع" (Black *et al.*, 2001; Luikart *et al.*, 2003). والمبادئ الثلاثة الرئيسة لاتجاه مجين المجتمع هي:

(1) تتأثر مواقع محايدة عبر المجين بشكل مماثل بالتعرية الوراثية، الديموغرافيا، والتاريخ التطوري للمجتمعات؛

(2) تتصرف المواقع تحت الانتخاب غالباً بشكل مختلف، وتكشف بالتالي أنماطاً "نافرة" للاختلاف، فقد التنوع (زيادة التنوع إذا كانت المواقع تحت انتخاب متوازن)، اختلال الرابط، وزيادة/نقص مؤشرات GST/FST؛ و

(3) من خلال تأثير طلب التوصيل، يؤثر الانتخاب أيضاً في الواسمات المربوطة، سامحاً بكشف "توقيع انتخاب" (تأثيرات مورثات نافرة)، يمكن كشفها غالباً بتنميط وراثي لعدد كبير من الواسمات على طول كروموزوم ما وتحديد عناقيد المورثات النافرة. يستخدم هذا الاتجاه البيانات المظهرية على مستوى السلالة (أو مجتمعات فرعية ضمن السلالة)، بدلاً من المستوى الفردي، ويكمل بالتالي اتجاهات وضع خرائط موقع الصفات الكمية التقليدي ضمن الأنساب.

يمكن لاتجاه علم مجين المجتمع تحديد المورثات الخاضعة لضغط انتخاب شديد ومثبتة في النهاية ضمن السلالات، وبخاصة المورثات المشمولة في التكيّف لبيئات متطرفة، مقاومة الأمراض الخ.

ويصعب بحث عديد من هذه الصفات ذات الأهمية العظمى لاستدامة تربية الحيوان بوساطة وضع الخرائط الكلاسيكي لموقع صفة كمية أو اتجاهات دراسة الرابطة. وقد تم حديثاً بحث إمكانية علم مجين المجتمع من وجهة نظر نظرية (Beaumont and Balding, 2004; Bamshad and Wooding, 2003)، ومن خلال عمل تجريبي مع أنماط مختلفة من الواسمات في مجتمعات طبيعية (AFLPs: Campbell and Bernatchez, 2004؛ التوابع الدقيقة: Akey *et al.*, 2002؛ Kayser SNPs *et al.*, 2003). وقد تم تطبيق الاتجاه حديثاً ضمن مشروع Econogene (http://lasig.epfl.ch/projets/econogene). وفي تحاليل أولية، أظهرت ثلاث SNPs في مورثات MYH1 (ميوزين 1)، MEG3 (كالليبيج)، و CTSB (كاثبسينB) في الأغنام سلوكاً نافراً معنوياً (Pariset *et al.*, 2006).

وتم ضمن المشروع ذاته، تصميم اتجاه جديد مرتكز على طريقة التحليل الفراغية (SAM) لكشف تواقيع انتخاب طبيعي ضمن مجين الحيوانات المستأنسة والبرية (Joost, 2006). وتتوافق النتائج الأولية المتحصل عليها بهذه الطريقة مع تلك المتحصل عليها من تطبيق النماذج النظرية في وراثة المجتمع، كتلك التي طورها (Beaumont and Balding, (2004). وتذهب طريقة التحليل الفراغي خطوة إلى الأمام بالمقارنة مع الاتجاهات التقليدية، باعتبارها مصممة لتحديد المعايير البيئية المترافقة مع الواسمات المنتخبة.

بحث أنماط التعبير الوراثي

كان يتم قياس تعبير صفات كمية محددة في الماضي، مثل التكيّف والمقاومة، على المستوى المظهري فقط. ويمكن في هذه الأيام بحث الترانسكريبتوم (مجموع كل النسخ في خلية أو نسيج)، والبروتيوم (مجموع كل البروتينات) بشكل مباشر بوساطة تقنيات عالية المخرجات، مثل العرض التفاضلي (DD) (Liang and Pardee, 1992). DNA التكميلي– AFLP (Bachem *et al.*, 1996)، التحليل المسلسل لتعبير المورث (SAGE) (Velculescu *et al.*, 1995;2000)، مقياس طيف الكتلة، والمصفوفات الدقيقة للبروتين والـ DNA. وتمثل هذه التقنيات اختراقاً في تحليل الـ RNA والبروتين، سامحة افتراضياً بتحليل متواز لكل المورثات المعبّر عنها في نسيج ما عند وقت معين. وعليه، تسهم التقنيات في حل شيفرات الشبكات التي تدعم عديداً من الصفات المعقدة.

تقارن تقنيات omic- غالباً بإضاءة الضوء أمام فريسكو ميشيل أنجلو بدلاً من استخدام سراج يسمح برؤية أجزاء فقط من الكلّ. يسمح المنظر الإجمالي بفهم معنى التمثيل وتثمين جماله. وفي الواقع، فإن قوة هذه التقنيات متوازية في الوقت الراهن بالصعوبة والتكلفة

المشمولة في تطبيقها وفي تحليل البيانات المنتجة. يعدّ عزل عينات خلية متجانسة صعب غالباً، وهو شرط أساسي مهم في عديد من دراسات أنماط تعبير الورثات. ويؤدي العدد الكبير لنتائج التقديرات المتوازية إلى تكلفة منخفضة لكل تقدير، ولكن على كلفة عالية للتجربة الواحدة. تكون الأجهزة غالية، والمهارات الفنية مطلوبة في كل الأطوار التجريبية. هذا بالإضافة إلى الصعوبة العامة في تحليل الـ RNA مقارنة مع الـ DNA. ذلك أن الـ RNA حساس للتدهور، ولا بدّ من بذل عناية خاصة أثناء استخلاصه من النسج التي تمتلك استقلاباً نشط جداً. إن صون العينات والتلاعب بها، في الواقع هو أحد مفاتيح النجاح في تجارب تحليل الـ RNA ويفتح تطبيق التقنيات متناهية الدقة لتحليل الجزيئات البيولوجية منظوراً جدّ واعد في حل هذه المشكلات (Sauer *et al.*, 2005).

إن مناولة البيانات هي مشكلة إضافية. يمكن إنتاج مجموعات البيانات الجزيئية مثل أنماط تعبير الورثات في وقت قصير جداً على أن توحيد البيانات بين المختبرات مطلوب للتحليل المنسّق للمجموعات المختلفة من البيانات البيولوجية. وتعدّ الاتفاقات حول التوحيد، بالإضافة إلى قواعد البيانات المترابطة، أساسية للتحليل الفاعل للشبكات الجزيئية.

نمذجة النسخ

يصف هذا القسم باختصار تقنيات التحليل المسلسل لتعبير المورث والتصفيف المصغّر. ويمكن العثور على وصوفات لتقنيات أخرى في عدد من المراجعات الحديثة (مثل Donson *et al.*, 2002). تولّد تقنية التحليل المسلسل لتعبير المورث أنماط تعبير كاملة للخطوط النسيجية أو الخلوية. وتشمل (أ) بناء مكتبات كاملة لـ mRNA تمكّن من القيام بتحليل كمي لكامل النسخ المعبرة أو المثبطة عند علامة بتسلسل صغير (9-14 زوج قاعدي) مأخوذة من منطقة محددة ضمن كل نسخة من mRNA تحتوي على معلومات كافية بحيث يحدد نسخة محددة واحدة على نحو فريد، (ب) يمكن ربط علامات التسلسل مع بعضها لتشكيل جزيئات DNA طويلة يمكن استنساخها ومسلسلتها– تؤدي سلسلة كلونات السلسلة إلى تحديد سريع لعلامات فردية متعددة؛ (جـ) يكمم مستوى تعبير النسخة بعدد المرات التي تم فيها ملاحظة علامة خاصة.

يمكن استخدام التصفيفات الدقيقة (Microarrays) لمقارنة مستويات تعبير mRNA لعدة آلاف من الورثات بين نظامين بيولوجيين، في تجربة واحدة، على سبيل المثال بين حيوانات في بيئة عادية وحيوانات في بيئة تحدي. كما يمكن أن تقدّم تقنية التصفيف الدقيق فهماً للأنماط الزمنية والمكانية لتعبير الورثات استجابة لمدى واسع من العوامل التي يتم تعريض الكائن لها.

يتم طبع حجوم صغيرة جداً من محلول الـ DNA على شريحة مصنوعة من مادة غير مثقبة كالزجاج، لعمل بقع يتراوح قطرها من 100 إلى 150 ميكرون. يمكن حالياً، عمل 50000 بقعة DNA مكمّل آلياً على شريحة مجهرية. وتحتوي التصفيفات الدقيقة على عدة مئات من مورثات معروفة، وبضعة آلاف من مورثات غير معروفة– يتم عمل بقع على التصفيف المصغّر بوساطة قطع من cDNA أو بوساطة نيوكليوتيدات صغيرة مسبقة الصنع. وللخيار الأخير ميزة التخصص الأعلى وإمكانية إعادة إنتاجه، ولكن يمكن تصميمه فقط عندما يكون التسلسل معروفاً. ويرتكز استخدام التصفيف المصغّر على مبدأ "التهجين" مثل تعريض خطي/شريطي DNA مفردين، أو شريط DNA و شريط RNA، وتسلسلهم لكل منهما، يتبع ذلك قياس كمية جزيء ثنائي الشريط المتشكل. كما يمكن قياس التعبير عن mRNA نوعياً وكمياً. وهو يشير إلى نشاط المورث في نسيج ما، ويرتبط عادة بشكل مباشر بإنتاج البروتين المستحث من هذا mRNA.

تسهم سمات تعبير المورث بفهم الآليات البيولوجية، وتيسر تحديد الورثات المرشحة. تم توصيف بركة الورثات المشمولة بالتعبير عن التحمّل لداء المثقبيات في الأبقار، على سبيل المثال، بوساطة تقنية التحليل المسلسل لتعبير المورث (SAGE) (Berthier *et al.*, 2003)، وبوساطة تحليل التصفيف

الدقيق للـ DNA المكمل (cDNA) (Hill *et al.*, 2005). قد يسمح البحث الموازي لتعبير عدد من المورثات بتحديد المورثات الرئيسية المسؤولة عن الصفات المظهرية التي تبقى غير مكتشفة بالتحليل التفاضلي للتعبير. ويمكن لهذه المورثات الرئيسة، على سبيل المثال، أن تمتلك بدائل مختلفة تعبر جميعها على المستوى ذاته، وتحفز التعبير عن مورثات أسفل المجرى بكفاءة مختلفة. وفي هذه الحالة، يمكن البحث عن المورثة الرئيسية إما بالإفادة من المعرفة الحالية لمسارات الاستقلاب، أو باتباع اتجاه موقع الصفة الكمية المعبرة (eQTL) (Lan *et al.*, 2006). ويتم في هذا الاتجاه قياس مستوى تعبير مورثات أسفل المجرى في مجتمع منعزل. وتعامل كمية النسخ لكل مورثة على أنها صفة مظهرية، ويمكن البحث عن موقع الصفة الكمية التي تؤثر في تعبير المورث باستخدام منهجيات تم وصفها أعلاه. ومن الجدير ملاحظته أن التحكم بتحليل البيانات لكشف موقع صفة كمية ما زال صعب نوعاً. وينطبق ذلك أيضاً على تقنيات سمات النسخ نظراً لعديد من الإشارات الكاذبة التي تحدث.

تنميط البروتين

تعد الدراسة المنظمة لبنى البروتين، والتحويرات بعد الترجمة، سمات البروتين، بروتين–بروتين، بروتين–حمض نووي، تأثرات بروتين–جزيء صغير، والتعبير الزماني والمكاني للبروتين في خلايا حقيقيات النوى، حاسمة لفهم المظاهر البيولوجية المعقدة. فالبروتينات أساسية لبنية الخلايا الحية ووظائفها.

يمكن كشف بنية البروتين بانحراف أشعة x، أو بوساطة الصور المجهرية للرنين المغناطيسي النووي. وتتطلب الطريقة الأولى كمية كبيرة من البروتين البللوري، وهو أمر مقيّد غالباً. وبغية فهم وظيفة البروتين والتأثرات بروتين–بروتين على المستوى الجزيئي، قد يكون من المفيد تحديد بنية كل البروتينات في خليةٍ أو كائن. ولم يتحقق ذلك بعد حتى الآن. ومن المثير، أن عدد متغيرات البروتين التي تظهر من بناء البروتين (الربط البديل و/أو تحويرات ما بعد الترجمة) هي أعظم معنوياً من عدد المورثات في المجين.

تعدّ طريقة مقياس الطيف الكتلي (تقنية تحليلية لتحديد الكتلة الجزيئية) بالاقتران مع تقنيات الفصل الكروماتوغرافية أو بالرحلان الكهربائي، الطريقة الفضلى لتعريف بروتينات داخلية المنشأ في الخلية)، موصفة تحويرات بعد الترجمة وتحديد وفرة البروتين (Zhu *et al.*, 2003). ويعدّ الرحلان الكهربائي لهلام ثنائي الأبعاد فريداً فيما يخص العدد الكبير من البروتينات (<10000) التي يمكن فصلها ورؤيتها في تجربة واحدة. تقطع البقع البروتينية من الهلام، يتبعها هضم بروتيني، ثم يتم تحديد البروتينات باستخدام مقياس طيف الكتلة (Aebersold and Mann, 2003). وقد ثبت مع ذلك، أن توحيد وأتمتة هلام الرحلان الكهربائي ثنائي الأبعاد صعب، وكان استخدام أنماط البروتين كخرائط بروتيوميكية مرجعية ناجح فقط في حالات قليلة. وهناك تقنية مكملة، الكروموتوغرافي السائل، أسهل للأتمتة، ويمكن ربطها مباشرة مع مقياس طيف الكتلة. كما تعد الطرائق البروتيوميكية للتشابه والمرتكزة على التصفيفات المصغرة اتجاهاً بديلاً لسمات البروتين (Lueking *et al.*, 2003)، ويمكن استخدامها أيضاً لكشف تأثرات بروتين–بروتين. وتعدّ هذه المعلومات أساسية لنمذجة الخطوة خطوة للمسارات البيولوجية. ومع ذلك تبقى تخصصية الارتباط مشكلة في تطبيق التصفيف المصغّر للبروتين، نظراً لأنه لا يمكن توقع التفاعلية التهجينية بدقة. وتوجد اتجاهات بديلة لكشف تأثرات بروتين–بروتين مثل نظام الهجين الثنائي (Fields and Song, 1989). على أن أياً من الطرائق المستخدمة حالياً تسمح بكشف كمي للبروتينات المرتبطة، ويبقى غير واضح إلى أي مدى تمثل التأثرات الملاحظة التأثرات الفيزيولوجية للبروتين–بروتين.

تم أيضاً تطوير طرائق مرتكزة على التصفيف لكشف تأثر البروتين–بروتين في المختبر والموئل (انظر Sauer *et al.*, 2005 لمراجعة حول الموضوع)، وتعريف بروتينات غير معروفة مرتبطة لتسلسل المورث المنظم. تستخدم التصفيفات المصغّرة للـ DNA بفاعلية

لغربلة المستخلصات النووية للمعقدات المرتبطة مع الـ DNA، في حين تستخدم التصفيفات المصغرة للبروتين بشكل رئيس لتحديد بروتينات غير معروفة مرتبطة بالـ DNA على مستوى البروتيوم الواسع. وستكشف هاتان الطريقتان في المستقبل رؤية تفصيلية في شبكات تنظيم النسخ.

ترتكز عديد من الطرائق المتوقعة لوظيفة بروتين ما على تشابهه مع بروتينات أخرى وموقعه داخل الخلية. إن توقعات وظائف البروتين معقدة، وتتطلب تقنيات لكشف تأثرات بروتين–بروتين، ولكشف البروتينات المرتبطة لجزيئات أخرى، لأن البروتينات تؤدي وظائفها في عمليات الارتباط هذه.

4 دور المعلوماتية البيولوجية

قد لا يكون لتطوير تقنيات عالية المخرجات فائدة إذا لم تكن هناك قدرة على تحليل البيانات البيولوجية المتنامية أسيّاً. ويتطلب ذلك خزن البيانات في قواعد بيانات إلكترونية (مؤطر 78) بترافق مع برنامج محدد مصمّم للسماح بتحديث البيانات، الاستفسار والاسترجاع. وينبغي أن يكون الوصول إلى المعلومات سهلاً، والاستفسار مرناً، للسماح باسترجاع المعلومات، التي يمكن تحليلها لكشف مسارات استقلابية ودور البروتينات والمورثات المشمولة.

تعدّ المعلوماتية البيولوجية حاسمة لجمع بيانات من مصادر مختلفة وتوليد معرفة جديدة من البيانات القائمة. كما أن لها إمكانية محاكاة البنية، الوظيفة وديناميكية النظم الجزيئية، وتساعد بالتالي في صياغة الفرضيات وتوجيه العمل التجريبي.

5 استنتاجات

يمكن للتوصيف الجزيئي أن يسهم بدور في كشف التاريخ، تقويم التنوّع، التميّزية وبنية المجتمع للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. كما يمكنه أن يخدم كمساعد في الإدارة الوراثية لمجتمعات صغيرة، لاجتناب تربية أقارب زائدة. وصف عدد من البحوث تنوعاً ضمن

مؤطر 78

قواعد بيانات الجزيئات البيولوجية

يوجد عدد من قواعد البيانات التي تجمع معلومات عن الجزيئات البيولوجية

قواعد بيانات تسلسل DNA:

المختبر الأوروبي للبيولوجيا الجزيئية (EMBL)
http://www.ebi.ac.uk/embl/index.html

- **بنك المورثات:** http://www.ncbi.nlm.nih.gov/
- البنك الياباني لبيانات DNA : (DDBJ): http://www.ddbj.nig.ac.jp

قواعد بيانات البروتينات:
- SWISS-PROT: http://www.expasy.ch/sprot/sprot-top.html

- مورد معلومات البروتينات (PIR): http://pir.georgetown.edu/pirwww/
- بنك بيانات البروتينات (PDB): http://www.rcsb.org/pdb/

مواقع بوابات بيولوجية ذات فائدة لتحديد هوية المورثات

- GenomeWeb: http://www.hgmp.mrc.ac.uk/GenomeWeb/nuc-geneid.html
- BCM Search Launcher: http://searchlauncher.bcm.tmc.edu/
- MOLBIOL: http://www.molbiol.net/
- Pedro's BioMolecular Research tools: http://www.biophys.uni-duesseldorf.de/BioNet/Pedro/research_tools.html
- ExPASy Molecular Biology Server: http://www.expasy.ch/

قواعد بيانات ذات أهمية خاصة للحيوانات الأليفة:

http://locus.jouy.inra.fr/cgi-bin/bovmap/intro.pl
http://www.cgd.csiro.au/cgd.html
http://www.ri.bbsrc.ac.uk/cgi-bin/arkdb/browsers/
http://www.marc.usda.gov/genome/genome.html
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/pig/
thlmth.xedni/gro.lbmesne.www//:pt
http://www.tigr.org/
http://omia.angis.org.au/
http://www.livestockgenomics.csiro.au/ibiss/
http://www.thearkdb.org/
http://www.hgsc.bcm.tmc.edu/projects/bovine/

المجتمع وبينه– بعضها على مدى واسع. ومع ذلك فإن هذه الدراسات مجزأة وصعبة المقارنة أو التكامل.

وإضافة لما تقدّم، فإنه لم يتم تنفيذ مسح عالمي واسع للأنواع ذات الصلة. وعلى هذا النحو، فإنه من الأهمية الاستراتيجية تطوير طرائق لجمع مجموعات البيانات القائمة، المتداخلة جزئياً، وضمان تأمين عينات وواسمات معيارية لاستخدامها مستقبلاً كمراجع عالمية. وقد تيّسر شبكة مرافق جمع عينات الأصول الوراثية الأصيلة، لإتاحتها للمجتمع العلمي في ظل لوائح مناسبة تطبيق مسح عالمي.

إن تقنيات الواسمات في تطور، ويبدو أن التوابع الدقيقة ستكمل على نحو متزايد بعديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد (SNPs). ويعقد وعد عظيم على هذه المؤشرات نظراً لعددها الكبير في المجين، وملاءمتها للأتمتة في الإنتاج والتقويم. ومع ذلك، تبقى فاعلية SNPs لبحث التنوع في أنواع الحيوانات كي تكتشف بشكل كامل. وينبغي تناول الموضوع مع فرز جديد كافٍ لاجتناب الحصول على نتائج متحيّزة.

كما تتطور طرائق تحليل البيانات أيضاً. وتسمح طرائق جديدة بدراسة التنوع بدون افتراضات بديهية فيما يخص بنية المجتمعات قيد البحث؛ استكشاف التنوع لتحديد مورثات تكيفية (مثل استخدام علم مجين المجتمع، انظر مؤطر 77)؛ وتكامل المعلومات من مصادر مختلفة، بما في ذلك المعايير الإجتماعية الإقتصادية والبيئية، لوضع أولويات الصون (انظر القسم و). إن تبني استراتيجية مناسبة لجمع العينات والجمع المنظم للبيانات المظهرية والبيئية، تبقى المتطلبات الأساسية للإفادة من الإمكانية الكاملة للتقنيات والاتجاهات الجديدة.

وإضافة للتنوع المحايد، تبحث البحوث عن مورثات تؤثر في الصفات الرئيسة. وتعد مقاومة المرض، كفاءة الإنتاج، ونوعية المنتج من بين الصفات ذات الأولوية العالية. ويستخدم عدد من الاستراتيجيات وتقنيات omics– الجديدة عالية المخرجات لهذه الغاية. ويقدم تحديد الطفرات فرصاً وتحديات لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وتكمل المعلومات عن التنوع التكيفي تلك الخاصة بالتغيّرات المظهرية، والوراثية المحايدة، ويمكن مكاملتها في إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة وأدوات قرار الصون. قد يدعم تحديد بدائل فريدة أو توليفات من البدائل لصفات تكيفية في مجتمعات محددة التبرير لصونها واستخدامها المستهدف. كما أن للانتخاب بمساعدة الواسمات إمكانية خفض فجوة كفاءة الانتخاب الموجودة حالياً بين المجتمعات الكبيرة. التي تربى في نظم إنتاج صناعية، والمجتمعات المحلية الصغيرة، حيث لا يمكن تطبيق نظم التقويم الوراثية وخطط التربية بفعالية. وقد لا يمثل الانتخاب بمساعدة الواسمات والمورثات الحل الأمثل. إذ تحتاج هذه الخيارات إلى تقويم وجعلها مثالية على أساس حالة بحالة، والتكلفة والمنافع بمؤشراتٍ بيئية واجتماعية– اقتصادية– وبخاصة التأثيرات في مصادر رزق الناس.

وعلى غرار الحالة مع تقنيات متقدمة أخرى، من المرغوب جداً أن تقتسم منافع التقدمات العلمية في مجال التوصيف الجزيئي عبر العالم، مسهمة بالتالي في فهم، استخدام وصون أفضل للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في العالم لصالح الأجيال البشرية الحاضرة والمقبلة.

مؤطر 79

دليل مصطلحات: الواسمات الجزيئية

يتم استعمال التعاريف التالية لغرض هذا القسم:

مورثة مرشحة: أي مورثة قد تحدث اختلافات في المواصفات القابلة للملاحظة عند حيوان ما بشكل معقول (مثل المقاومة للمرض، إنتاج بروتين الحليب أو النمو). قد تكون المورثة مرشحة لأنها متوضعة في منطقة معينة من الكروموزوم يتوقع أن تكون مشمولة في التحكم بالصفة، أو أن يقترح ناتجها البروتيني أنها قد تكون مشمولة في التحكم بالصفة (مثل مورثات إنتاج الحليب في إنتاج بروتينات اللحم).

DNA: يتم تشفير المعلومات الوراثية في مجين ما في الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين (DNA)، الذي يخزّن في نواة الخلية. يمتلك DNA شريطان مهيكلان في حلزون مضاعف، مصنوعان من سكر (رايبوز منقوص الأكسجين)، الفوسفات وأربعة قواعد كيميائية– النيوكليوتيدات أدنين (A)، غوانين (G)، سيتوزين (C) وثيامين (T). والأدنين على أحد الأشرطة يزدوج مع (T) من الشريط الآخر عبر رابطتين هيدروجينيتين، في حين يزدوج (C) مع (G) عبر ثلاثة روابط هيدروجينية. وبالتالي فإن الشريطين مكملين لبعضهما البعض.

DNA المكمل (cDNA): تسلسلات مولدة من النسخ العكسي لتسلسلات mRNA. ويضم هذا النمط من الـDNA إكسونات/خرجونات ومناطق غير مترجمة عند النهايتين 5 و3 من المورثات، ولكنها لا تضم إنترون/دخلون DNA.

واسم وراثي: DNA عديد التشكل يمكن كشفه بسهولة بوساطة تحليل جزيئي أو مظهري. ويمكن أن يكون الواسم ضمن المورثة أو في الـ DNA بدون وظيفة معروفة. ونظراً لأن قطع الـ DNA الواقعة بجانب بعضها البعض على الكروموزوم تميل للتوريث معاً، تستخدم الواسمات غالباً كطرائق غير مباشرة لتعقب نمط التوريث لمورثة لم يتم تحديدها بعد، ولكن موقعها التقريبي يكون معروفاً.

نمط بدائلي/أليلي: اختصار للجملة "أصل وراثي بدائلي"، وهو تركيب وراثي لكروموزوم فردي، وفي حالة الكائنات ثنائية الكروموزوم، يضم النمط البدائلي أحد أعضاء زوج البدائل لكل موقع. ويمكن العزو إليه كمجموعة واسمات (مثل عديدات تشكل نيوكليوتيد مفرد–SNPs) التي وجد أنها مترافقة إحصائياً على كروموزوم مفرد. وبهذه المعلومة، يعتقد أنه يمكن تحديد بدائل قليلة لقطعة النمط البدائلي بدون غموض كل المواقع الأخرى عديدة التشكل في هذه المنطقة. وهذه المعلومات جدّ قيّمة لبحث الوراثة وراء الصفات المعقدة.

الربط: ترافق المورثات و/أو الواسمات التي تقع بجانب بعضها البعض على كروموزوم ما. وتورث المورثات والواسمات المرتبطة سوية.

اختلال توازن الربط (LD): مصطلح يستخدم في دراسة وراثة المجتمعات للترافق غير العشوائي للبدائل على موقعين أو أكثر، ليس بالضرورة أن يكونا على الكروموزوم ذاته. وهو غير مماثل للربط، الذي يصف ترافق موقعين أو أكثر على كروموزوم بتوافيق محدودة بينها. يصف اختلال التوازن (LD) حالة تحدث فيها بعض التوافيق للبدائل أو الواسمات الوراثية بشكل متردد في مجتمع أكثر مما يمكن توقعه من تشكل عشوائي للأنماط البدائلية من بدائل مرتكزة على ترداداتها. وينشأ اختلال توازن الربط من خلال تأثرات لياقة ما بين المورثات أو بعمليات غير تكيفية مثل بنية المجتمع، زواج الأقارب، والتأثيرات العشوائية. وفي وراثة المجتمعات، يقال أن اختلال توازن الربط يوصّف توزع النمط البدائلي على موقعين أو أكثر.

تقنية التصفيف المصغر: طريقة جديدة لدراسة كيفية تأثر عدد كبير من المورثات مع بعضها البعض، وكيف تستطيع شبكات التنظيم الخلوية التحكم بمجموعات من المورثات على نحو متزامن. وتستخدم التقنية إنساناً آلياً ليوزع بدقة قطيرات متناهية الصغر تحتوي على DNA وظيفي على شرائح زجاجية. يقوم الباحثون بعدها بتعليق لصاقات مومضة لـ mRNA و cDNA من الخلية التي يدرسونها. ويسمح للمجسات المعلّمة الاتحاد مع شرائط cDNA على الشرائح. وتوضع الشرائح في مجهر كانس يمكنه قياس بريق كل نقطة مومضة؛ ويظهر البريق مدى وجود mRNA محدد، وهو مؤشر على مدى فاعليته.

بادئ: تتالي قصير لنيوكليوتيد قصير (شريط مفرد) يستخدم في تفاعل البوليمراز المتسلسل (PCR).

RNA: الحمض النووي الريبي هو حمض نووي وحيد الشريط يتألف من ثلاث إلى أربع قواعد موجودة في الـ DNA (A, C و G). ويستبدل الثيامين باليوراسيل (U).

المراجع

Aebersold, R. & Mann, M. 2003. Mass spectrometry-based proteomics. *Nature*, 422 (6928): 198-207. Review.

Ajmone-Marsan, P., Negrini, R., Milanesi, E., Bozzi, R., Nijman, I.J., Buntjer, J.B., Valentini, A. & Lenstra, J.A. 2002. Genetic distances within and across cattle breeds as indicated by biallelic AFLP markers. *Animal Genetics*, 33: 280-286.

Akey, J.M., Zhang, G., Zhang, K., Jin, L. & Shriver, M.D. 2002. Interrogating a high-density SNP map for signatures of natural selection. *Genome Research*, 12(12): 1805-14.

Aravin, A. & Tuschl, T. 2005. Identification and characterization of small RNAs involved in RNA silencing. *Febs Letters*, 579(26): 5830-40.

Bachem, C.W.B., Van der Hoeven, R.S., De Bruijn, S.M., Vreugdenhil, D., Zabeau, M. & Visser, R.G.F. 1996. Visualization of differential gene expression using a novel method of RNA fingerprinting based on AFLP: analyses of gene expression during potato tuber development. *The Plant Journal*, 9: 745-753.

Bamshad, M. & Wooding, S.P. 2003. Signatures of natural selection in the human genome. *Nature Reviews Genetics*, 4(2): 99-111. Review.

Baumung, R., Simianer, H. & Hoffmann, I. 2004. Genetic diversity studies in farm animals - a survey, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 121: 361-373.

Beaumont, M.A. & Balding, D.J. 2004. Identifying adaptive genetic divergence among populations from genome scans. *Molecular Ecology*, 13(4): 969-80.

Beja-Pereira, A., Alexandrino, P., Bessa, I., Carretero, Y., Dunner, S., Ferrand, N., Jordana, J., Laloe, D., Moazami-Goudarzi, K., Sanchez, A. & Cañon, J. 2003. Genetic characterization of southwestern European bovine breeds: a historical and biogeographical reassessment with a set of 16 microsatellites. *Journal of Heredity*, 94: 243-50.

Berthier, D., Quere, R., Thevenon, S., Belemsaga, D., Piquemal, D., Marti, J. & Maillard, J.C. 2003. Serial analysis of gene expression (SAGE) in bovine trypanotolerance: preliminary results. *Genetics Selection Evolution*, 35 (Suppl. 1): S35-47.

Bertone, P, Stolc, V., Royce, T.E., Rozowsky, J.S., Urban, A.E., Zhu, X., Rinn, J.L., Tongprasit, W., Samanta, M., Weissman, S., Gerstein, M. & Snyder, M. 2004. Global identification of human transcribed sequences with genome tiling arrays. *Science*, 306: 2242-2246.

Black, W.C., Baer, C.F., Antolin, M.F. & DuTeau, N.M. 2001. Population genomics: genome-wide sampling of insect populations. *Annual Review of Entomology*, 46: 441-469.

Bruford, M.W., Bradley, D.G. & Luikart, G. 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nature Reviews Genetics*, 4: 900-910.

Buntjer, J.B., Otsen, M., Nijman, I.J., Kuiper, M.T. & Lenstra, J.A. 2002. Phylogeny of bovine species based on AFLP fingerprinting. *Heredity*, 88: 46-51.

Campbell, D. & Bernatchez, L. 2004. Generic scan using AFLP markers as a means to assess the role of directional selection in the divergence of sympatric whitefish ecotypes. *Molecular Biology and Evolution*, 21(5): 945-56.

Cañon, J., Garca, D., Garca-Atance, M.A., Obexer-Ruff, G., Lenstra, J.A., Ajmone-Marsan, P., Dunner, S. & The ECONOGENE Consortium. 2006. Geographical partitioning of goat diversity in Europe and the Middle East. *Animal Genetics*, 37: 327-334.

Chen, S.Y., Su, Y.H., Wu, S.F., Sha, T. & Zhang, Y.P. 2005. Mitochondrial diversity and phylogeogsraphic structure of Chinese domestic goats. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 37: 804-814.

Clark, A.G., Hubisz, M.J., Bustamante, C.D., Williamson, S.H. & Nielsen, R. 2005. Ascertainment bias in studies of human genome-wide polymorphism. *Genome Research*, 15: 1496-1502.

Clop, A., Marcq, F., Takeda, H., Pirottin, D., Tordoir, X., Bibe, B., Bouix, J., Caiment, F., Elsen, J.M., Eychenne, F., Larzul, C., Laville, E., Meish, F., Milenkovic, D., Tobin, J., Charlier, C. & Georges, M. 2006. A mutation creating a potential illegitimate microRNA target site in the myostatin gene affects muscularity in sheep. *Nature Genetics*, 38: 813-818.

De Marchi, M., Dalvit, C., Targhetta, C. & Cassandro, M. 2006. Assessing genetic diversity in indigenous Veneto chicken breeds using AFLP markers. *Animal Genetics*, 37: 101-105.

Donson, J., Fang, Y., Espiritu-Santo, G., Xing, W., Salazar, A., Miyamoto, S., Armendarez, V. & Volkmuth, W. 2002. Comprehensive gene expression analysis by transcript profiling. *Plant Molecular Biology*, 48: 75-97.

Excoffier, L., Smouse, P.E. & Quattro, J.M. 1992 Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131: 479-491.

Farnir, F., Grisart, B., Coppieters, W., Riquet, J., Berzi, P., Cambisano, N., Karim, L., Mni, M., Moisio, S., Simon, P., Wagenaar, D., Vilkki, J. & Georges, M. 2002. Simultaneous mining of linkage and linkage disequilibrium to fine map quantitative trait loci in outbred half-sib pedigrees: revisiting the location of a quantitative trait locus with major effect on milk production on bovine chromosome 14. *Genetics*, 161: 275-287.

Fields, S. & Song, O. 1989. A novel genetic system to detect protein-protein interactions. *Nature*, 340: 245-246.

Freeman, A.R., Bradley, D.G., Nagda, S., Gibson, J.P. & Hanotte, O. 2006. Combination of multiple microsatellite data sets to investigate genetic diversity and admixture of domestic cattle. *Animal Genetics*, 37: 1-9.

Goldstein, D.B., Linares, A.R., Cavalli-Sforza, L.L. & Feldman, M.W. 1995. An evaluation of genetic distances for use with microsatellite loci. *Genetics*, 139: 463-471.

Goldstein, D.B. & Schlötterer, C. 1999. *Microsatellites: evolution and applications.* New York, USA. Oxford University Press.

Grisart, B., Coppieters, W., Farnir, F., Karim, L., Ford, C., Berzi, P., Cambisano, N., Mni, M., Reid, S., Simon, P., Spelman, R., Georges, M. & Snell, R. 2002. Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: identification of a missense mutation in the bovine DGAT1 gene with major effect on milk yield and composition. *Genome Research*, 12: 222-231.

Guo, J., Du, L.X., Ma, Y.H., Guan, W.J., Li, H.B., Zhao, Q.J., Li, X. & Rao, S.Q. 2005. A novel maternal lineage revealed in sheep *(Ovis aries)*. *Animal Genetics*, 36: 331-336.

Haley, C. & de Koning, D.J. 2006. Genetical genomics in livestock: potentials and pitfalls. *Animal Genetics*, 37(Suppl 1): 10-12.

Hanotte, O., Bradley, D.G., Ochieng, J.W., Verjee, Y. & Hill, E.W. 2002. African pastoralism: genetic imprints of origins and migrations. *Science*, 296: 336-339.

Hayes, B.J., Visscher, P.M., McPartlan, H.C. & Goddard, M.E. 2003. A novel multilocus measure of linkage disequilibrium to estimate past effective population size. *Genome Research*, 13: 635-643.

Hill, E.W., O'Gorman, G.M., Agaba, M., Gibson, J.P., Hanotte, O., Kemp, S.J., Naessens, J., Coussens, P.M. & MacHugh, D.E. 2005. Understanding bovine trypanosomiasis and trypanotolerance: the promise of functional genomics. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 105: 247-258.

Hill, W.G. 1981. Estimation of effective population size from data on linkage disequilibrium. *Genetics Research*, 38: 209-216.

Hillel, J., Groenen, M.A., Tixier-Boichard, M., Korol, A.B., David, L., Kirzhner, V.M., Burke, T., Barre-Dirie, A., Crooijmans, R.P., Elo, K., Feldman, M.W., Freidlin, P.J., Maki-Tanila, A., Oortwijn, M., Thomson, P., Vignal, A., Wimmers, K. & Weigend, S. 2003. Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of DNA pools. *Genetics Selection Evolution*, 35: 533-557.

Hood, L., Heath, J.R., Phelps, M.E. & Lin, B. 2004. Systems biology and new technologies enable predictive and preventative medicine. *Science*, 306: 640-643.

Ibeagha-Awemu, E.M., Jann, O.C., Weimann, C. & Erhardt, G. 2004. Genetic diversity, introgression and relationships among West/Central African cattle breeds. *Genetics Selection Evolution*, 36: 673-690.

Jarne, P. & Lagoda, P.J.L. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Tree*, 11: 424-429.

Joshi, M.B., Rout, P.K., Mandal, A.K., Tyler-Smith, C., Singh, L. & Thangaraj, K. 2004. Phylogeography and origin of Indian domestic goats. *Molecular Biology and Evolution*, 21: 454-462.

Joost, S. 2006. *The geographical dimension of genetic diversity.* A GIScience contribution for the conservation of animal genetic resources. ?cole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland. (PhD thesis)

Kayser, M., Brauer, S. & Stoneking, M. 2003. A genome scan to detect candidate regions influenced by local natural selection in human populations. *Molecular Biology and Evolution*, 20: 893-900.

Lai, S.J., Liu, Y.P., Liu, Y.X., Li, X.W. & Yao, Y.G. 2006. Genetic diversity and origin of Chinese cattle revealed by mtDNA D-loop sequence variation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 146-54.

Lan, L., Chen, M., Flowers, J.B., Yandell, B.S., Stapleton, D.S., Mata, C.M., Ton-Keen Mui, E., Flowers, M.T., Schueler, K.L., Manly, K.F., Williams, R.W., Kendziorski, C. & Attie, A.D. 2006. Combined expression trait correlations and expression quantitative trait locus mapping. *PLoS Genetics*, 2: 51-61.

Liang, P. & Pardee, A.B. 1992. Differential display of eukaryotic messenger RNA by means of the polymerase chain reaction. *Science*, 257: 967-997.

Liu, Y.P., Wu, G.S., Yao, Y.G., Miao, Y.W., Luikart, G., Baig, M., Beja-Pereira, A., Ding, Z.L., Palanichamy, M.G. & Zhang, Y.P. 2006. Multiple maternal origins of chickens: out of the Asian jungles. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38: 12-19.

Lueking, A., Possling, A., Huber, O., Beveridge, A., Horn, M., Eickhoff, H., Schuchardt, J., Lehrach, H. & Cahill, D.J. 2003. A nonredundant human protein chip for antibody screening and serum profiling. *Molecular and Cellular Proteomics*, 2: 1342-1349.

Luikart, G., England, P.R., Tallmon, D., Jordan, S. & Taberlet, P. 2003. The power and promise of population genomics: from genotyping to genome typing. Nature Reviews Genetics, 4: 981-994.

Luikart, G., Gielly, L., Excoffier, L., Vigne, J.D., Bouvet, J. & Taberlet, P. 2001. Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 98: 5927-5932.

Mburu, D.N., Ochieng, J.W., Kuria, S.G., Jianlin, H. & Kaufmann, B. 2003. Genetic diversity and relationships of indigenous Kenyan camel (*Camelus dromedarius*) populations: implications for their classification. *Animal Genetics*, 34(1): 26-32.

McPherron, A.C. & Lee, S.J. 1997. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 94: 12457-12461.

Negrini, R., Milanesi, E., Bozzi, R., Pellecchia, M. & Ajmone-Marsan, P. 2006. Tuscany autochthonous cattle breeds: an original genetic resource investigated by AFLP markers. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 123: 10-16.

Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *The American Naturalist*, 106: 283-292.

Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89: 583-590.

Nei, M. & Roychoudhury, A.K. 1974. Sampling variances of heterozygosity and genetic distance. *Genetics*, 76: 379-390.

Nei, M., Tajima, F. & Tateno, Y. 1983. Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. II. Gene frequency data. *Journal of Molecular Evolution*, 19: 153-170.

Nielsen, R. & Signorovitch, J. 2003. Correcting for ascertainment biases when analyzing SNP data: applications to the estimation of linkage disequilibrium. *Theoretical Population Biology*, 63: 245-55.

Nijman, I.J., Otsen, M., Verkaar, E.L., de Ruijter, C. & Hanekamp, E. 2003. Hybridization of banteng (*Bos javanicus*) and zebu (*Bos indicus*) revealed by mitochondrial DNA, satellite DNA, AFLP and microsatellites. *Heredity*, 90: 10-16.

Pariset, L., Cappuccio, I., Joost, S., D'Andrea, M.S., Marletta, D., Ajmone Marsan, P., Valentini A. & ECONOGENE Consortium 2006. Characterization of single nucleotide polymorphisms in sheep and their variation as an evidence of selection. *Animal Genetics*, 37: 290-292.

Pritchard, J.K., Stephens, M. & Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945-959.

Rabie, T.S., Crooijmans, R.P., Bovenhuis, H., Vereijken, A.L., Veenendaal, T., van der Poel, J.J., Van Arendonk, J.A., Pakdel, A. & Groenen, M.A. 2005. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting susceptibility in chicken to develop pulmonary hypertension syndrome. *Animal Genetics*, 36: 468-476.

Saitou, N. & Nei, M. 1987. The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4: 406-425.

Sachidanandam, R., Weissman, D., Schmidt, S.C., Kakol, J.M., Stein, L.D., Marth, G., Sherry, S., Mullikin, J.C., Mortimore, B.J., Willey, D.L., Hunt, S.E., Cole, C.G., Coggill, P.C., Rice, C.M., Ning, Z., Rogers, J., Bentley, D.R., Kwok, P.Y., Mardis, E.R., Yeh, R.T., Schultz, B., Cook, L., Davenport, R., Dante, M., Fulton, L., Hillier, L., Waterston, R.H., McPherson, J.D., Gilman, B., Schaffner, S., Van Etten, W.J., Reich, D., Higgins, J., Daly, M.J., Blumenstiel, B., Baldwin, J., Stange-Thomann, N., Zody, M.C., Linton, L., Lander, E.S. & Altshuler, D.; International SNP Map Working Group. 2001. A map of human genome sequence variation containing 1.42 million single nucleotide polymorphisms. *Nature*, 409: 928-933.

SanCristobal, M., Chevalet, C., Haley, C.S., Joosten, R., Rattink, A.P., Harlizius, B., Groenen, M.A., Amigues, Y., Boscher, M.Y., Russell, G., Law, A., Davoli, R., Russo, V., Desautes, C., Alderson, L., Fimland, E., Bagga, M., Delgado, J.V., Vega-Pla, J.L., Martinez, A.M., Ramos, M., Glodek, P., Meyer, J.N., Gandini, G.C., Matassino, D., Plastow, G.S., Siggens, K.W., Laval, G., Archibald, A.L., Milan, D., Hammond, K. & Cardellino, R. 2006a. Genetic diversity within and between European pig breeds using microsatellite markers. *Animal Genetics*, 37: 189-198.

SanCristobal, M., Chevalet, C., Peleman, J., Heuven, H., Brugmans, B., van Schriek, M., Joosten, R., Rattink, A.P., Harlizius, B., Groenen, M.A., Amigues, Y., Boscher, M.Y., Russell, G., Law, A., Davoli, R., Russo, V., Desautes, C., Alderson, L., Fimland, E., Bagga, M., Delgado, J.V., Vega-Pla, J.L., Martinez, A.M., Ramos, M., Glodek, P., Meyer, J.N., Gandini, G., Matassino, D., Siggens, K., Laval, G., Archibald, A., Milan, D., Hammond, K., Cardellino, R., Haley, C. & Plastow, G. 2006b. Genetic diversity in European pigs utilizing amplified fragment length polymorphism markers. *Animal Genetics*, 37: 232-238.

Sauer, S., Lange, B.M.H., Gobom, J., Nyarsik, L., Seitz, H. & Lehrach, H. 2005. Miniaturization in functional genomics and proteomics. *Nature Reviews Genetics*, 6: 465-476.

Sodhi, M., Mukesh, M., Mishra, B.P., Mitkari, K.R., Prakash, B. & Ahlawat, S.P. 2005. Evaluation of genetic differentiation in Bos indicus cattle breeds from Marathwada region of India using microsatellite polymorphism. *Animal Biotechnology*, 16: 127-137.

Storz, G., Altuvia, S. & Wassarman, K.M. 2005. An abundance of RNA regulators. *Annual Review of Biochemistry*, 74: 199-217.

Sunnucks, P. 2001. Efficient genetic markers for population biology. *Tree*, 15: 199-203.

Syvänen, A.C. 2001. Accessing genetic variation genotyping single nucleotide polymorphisms. *Nature Reviews Genetics*, 2: 930-941.

Takezaki, N. & Nei, M. 1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics*, 144: 389-399.

Tapio, M., Tapio, I., Grislis, Z., Holm, L.E., Jeppsson, S., Kantanen, J., Miceikiene, I., Olsaker, I., Viinalass, H. & Eythorsdottir, E. 2005. Native breeds demonstrate high contributions to the molecular variation in northern European sheep. *Molecular Ecology*, 14: 3951-3963.

Tilquin, P., Barrow, P.A., Marly, J., Pitel, F., Plisson-Petit, F., Velge, P., Vignal, A., Baret, P.V., Bumstead, N. & Beaumont, C. 2005. A genome scan for quantitative trait loci affecting the *Salmonella* carrier-state in the chicken. *Genetics Selection Evolution*, 37: 539-61.

Troy, C.S., MacHugh, D., Bailey, J.F., Magee, D.A., Loftus, R.T., Cunningham, P., Chamberlain, A.T., Sykesk, B.C. & Bradley D.G. 2001. Genetic evidence for Near-Eastern origins of European cattle. *Nature*, 410: 1088-1091.

Velculescu, V.E., Vogelstein, B. & Kinzler, K.W. 2000. Analyzing uncharted transcriptomes with SAGE. *Trends in Genetics*, 16: 423-425.

Velculescu, V.E., Zhang, L., Vogelstein, B. & Kinzler, K.W. 1995. Serial analysis of gene expression. *Science*, 270: 484-487.

Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J. & Kuiper, M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*, 23: 4407-1444.

Weir, B.S. & Basten, C.J. 1990. Sampling strategies for distances between DNA sequences. *Biometrics*, 46: 551-582.

Weir, B.S. & Cockerham, C.C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38: 1358-1370.

Wienholds, E. & Plasterk, R.H. 2005. MicroRNA function in animal development. *FEBS Letters*, 579: 5911-5922.

Wong, G.K., Liu, B., Wang, J., Zhang, Y., Yang, X., Zhang, Z., Meng, Q., Zhou, J., Li, D., Zhang, J., Ni, P., Li, S., Ran, L., Li, H., Zhang, J., Li, R., Li, S., Zheng, H., Lin, W., Li, G., Wang, X., Zhao, W., Li, J., Ye, C., Dai, M., Ruan, J., Zhou, Y., Li, Y., He, X., Zhang, Y., Wang, J., Huang, X., Tong, W., Chen, J., Ye, J., Chen, C., Wei, N., Li, G., Dong, L., Lan, F., Sun, Y., Zhang, Z., Yang, Z., Yu, Y., Huang, Y., He, D., Xi, Y., Wei, D., Qi, Q., Li, W., Shi, J., Wang, M., Xie, F., Wang, J., Zhang, X., Wang, P., Zhao, Y., Li, N., Yang, N., Dong, W., Hu, S., Zeng, C., Zheng, W., Hao, B., Hillier, L.W., Yang, S.P., Warren, W.C., Wilson, R.K., Brandstrom, M., Ellegren, H., Crooijmans, R.P., van der Poel, J.J., Bovenhuis, H., Groenen, M.A., Ovcharenko, I., Gordon, L., Stubbs, L., Lucas, S., Glavina, T., Aerts, A., Kaiser, P., Rothwell, L., Young, J.R., Rogers, S., Walker, B.A., van Hateren, A., Kaufman, J., Bumstead, N., Lamont, S.J., Zhou, H., Hocking, P.M., Morrice, D., de Koning, D.J., Law, A., Bartley, N., Burt, D.W., Hunt, H., Cheng, H.H., Gunnarsson, U., Wahlberg, P., Andersson, L., Kindlund, E., Tammi, M.T., Andersson, B., Webber, C., Ponting, C.P., Overton, I.M., Boardman, P.E., Tang, H., Hubbard, S.J., Wilson, S.A., Yu, J., Wang, J., Yang, H.; International Chicken Polymorphism Map Consortium. 2004. A genetic variation map for chicken with 2.8 million single-nucleotide polymorphisms. *Nature*, 432: 717-722.

Zhu, H., Bilgin, M. & Snyder, M. 2003. Proteomics. *Annual Review of Biochemistry*, 72: 783-812.

القسم د:

طرائق التحسين الوراثي لدعم الاستخدام المستدام

1 مقدمة

يعطي هذا القسم لمحة عن طرائق التحسين الوراثي للاستخدام المستدام للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. يصف الفصل الأول سياقات التحسين الوراثي. وبما أن السياقات الاجتماعية والاقتصادية قد نوقشت بكثافة في الأجزاء الأخرى من التقرير، فستتم مناقشتها هنا باختصار. ويتم وصف السياق المرتبط بالعلم والتقنيات بتفصيل أكبر. ويناقش الفصل الثاني استراتيجيات التربية للتحسين الوراثي، مع العناصر لبرنامج تربية صرف. وتشمل هذه العناصر التخطيط، التطبيق والتقويم، وتشكل عملية مستمرة ومتأثرة. يتم بعدئذٍ مراجعة برامج التربية للأنواع الرئيسة من الثروة الحيوانية في نظم عالية المدخلات. ويشمل ذلك وصفاً ليس لأهداف التربية فقط والميزات التي تتألف منها معايير الانتخاب، ولكن أيضاً تنظيم قطاع التربية وتنميته. ويلي ذلك وصف لاستراتيجيات التربية لنظم منخفضة المدخلات، وتلك المستخدمة في سياق صون السلالة. إن هذا التمييز اصطناعي بعض الشيء نظراً لتداخل الأوضاع والاستراتيجيات. وأخيراً يتم استخلاص استنتاجات عامة.

2 سياق التحسين الوراثي

التحسين الوراثي يعني التغيير. وكي يكون التغيير تحسيناً، ينبغي أن تجلب الآثار الإجمالية للتغيير منافع إيجابية لمالكي الحيوانات المعنيّة أو لمجتمع المالكين. وإضافة لذلك، يتعيّن أن تجلب آثار التغيير منافع إيجابية على المدى القصير والبعيد، أو يتعين أن لا تؤدي منفعة قصيرة الأمد، على الأقل، إلى ضرر طويل الأمد، حتى تكون تحسيناً. وعلى هذه الحالة، من الحيوي أن يراعي تخطيط برامج التحسين الوراثي المنظور الاجتماعي، الاقتصادي والبيئي الذي ستعمل فيه. ويمكن تحقيق ذلك بشكل أفضل بجعل هذه البرامج جزءاً مكملاً لبرامج تربية الثروة الحيوانية القطرية، والتي يتعين أن ترسي أهدافاً عريضة للتنمية، لكل بيئة إنتاج.

1.2 الطلب المتغيّر

كانت تربية الحيوان، تقليدياً، من اهتمام عدد قليل فقط من المهنيين، مستخدمي شركات التربية، الزرّاع، وبعض علماء الحيوان. على أن إنتاج الأغذية يتغيّر من كونه موجّه من قبل المنتج إلى كونه موجه من قبل المستهلك. وقد انهارت ثقة المستهلك في الصناعة الحيوانية في عديد من البلدان (Lamb, 2001). وصعّدت أزمات عديدة في السنوات الحديثة مخاوف حول جودة وأمان المنتجات الحيوانية: فيروس التلف الدماغي إسفنجي الشكل للأبقار، ديوكسين وأكثر حداثة أنفلونزا الطيور عالية الإمراضية. كما أضحت الرعاية عنصراً مهماً في فهم المستهلكين لنوعية المنتج وبخاصة في أوروبا (المنتجات العضوية والحيوانات طليقة المرعى). وأضحى المستهلكون، في الوقت ذاته، أقل اتصالاً بالريف، ويعرفون أقل عن الزراعة. هناك طلب متنامٍ للمنتجات "الطبيعية"، ولكن غالباً بدون فهم واضح لما تحيط به.

2.2 البيئات المختلفة للإنتاج

تحتاج نظم الإنتاج المستدام إلى فصل لتراعي الشروط الفيزيائية، الاقتصادية وشروط السوق. وُيبرز هذا بالنسبة لمنظمات التربية السؤال فيما إذا كان يتعيّن عليها تنويع أهدافها التربوية، أو فيما إذا كان يتعيّن تربية حيوان يجود تحت مدى واسع من البيئات (البيئية الفيزيائية، نظم الإدارة وشروط السوق). وتم، حتى اليوم، التوصل إلى رؤى محدودة فقط تحكم وراثة التكيّف المظهري للبيئة.

3.2 الاعتراف المتزايد بأهمية التنوع الوراثي

تتطلب تربية الثروة الحيوانية اختلافات ضمن المجتمعات وبينها، إذا ما أريد تحسين الميزات المهمة. ويعدّ التنوع الوراثي مهماً للوفاء بالمتطلبات الحالية، ولكنه مهم على نحو خاص للوفاء بالمتطلبات المستقبلية. إن تغييراً في التأكيد من نظم الإنتاج عالي المدخلات إلى نظم الإنتاج منخفض المدخلات، على سبيل المثال، سيشجع سلالات مختلفة وصفات مختلفة ضمن السلالات. وعلى نحو أكثر عمومية، فإن الأهمية المتزايدة المعطاة لعوامل مثل رعاية الحيوان، حماية البيئة، نوعية متميّزة للمنتج، صحة الإنسان والتغير المناخي، ستتطلب إدراج مدى أوسع من المعايير في برامج التربية. وغالباً ما تفي السلالات المحلية بهذه المعايير. وبالتالي، فإنه من الممكن أن تشمل– الاستراتيجيات الأكثر مناسبة لإدارة هذه السلالات تغييراً وراثياً محدوداً فقط. فقد يكون من الحكمة، على سبيل المثال، المحافظة على التكيّف للبيئة المحلية والتحدّي المرضي– وحتى للمحافظة على مستوى سمة الإنتاج، مثل حجم الجسم أو إنتاج الحليب، إذا كانت هذه حالياً عند المستوى المثالي أو قريبة منه.

4.2 التقدمات العلمية والتقنية

التطورات في طرائق التحسين الوراثي

الوراثة الكمية

تهدف خطة التربية إلى تحقيق تحسين وراثي في هدف التربية من خلال انتخاب الحيوانات التي ستعطي الجيل الثاني. ويعكس هدف التربية السمات التي يرغب المربي في تحسينها من خلال الانتخاب. ويتوقف معدل التحسين الوراثي (ΔG) فيما يخص هدف التربية (والسمات الواقعة تحته) على كمية الاختلاف الوراثي في المجتمع، دقة معايير الانتخاب، شدة الانتخاب والفاصل الزمني بين جيلين.

إن المحافظة على الاختلاف الوراثي هو شرط لاستراتيجية التحسين الوراثي. ويفقد الاختلاف الوراثي بالتعرية الوراثية ويتم كسبه بالطفرات. وعليه فإن الحجم الأولي للمجتمع للمحافظة على التغيّر الوراثي هو عامل لمعدل الطفرات (Hill, 2000). أظهرت تجارب الانتخاب في حيوانات المختبر أنه يمكن المحافظة على تقدّم كبير لعدة أجيال، حتى في المجتمعات التي يكون فيها حجم المجتمع الفعال دون الـ100، ولكن الاستجابات تزيد مع حجم المجتمع (المصدر ذاته).

إن فقد الاختلاف الوراثي ضمن سلالة ما مرتبط بمعدل زواج الأقارب (ΔF). وفي غياب الانتخاب، تكون ΔF مرتبطة مباشرة مع عدد الثيران والبقرات. وفي المجتمعات التي تخضع لانتخاب، يكون هذا الافتراض غير صالح لأن الآباء يسهمون بشكل غير متساوٍ للجيل الثاني. وتم حديثاً وضع نظرية عامة للتنبؤ بمعدل زواج الأقارب في مجتمعات خاضعة لانتخاب (Woolliams *et al.*,1999; Woolliams and Bijma, 2000). ويسر هذا الاتجاه تحسيناً محدوداً للاستجابة قصيرة وطويلة المدى في خطط التربية.

ركزت البحوث حول جعل خطط التربية مثالية في البداية على الربح الوراثي، في حين أعطي اهتمام قليل لتربية الأقارب. ومن المقبول جيداً حالياً أن إعاقة تربية الأقارب هي عنصر مهم في خطط التربية. وقد طور Meuwissen (1997) أداة ديناميكية للانتخاب تنظم الربح الوراثي في الوقت الذي تقيّد فيه معدل زواج الأقارب. ومن بين مجموعة معينة لمرشحي الانتخاب، تسمح الطريقة بانتخاب مجموعة من الآباء يكون فيها الاستحقاق الوراثي أعظمياً في الوقت الذي يكون فيه متوسط معامل السلف المشترك معاقاً. يؤدي تطبيق هذه الطريقة إلى برنامج تربية ديناميكي، قد يختلف فيه عدد الآباء وعدد الذرية، تبعاً للمرشحين المتوافرين في جيل خاص.

تتوقف دقة الانتخاب بشكل كبير على نوعية وكمية سجلات الأداء المتوافرة. ويمكن القيام بتحسين وراثي فقط إذا كان الأداء والنسب مسجلين. وبالارتكاز على هذه الملاحظات، يتم التنبؤ بالاستحقاق الوراثي لفرد، ويمكن انتخاب الحيوانات ذات الاستحقاق المتنبأ الأعلى كآباء.

ومن المؤسس جيداً أن طريقة الانتخاب للتقويم الوراثي لسمات خطية (مثل إنتاج الحليب والبيض، حجم الجسم وكفاءة العلف) هي أفضل تنبؤ خطي غير متحيّز على نظام حيواني (BLUP-AM) (Simianer, 1994). وقد عنى تطوير القواعد الرياضية والبرامج أن BLUP-AM يستخدم، على نحو روتيني الآن، في معظم البلدان ولمعظم الأنواع من قبل شركات التربية أو في برامج التربية على المستوى القطري. قادت التحديدات المترافقة مع تطبيق النماذج الأبسط مفردة السمات إلى تطوير تقويمات BLUP-AM متعددة السمات بالاستناد إلى نماذج متطورة (بما في ذلك، على سبيل المثال، آثار الأم، التأثر قطيع× ثور أو تأثيرات السيادة الوراثية). وقد تم تيسير ذلك على نحو كبير بالقوة المتزايدة لأجهزة الحاسوب، والتقدّمات الرئيسة في الطرائق الحاسوبية. والاتجاه الآن هو استخدام كافة المعلومات المتوافرة، بما في ذلك تسجيلات يوم اختبار واحد من الحيوانات المهجنة. ومدى جغرافي واسع (عبر البلدان). ويعدّ نقص القوة (وبخاصة عندما يكون حجم المجتمع محدوداً)، والمشكلات الحسابية من الصعوبات المهمة المرافقة لاستعمال نماذج متزايدة التعقيد. و التحدي اليوم هو تطوير أدوات لتصديق النماذج المستخدمة بشكل منظم.

يكون أفضل تنبؤ خطي غير متحيّز مثالياً فقط عندما تكون المعايير الوراثية معروفة. وقد تم تطوير طرائق للتقويم غير المتحيّز لمكونات الاختلاف (متباين المنشأ) مع مجموعة بيانات واسعة. وتعدّ طريقة احتمالات تأثير الحد الأقصى (REML) المطبقة على الموديلات الحيوانية الطريقة المفضلة. إذ لا تكون بعض من السمات القليلة المهمة موصوفة بشكل سليم في النماذج الخطية (مثل السمات المرتكزة على إعطاء القيم والمثابرة). وتم، بالتالي، اقتراح مجموعة واسعة من النماذج الخطية المختلطة، نظم العتبة الحرجة، نظم المثابرة، النظم المرتكزة على الدرجات، نظم بواسون الخ. على أنه يبقى إثبات فوائد استخدام هذه النظم غير الخطية.

تعكس شدة الانتخاب نسبة الحيوانات المطلوبة كآباء للجيل القادم. وللقدرة والتقنيات التكاثرية تأثير مهم في عدد الآباء المطلوبين لإنتاج الجيل الثاني، وبالتالي معدل التحسين الوراثي. وفي الدواجن، تعني القدرة التكاثرية العالية أنه يتم الاحتفاظ بحوالي 2 إلى 10 بالمئة من الديوك والدجاجات المرشحة، على التوالي، كآباء. وأدى إدخال التلقيح الاصطناعي في الأبقار إلى اختزال عظيم في عدد الثيران. وفي أبقار الحليب واللحم، تشكل الثيران المستخدمة للتلقيح الاصطناعي والأبقار ذات الاستحقاق الوراثي العالي حيوانات النويّة، وتشكل أقل من 1 بالمئة من المجتمع بالكامل.

إن الفاصل الزمني بين جيلين هو متوسط الزمن بين جيلين. ويمكن، في معظم المجتمعات، تمييز طوائف عمرية. وتختلف كمية المعلومات المتوافرة ما بين الطوائف. وبشكل عام، هناك معلومات أقل حول طوائف الأعمار الأصغر مقارنة بطوائف الأعمار الأكبر. وبالتالي، فإن دقة تقديرات قيمة التربية تكون أقل في الأعمار الأصغر. ومع ذلك، فإن المستوى المتوسط للقيمة التربوية المقدرة (EBV) لطوائف العمر الصغير تكون أعلى من مثيلاتها لطوائف العمر الأكبر نظراً للتحسين الوراثي المستمر في المجتمع. ومن الموصى به القيام بانتخاب عبر طوائف العمر للحصول على أعلى فارق انتخاب (James, 1972). ويتوقف الجزء من الحيوانات المنتخبة من كل طائفة عمرية على الاختلافات في دقة القيمة التربوية المقدرة ما بين الطوائف العمرية (Ducrocq and Quaas, 1988; Bijma *et al.*, 2001).

وقد يؤدي استخدام التقنيات التكاثرية إلى زيادة كمية المعلومات المتوافرة عن الأخ، وبالتالي زيادة دقة القيمة التربوية المقدرة للطوائف العمرية الأصغر (Van Arendonk and Bijma, 2003) ويغيّر ذلك نسبة الآباء المنتخبة من الطوائف العمرية الأصغر، ويؤثر بالتالي أيضاً في متوسط الفاصل بين جيلين. وبالتالي، فإن الفاصل بين جيلين أساساً هو نتيجة للانتخاب بين الطوائف العمرية المتوافرة.

الوراثة الجزيئية

خضعت الوراثة الجزيئية في الحيوانات إلى دراسة موسعة خلال العقدين الماضيين. وهذه الدراسات مرتبطة بانتخاب السمات المندلية المرتكزة على المورثات (وبشكل رئيس الأمراض والتشوهات الوراثية)، الانتخاب بمساعدة الواسمات والإدخال الوراثي. وإضافة لما ذكر، تستخدم المعلومات الجزيئية على نحو متزايد لمساعدة برامج صون السلالة ولتحسين فهم أصل واستئناس الثروة الحيوانية.

الانتخاب المرتكز على المورثات. تزيد المعرفة المتزايدة بمجين الحيوانات من فرص تطبيق هذه التقنية وتؤمن أدوات جديدة للانتخاب لحيوانات صحيّة. ويرتبط التطبيق الأولي على السمات المندلية. ففي الأبقار، على سبيل المثال، يستعمل تشخيص الـ DNA بشكل روتيني لاستبعاد الاضطرابات الوراثية مثل عوز الالتصاق لفيروس ابيضاض دم الأبقار (BLAD)، العوز باليوريدن أحادي الفوسفات سنتيتاز (DUMPS) والتشوهات الفقارية المعقدة (CVM)، إضافة لاستخدامه في الانتخاب لسمات مثل كاباكازئين الحليب والعضلات المضاعفة.

وفي الخنازير، تعتبر مورثة "هالوثين" أفضل مورثة معروفة تم استعمالها حتى الآن في التربية التجارية. وكان المعروف أن عدداً من الخنازير لا يستطيع مناولة الحالات المجهدة (مثل النقل إلى المسالخ). وقد وجد أن مورثة (متنحية)– طفرة طبيعية تدعى مورثة "هالوثين" هي المسؤولة عن هذا العيب. وكان من الممكن باستعمال اختبار DNA الكشف فيما إذا كان خنزير ما يمتلك "الشكل المعيوب" للمورثة إزالة هذه المورثة كلياً من عدة سلالات (Fuji *et al.*, 1991).

يعدّ مرض الرجفان وجنون الأغنام، أكثر الأشكال الطبيعية من فيروس التلف الدماغي اسفنجي الشكل القابل للانتقال (TSE)، وهي مجموعة أمراض تشمل مرض Creufzfeldt-Jakob في الإنسان وفيروس التلف الدماغي اسفنجي الشكل (BSE) في الأبقار. وقد تم نمذجة الحساسية الوراثية للرجفان باختلافات بديلة/أليلية على ثلاثة كودونات مختلفة لمورثة PrP في الأغنام (Hunter, 1997). وعليه تم اعتبار التربية لمقاومة الرجفان خياراً جذاباً لمكافحة هذا المرض (Dawson *et al.*, 1998; Smits *et al.*,2000). ويمكن عمل ذلك بالانتخاب لبديل مترافق مع الدرجة العظمى لمقاومة الرجفان (البديل ARR). وكما جاء وصفه في الجزء الأول – القسم و:4، فإن برامج التربية لاستبعاد الرجفان قد تفرض خطراً على السلالات النادرة التي تمتلك تردداً منخفضاً للأنماط الوراثية المقاومة.

الانتخاب بمساعدة الواسمات. لمعظم السمات المهمة اقتصادياً في الإنتاج الحيواني طبيعة كمية وتتأثر بعدد كبير من المورثات (مواقع)، ولعدد قليل منها أثار رئيسة، في حين تمتلك الغالبية آثار صغيرة (Le Roy *et al.*, 1990; Andersson *et al.*,1994). وإذا ما أمكن تحديد مورثة (موقع) ذات تأثير رئيس، وإذا أمكن تصميم اختبار جزيئي، فإنه يمكن استعمال الأنماط الوراثية للحيوانات على هذا الموقع للانتخاب. وفي حالات أخرى، يمكن تحديد منطقة كروموزومية قريبة من المورثة المعنيّة واستخدامها كواسم.

تم تطوير نظم مختلطة للتوريث، تحمل موقعاً أو عدة مواقع انعزال محددة، ومكوناً إضافياً متعدد المورثات. وعندما تتم معرفة أنماط وراثية على كل موقع محدد، يمكن معاملتها على أنها آثار ثابتة في تقنيات نظم مختلطة قياسية (Kennedy *et al.*, 1992). وعندما تكون أنماط وراثية فقط عند واسمات مرتبطة معروفة، فإنه يجب مراعاة عدم اليقين الناتج من أنماط بديلة وأحداث التآلف (Fernando and Grossman, 1989).

يمكن عادة توقّع كسب وراثي إضافي، إذا ما تم إدراج معلومات عن المورثات ذات التأثيرات المتوسطة إلى الكبيرة في عملية التقويم الوراثي. وقد تناولت دراسات عديدة نفذت في السنوات الأخيرة هذه المشكلة. على أن النتائج ليست دائماً قابلة للمقارنة، نظراً لأن معايير الانتخاب اختلفت بين الدراسات (مثل من دليل مرتكز على معلومات فردية إلى موديلات حيوانية)، ولكنها أشارت جميعها إلى أن معرفة الأنماط الوراثية عند موقع صفة كمية يحسّن عموماً الاستجابة قصيرة المدى للانتخاب (Larzul *et al.*, 1997). وعلى

العكس، تم الحصول على بعض التناقضات للاستجابة طويلة الأمد للانتخاب– أنظر(1997) Larzul *et al.*, . وفي حالات أقل مواتاة عندما تكون الأنماط الوراثية عند واسمات مرتبطة معروفة، تتوقف النتائج إلى حد كبير على المناسبات الخاصة. يمكن توقع مكاسب كبيرة عند وجود اختلال توازن ربط على مستوى المجتمع (Lande and Thompson, 1990)، وعندما تكون السمات صعبة القياس (مثل مقاومة مرض)، محدودة جنسياً (مثل السمات المرتبطة بإنتاج البيض والحليب)، يعبّر عنها في مرحلة متأخرة من دورة حياة الحيوان (مثل التعمير واستمرارية حجم الفضلات)، أو تقاس بعد الذبح (مثل سمات نوعية اللحم). وفي حالات أخرى، فإن ميزة الانتخاب بمساعدة الواسمات قد تكون موضع تساؤل.

تتأثر المورثات الموجودة على مواقع متماثلة أو مختلفة مع بعضها البعض في إنتاج أثر مظهري. ونادراً ما يعرف كيف يحدث ذلك. وعندما يتم تعيين أثر ظاهر لمورثة خاصة، باستخدام النماذج الإحصائية، فإنه لا تتم مراعاة هذا التأثر. ويوضح هذا، على الأقل جزئياً، لماذا حتى عند تحديد مورثة آثار رئيسية، فإن إدخالها (أو واسماتها) في برنامج انتخاب قد لا يحقق النتائج المرغوبة. وبسبب هذا التأثر، هناك نقص ظاهر في التناسق ما بين الدراسات المختلفة المرتبطة باستخدام الواسمات الجزيئية (Rocha *et al.*, 1998). ولتقويم تأثير مورثة بشكل دقيق، لا بد من مراعاة تطبيق متوسط التأثير في الأنماط الوراثية المحتملة في المجتمع الذي سيتم فيه تطبيق المعلومات (موزونة تبعاً لترددها).

تتم المناداة بالإدخال الوراثي بشكل رئيس لتحسين المقاومة لمرض في مجتمع معين. وإذا كانت الواسمات للمورث/المورثات (أو المجس للمورث) متوافرة، يمكن استخدام التربية بمساعدة الواسمات لتبسيط عمل إدخال المورثات. ويناقش Dekkers and Hospital (2002) استخدام الهجن الرجعية لإدخال مورثة في مجتمع. وإذا ما اعتبرت سلالة غير مقاومة أنها السلالة المستقبلة، والسلالة التي تحمل مورثة المقاومة أنها السلالة المانحة، فإن إدخال المورثة المرغوبة من السلالة المانحة إلى السلالة المستقبلة يتم من خلال تهجينات رجعية متعددة للسلالة المستقبلة، متبوعة بجيل أو اثنين من التهجين البيني. إن الهدف من أجيال التهجين التراجعي هو توليد أفراد تحمل نسخة من مورثة المانح، ولكنها مماثلة للسلالة المستقبلة بالنسبة لباقي المجين. والهدف من طور التهجين البيني هو تثبيت مورثة المانح. يمكن لمعلومات الواسم أن تحسن كفاءة طور التهجين الرجعي لاستراتيجيات إدخال المورثة بتحديد نواقل للمورثة المستهدفة (انتخاب المقدمة) وبتسريع استعادة الخلفية الوراثية المستقبلة (انتخاب الخلفية). وعموماً يكون من الأكثر جدوى والأسلم اقتصادياً التزاوج، في أجيال متعاقبة، بين إناث نقية التربية من السلالة المستقبلة مع ذكور مهجنة تصالبياً تحمل المورثة المرغوبة من القيام بالعملية المعاكسة.

عندما تكون المورثة للمقاومة سائدة، قد يكون إدخالها في مجتمع فعالاً حتى بدون واسم جزيئي للمورثة. وإذا كانت مورثة المقاومة متنحية (أو ذات سيادة مشتركة)، تكون الواسمات ضرورية. وفي الحالات التي تكون فيها المقاومة متعددة المورثات، فإنه من غير المحتمل أن يكون الإدخال بدون واسمات جزيئية فعالاً؛ ففي الوقت الذي يكون فيه التأثير الوراثي للسلالة المانحة عالياً بدرجة كافية لإعطاء مستويات عالية من المقاومة، تكون المواصفات المرغوبة للسلالة المستقبلة قد فقدت. قد يكون تطوير سلالة مركبة، في الحقيقة، أسهل من إدخال مورثات عديدة في سلالة مستقبلة بالتهجين الرجعي، حتى عندما تكون الواسمات الجزيئية متوافرة. وقد رسم Hanotte *et al.*, (2003) مواقع الصفات الكمية المؤثرة في التحمل لداء المثقبيات في هجين ما بين سلالات "متحملة" من أبقار N`Dama وسلالات "غير متحملة" من أبقار Boran. وأظهرت النتائج أنه عند بعض مواقع الصفات الكمية المفترضة المرافقة للتحمل لداء المثقبيات، فإن البديل المترافق مع التحمّل أتى من أبقار غير متحملة. واستنتج أن "الانتخاب للتحمّل لداء المثقبيات ضمن هجن الجيل الثاني ما بين أبقار N`Dama وأبقار بوران قد ينتج سلالة تركيبية بمستويات تحمّل أعلى لداء المثقبيات من تلك الموجودة حالياً في السلالات الأبوية".

يمكن إنجاز إدخال المورثات، مفاهيمياً، من خلال الانتخاب بمساعدة الواسمات حتى بدون التعريض للعامل المرضي. على أنه من الحكمة اختيار مقاومة الحيوانات مع النمط الوراثي المرغوب.

يساعد التوصيف الجزيئي للتنوع الوراثي في تخطيط برامج الصون وتطوير فهم أصل واستئناس أنواع الثروة الحيوانية. وقد يؤمن الفهم الأفضل للاختلاف المجيني، مع تطوير طرائق وراثية كمية جديدة وسيلةً لربط معلومات الواسم لاختلاف وظيفي. فقد تم استخدام توليفة من الطرائق الجزيئية في المجتمعات المؤسسة للخيول الأصيلة (Cunningham *et al.*, 2001).

التطورات في تقنيات الإكثار

لتقنية الإكثار تأثير مباشر في معدّل التحسين الوراثي. وعند حجم معيّن للمجتمع، فإن معدل تكاثر عال يعني عدداً أقل من حيوانات التربية وبالتالي، شدة أعلى للانتخاب. كما تسمح ذرية أكثر لكل حيوان تربية أيضاً بتقويم أكثر دقة للقيم التربوية. والميزة الأخرى لزيادة معدلات التكاثر هي نشر أصول التربية المتفوقة بسرعة أكبر.

وبما أنه تمت مناقشة تقنيات الإكثار بإسهاب في أماكن أخرى من التقرير، فإن هذا الفصل سيركز فقط على استخدام التلقيح الاصطناعي وتعدد الإباضة ونقل الأجنة (MOET) في برامج التربية. وبالنسبة للتقنيات الأخرى، سيتم إعطاء وصف مختصر فقط هنا.

التلقيح الاصطناعي. يؤدي استخدام التلقيح الاصطناعي إلى شدة انتخاب أعلى، انتخابٍ أكثر دقة للذكور بالاستناد إلى اختبار الذرية وتقديرٍ أكثر دقةً للقيمة التربوية بين القطعان. والأخيرة هي نتيجة تبادل النطاف ما بين قطعان نويّة مختلفة، الذي ييسر إنشاء روابط وراثية فيما بينها. تستخدم منظمات التربية التلقيح الاصطناعي لمعظم الأنواع. وبالنسبة للأنواع التي تمتلك معدلات تكاثرية منخفضة، فإن اختبارٍ الذريّة المرتكز على التلقيح الاصطناعي يكون شرطاً أساسياً للتقدير الدقيق لقيم التربية لصفات ذات قابلية توريث منخفضة مثل الصفات الوظيفية. ويسمح التلقيح الاصطناعي بنشرٍ أسرع للتفوق الوراثي إلى المجتمع التجاري. ويتم تنفيذ 60 إلى 80 بالمئة من كل عمليات التلقيح الاصطناعي المنجزة في الأبقار. ويستطيع ذكر حدّد أنه متفوق ترك آلاف الذرية في مجتمعات مختلفة في كل أنحاء العالم.

يتطلب التلقيح الاصطناعي مهارة فنية في مركز التلقيح الاصطناعي وفي المزرعة، على حد سواء، إضافة إلى خطوط فاعلة من الاتصال ما بين الاثنين. على أن غالبية المنتجين، في بلدان عديدة، هم زراع حيازات صغيرة، وقد تكون المهارات والبُنى التحتية الموجودة غير كافية للسماح بتشغيل ناجح لخدمات التلقيح الاصطناعي. على الزارع أن يكون قادراً على كشف الحرارة وأن يمتلك وسيلة للاتصال مع مركز توزيع النطاف، الذي يتمكّن عندئذٍ من التخديم خلال بضع ساعات. وتعدّ هذه، بالنسبة لنظم الإنتاج الواسعة عملية تتطلب عمالة مكثفة. وبالتالي، فإنه من غير المحتمل استخدام التلقيح الاصطناعي في النظم الرعوية الواسعة لإنتاج أبقار اللحم. وعلى نحو مماثل، فإن إنجاز التلقيح الاصطناعي صعب في الأغنام، وما زال التزاوج باستخدام أكباش متفوقة الوسيلة السائدة لنشر التحسين الوراثي.

يؤثر استخدام التلقيح الاصطناعي في بنية ملكية قطاع التربية. وحيثما يستخدم التلقيح الاصطناعي، تنقل ملكية حيوانات التربية عادة إلى منظمات تربية أوسع، مثل التعاونيات أو شركات التربية الخاصة. وكانت مراكز التلقيح الاصطناعي في العالم المتقدّم، خلال العقدين الأخيرين، مسؤولة عن تحديد هوية ثيران فتية لاختبار الذرية، ولتسويق النطاف من فحول موثوقة.

تعدد الإباضة ونقل الأجنة (MOET). يعد زيادة معدل تكاثر الإناث بالـMOET مفيد فقط في الأنواع ذات المعدلات التكاثرية المنخفضة مثل الأبقار. وتكون الفوائد أعلى شدة للانتخاب من طرف الأنثى، وتقدير أكثر دقة للقيم التربوية. وبما أن حجم العائلة أوسع، هناك معلومات متوافرة أكثر عن الأخوة بين الحيوانات. وهذا يسمح بالحصول على قيم تربوية موثوقة في أعمار أصغر، وبخاصة عندما تكون الصفات مسجلة لجنس واحد (الأنثى). يعني هذا، في الممارسة، أنه لا توجد حاجة لانتظار

الذريّة لانتخاب الذكور التي يمكن انتخابها عند أعمار أصغر بالاستناد إلى معلومات عن أخواتها نصف الشقيقة. يكون الربح في الفاصل بين جيلين كبيراً، ويعوّض خسارة دقة الانتخاب التي تنتج من استبدال اختبار النسل باختبار الأخوة. إن المقدرة على الانتخاب عند عمر صغير، حتى من خلال الأجنة، هي السبب الرئيس في تطبيق تعدد الإباضة ونقل الأجنة في تربية الخنازير. كما يستخدم نقل الأجنة أيضاً لنشر مورثات مرغوبة من إناث متفوقة مع مخاطر مرضية دنيا، باعتبار أنه لا حاجة لنقل الحيوانات.

إن استخدام تقنية تعدّد الإباضة ونقل الأجنة مكلف ويتطلب مهارات فنية عالية التطوّر. والتحدي المنطقي هو أنه في وقت نقل الأجنة، يحتاج توافر وتزامن جماعة من الأبقار المستقبلة. ويمكن عمل ذلك فقط في قطعان النويّة المركزية. وقد يكون من الأفضل، في عدة حالات، استثمار الموارد في شروط أساسية أكثر – الأداء وتسجيل الصفات، الإرشاد والنشر. وهذا كله حقيقي باعتبار أن تعدد الإباضة ونقل الأجنة (MOET) تبدو أقل فاعلية من التلقيح الاصطناعي في تحسين التقدّم الوراثي. وفي كل الحالات، يتوجب أن يكون إدخال التلقيح الاصطناعي و/ أو تعدد الإباضة ونقل الأجنة مجدٍ اقتصادياً ومقبول من الزراع المحليين.

يعطي تجميد النطاف والأجنة الفرصة لمنظمات التربية لإنشاء بنوك وراثية كمخزن احتياطي للتنوّع الوراثي في برامج التربية. وإضافة لذلك، ييسر الحفظ بالتجميد للأعراس/الجاميطات والأجنة التبادل الدولي ونقل المادة الوراثية في المجترات، وهو شرط رئيس للاستخدام الروتيني للتلقيح الاصطناعي ونقل الأجنة على مدى عالمي.

يعد الاستنساخ (للخلايا الجسمية) تقنية جديدة غير مستخدمة تجارياً في الوقت الحاضر. وهذا يعود جزئياً إلى أسباب فنية واقتصادية، وجزئياً لعدم وجود رغبة عامة لمثل هذا التطور في الوقت الحاضر. وللاستنساخ إمكانية التطبيق في حقل الصون بالتجميد، باعتبار أن صون الأنسجة الأخرى قد يكون أيسر من صون الأجنة.

يمكّن تحديد الجنس للأجنة أو النطاف إنتاج أعدادٍ أكبر من الحيوانات من جنس خاص. فالتفضيلات للنسل الذكري أو الأنثوي، على سبيل المثال، واضحة في الأبقار – الإناث لإنتاج الحليب، والذكور لإنتاج اللحم. وقامت عدة محاولات لتطوير تقنية يعتدّ بها. ومن الممكن حالياً تحديد أجنة الذكور والإناث بطرائق مختلفة. على أنه لم يتم استخدام هذه الطريقة بعد، مع بعض الاستثناءات، على نطاق واسع من قبل المربين والزرّاع. وأجريت عدة محاولات لفصل النطاف بالارتكاز على المواصفات المحددة لجنسها. على أن هناك حاجة لتطويرات إضافية قبل إمكانية تطبيق التقنية على مدى واسع.

عنى استخدام تقنيات التكاثر والصون المذكورة أعلاه أن هناك حاجة أقل لنقل حيوانات التربية. وإضافة لذلك، تقدّم هذه التقنيات فرصة لحماية الحالة الصحية للقطعان حتى عندما يكون أصل الأجنة من بلدان ذات وضع صحي مختلف جذرياً.

5.2 الاعتبارات الاقتصادية

يتعين على أي تقويم إقتصادي مراعاة العائدات والتكاليف. وبما أن تربية الحيوان هي عملية طويلة الأمد، فقد يتم تحقيق العائدات من قرارات التربية بعد عدة سنوات. وهذه هي الحالة في أبقار الحليب، على سبيل المثال. وإضافة لما تقدم، فإنه يتم تحقيق عائدات وتكاليف مختلفة في أوقات مختلفة وباحتمالات مختلفة، وأن بعض الاعتبارات التي قد لا تكون مهمة لعمليات قصيرة الأمد قد تكون أحياناً ذات أهمية رئيسية على المدى الأطول.

كانت العناصر الرئيسة لبرامج التربية، حتى قدوم التقنيات الحيوية التكاثرية، ترتكز على قياس وتسجيل الصفات، اختبار الذرية والمحافظة على أصول التربية. ورغم أن الهدف الرئيس لمعظم نظم التسجيل هو التربية، يتعيّن ملاحظة أنه عند توافرها، فإن المعلومات مفيدة لقرارات أخرى تخص إدارة المزرعة مثل الذبح وتوقّع الإنتاج المستقبلي.

أضحت تربية الحيوان في العالم المتطور معقدة أكثر فأكثر ومهنية، وبالتالي أكثر تكلفة. وعليه تقود الاعتبارات الاقتصادية معظم إن لم يكن كل الأنشطة المرتبطة بالتربية، وتم إدراج النظرية الاقتصادية في هذا المجال. إن أسس التقويم الاقتصادي هي الربح، الكفاءة الاقتصادية، أو العائد على الاستثمار. وعندما يتم تطوير أهداف التربية من قبل أو (لجماعة) المنتجين، تم وضع تأكيد على تعظيم الربح. وبالتالي، فإنه من المنصوح اختيار التعظيم، إلا إذا كانت هناك أسباب واضحة للانحراف عن هذه الإستراتيجية.

لعل أحد الاعتبارات الاقتصادية الحديّة: من سيدفع للتحسين الوراثي؟ قد لا يكون هذا السؤال مهماً عندما تكون نويّات التربية، المكاثرين والقطعان التجارية متكاملة بشكل كلي. على أنه في كل الحالات حيثما لا يوجد تكامل عامودي، فإنه ليس من غير الاعتيادي أن يكون أولئك الذين يستثمرون في أنشطة التربية غير قادرين على استعادة استثمارهم بنحو كاف. ويؤمن هذا عامة تبريراً لشمول القطاع العام في وجهٍ أو أكثر من التحسين الوراثي.

في ظل نظام سوق حر، على منظمات التربية التكيّف مع طلبات زبائنها– المنتجين التجاريين، الذين يكونون مستعدين للدفع فقط لأصول تربية أو لنطاف محسنة، إذا كان ذلك سيحسن أرباحها. ومع ذلك فإنه من المثير ملاحظة أنه حتى إذا كان اتجاه التربية لا يبدو أنه مبرر اقتصادياً، فإنه قد يستمر لفترة محددة من الوقت (مؤطر 80). وفي ظل نظام معونات حكومي، فإن دافعي الضرائب يدفعون كل تكاليف الجهود الوراثية أو جزءاً منها. وفي هذه الحالات، يتعيّن إخضاع برامج التربية للفحص لضمان أنها تنتج حقيقة بعض الفوائد الاجتماعية. وقد تشمل هذه المنافع، على سبيل المثال، تأمين منتجات أكثر أماناً، أكثر تغذية، أو أقل تكلفة للمستهلك، أو خفض التأثيرات البيئية السلبية لإنتاج الثروة الحيوانية.

3 عناصر برنامج تربية

تتوقف العناصر المطلوبة في برنامج تربية على اختيار الاستراتيجية العامة للتربية. وعليه، فإن القرار الأول هو أيّ من الاستراتيجيات الثلاثة الرئيسية للتربية يتعين تطبيقها: الانتخاب بين السلالات، الانتخاب ضمن السلالات أو الخطوط، أو التربية التهجينية (Simm, 1998).

- يعد الانتخاب بين السلالات، الخيار الأكثر راديكالية، وهو استبدال سلالة دنيا وراثياً بسلالة متفوقة. ويمكن عمل ذلك في الحال (عندما لا تكون التكلفة كما في الدواجن باهظة) أو بشكل تدريجي عن طريق تهجين رجعي متكرر مع السلالة المتفوقة (في الحيوانات الكبيرة).
- وتعدّ التربية التهجينة، الطريقة الثانية الأسرع، التي تعتمد على قوة الهجين والتكاملية بين مواصفات السلالات. وقد تم مناقشة التربية التهجينية التقليدية (نظم تناوب ونظم نهائية مرتكزة على الفحل) على نحو واسع (مثل Gregory and Cundiff, 1980). اقترح حديثاً التزاوج فيما بين الحيوانات المركبة المطورة كشكل بديل للتهجين (Dickerson, 1969; 1972).
- تعطي الطريقة الثالثة، الانتخاب ضمن السلالة، التحسين الوراثي الأبطأ، بخاصة إذا كان الفاصل ما بين جيلين طويلاً. على أن هذا التحسين هو الأكثر ديمومة وتراكمية، وهي ليست حالة برامج التهجين.

إن التحسين الوراثي التدريجي هو الشكل الأكثر استدامة للتحسين، كونه يعطي أصحاب القرار فرصة ليكيفوا نظام الإنتاج للتغيّر المقصود. وعندما تكون المواصفات ذات الأهمية عديدة و/أو بعض منها متضاد، يمكن خلق خطوط مختلفة، والمحافظة عليها في الانتخاب ضمن الخط. ويمكن تهجين هذه الخطوط بعدئذٍ لإنتاج الحيوانات التجارية. وتستخدم هذه الإستراتيجية في تربية الخنازير والدواجن.

يشمل وضع برنامج تربية تحديد هدف التربية (Groen, 2000) وتصميم الخطة القادرة على توزيع التقدم

الوراثي تمشياً مع هذا الهدف. وتشمل، في الممارسة، إدارة الناس والموارد بالإضافة إلى تطبيق مبادئ الوراثة وتربية الحيوان (Falconer and Mackay, 1996). وتشمل كل ناحية في برنامج التربية عدة عمليات، أشخاصاً وأحياناً مؤسسات. ويتوقف النجاح على حسن تسخير الموارد المتاحة وإدارتها لتحقيق أهداف أصحاب الشأن.

إن أصحاب الشأن في برنامج تربية هم جميع الذين يتأثرون، بطريق أو لآخر، بنجاحه. ويشمل هؤلاء المستخدمين النهائيين لمنتجات البرنامج (مثل منتجي الثروة الحيوانية)، الشركات التجارية وغيرهم الذين يستثمرون بشكل مباشر أو غير مباشر في الخطة، إدارات حكومية، جمعيات تربية، وأولئك المستخدمين لتنفيذ البرنامج. ويضم أصحاب الشأن الآخرين المستفيدين الثانويين مثل الموردين، الموزعين، وبائعي المنتجات الثانوية للخطة.

لمعظم البرامج بنية هرمية (Simm, 1998)، مع عدد متنوع من الطبقات تبعاً لتطور البرنامج. وتوجد النويّة على رأس الهرم حيث يتركز انتخاب وتربية ذرية الحيوانات المختارة. وتحدث مضاعفة أصل التربية في الطبقة الوسطى. وهذا مطلوب عندما يكون عدد حيوانات النويّة غير كاف لإرضاء طلبات الزرّاع التجار. وتتألف الطبقة السفلى من الوحدات التجارية حيث يتم توزيع المنتج النهائي.

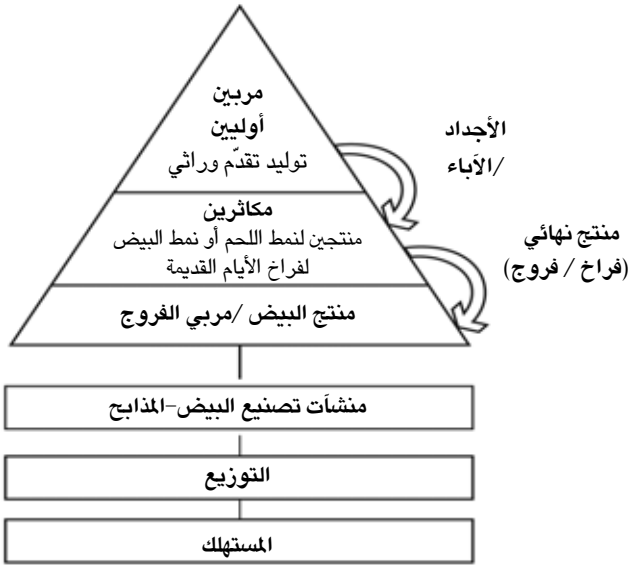
إن البنية الهرمية لصناعة تربية الدواجن موضحة في الشكل رقم 48.

يمكن تلخيص الأنشطة التي تشكل برنامج تربية في ثمان خطوات رئيسية (Simm, 1998):

- اختيار هدف التربية؛
- اختيار معايير الانتخاب؛
- تصميم خطة التربية؛
- تسجيل الحيوانات؛
- التقويم الوراثي للحيوانات؛
- الانتخاب والتربية؛
- التقدم والرصد؛ و
- نشر التحسين الوراثي.

شكل 48

بنية صناعة تربية الدواجن



يتم وصف هذه الخطوات في الفصول الفرعية التالية. على أنه يتعيّن أن يكون القارئ مدركاً أن التخطيط، التنفيذ والتقويم تشكل عملية مستمرة– ويتعيّن تناول العناصر بشكل تفاعلي بدلاً من نهج الخطوة– خطوة. والعنصر الحدّي الإضافي هو الحاجة إلى توثيق كل خطة التربية وتنفيذها على مرّ الوقت بالتفصيل.

1.3 أهداف التربية

إن أهداف التربية هي قائمة من الصفات الواجب تحسينها وراثياً. ويتعيّن أن تكون هذه منسجمة مع أهداف التنمية الزراعية القطرية، ومناسبة لنظام الإنتاج الذي حددت من أجله والسلالات المناسبة لنظام الإنتاج. وتشمل أهداف تنمية الإنتاج الزراعي في بلد تقليدياً متغيّرات اقتصادية، ولكنها يجب أن توسَّع لتشمل الأخلاق، والنواحي الاجتماعية الأخرى للرفاهية الإنسانية. وتستخدم هذه الأهداف لصياغة أهداف التربية. وتتوافر أدوات مختلفة لتحقيق ذلك. والأكثر شيوعاً هو عامل الربح. إن وضع عامل الربح، نظرياً، يكون بسيطاً، وبخاصة بالنسبة لبرامج الانتخاب ضمن السلالة، باعتباره عاملاً خطياً للقيم الاقتصادية النسبية للصفات التي يرغب بتحسينها. على أنه ليس من السهل في الممارسة، الحصول على هذه القيم الاقتصادية، جزئياً لأنها قد تتغير في الزمان والمكان، وجزئياً لنقص الوقت، الخبرة، المعرفة، والموارد، الخ. وعليه يتلاعب المربون باتجاه التغيير من خلال التجربة والخطأ بالاستناد إلى الطلب والتفضيل المتوقع للسوق. ويناقش Amer (2006) أدوات أخرى لصياغة أهداف التربية مثل النموذج البيولوجي الاقتصادي ونموذج انسياب المورثات.

يقاس التحسين الوراثي بالنسبة لمجموعة من صفات معينة، يعزى إليها عامة بـ"الصفات ذات الأهمية الاقتصادية". وتختلف، في الواقع، الصفات وأهميتها الاقتصادية على نحو واسع كما هي برامج التربية. وبالنسبة لعديد من أنواع الثروة الحيوانية، تكون الصفات الاقتصادية هي تلك التي تؤثر في الإنتاجية، التعمير/طول العمر، الصحة، والمقدرة التكاثرية للحيوانات.

يكون الهدف، لمعظم الصفات، هو التحسين المستمر، ولكنه يكون بالنسبة لبعض الصفات الوصول إلى قيم وسطية. وقد سمى Pharo and Pharo (2005) هذه البدائل بالتربية لـ "اتجاه" ولـ "وجهة"، على التوالي. وكمثال على الأخيرة وزن البيض في الدجاج البيّاض. يثمَّن السوق البيوض ضمن مدى خاص من الأوزان– ما بين 55-70 غرام، على سبيل المثال. والبيض الأصغر غير قابل للبيع، وهناك زيادة في السعر على البيض الأكبر. وعلى اعتبار أن حجم البيضة يتناسب عكساً مع عدد البيض، قوة القشرة وقابلية الفقس، فإن الانتخاب للبيض الأكبر ليس فقط خسارة لشدة الانتخاب، ولكنه عكسي أيضاً. ومثال آخر هو حجم الجسم. فبالنسبة لحيوانات اللحم، يعدّ الحجم عند الذبح محدداً هاماً للقيمة. فلحجم الجسم تأثير رئيس في المتطلبات الغذائية، من خلال تأثيره في متطلبات المحافظة. كما قد يؤثر أيضاً في الخصوبة. وتعدّ الأخيرة (الخصوبة الصافية مثل الغلة من العجول أو الحملان المفطومة) محدداً رئيساً للكفاءة البيولوجية والربحية. وباعتبار أن حجم الجسم يترافق مع التكاليف والأرباح، فإنه يصعب تحديد قيمة فضلى، وبخاصة في ظل النظم الرعوية، نظراً للصعوبة المشمولة في وصف أخذ العلف بشكل كاف. والاعتبار الآخر هو أن معظم أسواق الذبح تميّز ضدّ صغر الحيوانات التي تقع خارج مدى مرغوب للذبيحة أو الأوزان (الحية). إذ تطلب السوق الأوروبية، على سبيل المثال وزناً أدنى للذبيحة، لا يمكن لبعض السلالات الوفاء به (مثل سلالات سانغا من ناميبيا). وحتى إذا كان الحجم الحالي لهذه الأبقار مثالياً فيما يخص الفاعلية البيولوجية، قد تكون الأبقار الأكبر أكثر مربحية.

إن اختيار هدف التربية قد يكون نشاطاً لمرة واحدة، أو نشاطاً تتم مراجعته من وقت لآخر. يتم أخذ القرار من المربين، مع ردود فعل من كل طبقات هرم التربية. ويتم أخذ القرار، في تربية الدواجن والخنازير من قبل الإدارة الرئيسة لشركات التربية (مسؤولي البحث والإرشاد باتفاق مع المسؤولين الفنيين ومسؤولي التسويق أو البيع). يؤخذ القرار في تربية الأبقار، في قمة النوية، ولكن بتشاور عادة مع الناس

في كل الطبقات الأخرى بما في ذلك الطبقة التجارية، بطريقة تعكس نمط ملكية البرنامج.

يتم تحقيق نتيجة برامج التربية، وبخاصة في أبقار الحليب واللحم، بعد سنوات عديدة من اتخاذ قرار الانتخاب. وحتى في الدواجن، حيث يكون الفاصل بين الجيلين أقصر، فإن التغيير الوراثي المنفّذ في النويّة لن يلاحظ على المستوى التجاري في أقل من ثلاث سنوات، على الأكثر. وهذا يشير إلى الحاجة لتوقّع الطلبات المستقبلية عند تحديد أهداف التربية.

وفي سوق منافس كما في صناعة تربية الدواجن، لا يتوقف تحديد الصفات ذات الأهمية وتركيز جهود التربية بشكل كبير على مؤشرات السوق فقط (مثل المنتجين التجاريين)، ولكن على أداء منتجات البرامج المتنافسة أيضاً.

2.3 معايير الانتخاب

إن هدف التربية مميّز عن معايير الانتخاب المستخدمة لاتخاذ قرار بشأن الحيوانات التي ستصبح آباء في الجيل القادم. ويشمل القرار عادة بناء "دليل انتخاب". وتؤخذ المقاييس في الحيوانات المرشحة وأقاربها، وتوزن تبعاً لدليل معاملات محسوبة لتنظيم الارتباط ما بين دليل الانتخاب وهدف التربية. ويتعيّن التأكيد على أن بعضاً من صفات هدف التربية قد تختلف عن تلك المستخدمة لبناء دليل الانتخاب. إذ يتم انتخاب الخنازير، على سبيل المثال، لدهنية ذبيحتها– وهذه صفة هدف تربية. على أنه لا يمكن ملاحظتها في انتخاب المرشحين، على اعتبار أن ذلك يعني ذبح الحيوانات. وعليه يتم تسجيل صفة متنبئة، وهي سماكة الدهن تحت الجلدي الذي يقاس بالموجات فوق

مؤطر 80

تغيير حجم الجسم لأبقار اللحم في الولايات المتحدة الأمريكية

كانت الغالبية العظمى لأبقار اللحم في الولايات المتحدة الأمريكية في 1900 من سلالات شورت هورن، هيريفورد وأنغوس. وكانت الأبقار في ذلك الوقت كبيرة نوعاً. حيث كانت الثيران بوزن 1000 كغ والأبقار بوزن 700 كغ شائعة. وكانت الأبقار تسمّن على الأعشاب، وكان هناك بعض الاهتمام في إنتاج أبقار ينتهي تسمينها عند عمر أصغر ووزن أخف. وتم تطوير اتجاه لانتخاب أبقار أصغر كانت تمتلك مقدرة ظاهرية أعظم على التسمين. وكان معظم الانتخاب مرتكز على محاولات للفوز في إظهار الدائري. وكان الانتخاب فعالاً، وتم تحقيق تغييرات رئيسية في مجتمع الأبقار. وبعد بضعة أجيال (أواخر العشرينيات وأوائل الثلاثينيات من القرن الماضي) كانت الأبقار من حجم أكثر مناسبة لشروط الإنتاج التي كانت تحفظ في ظلها. ومع ذلك، استمر الانتخاب في الاتجاه ذاته، ومع حلول الخمسينيات من القرن الماضي كانت الأبقار في معظم القطعان المعتبرة أصغر بكثير مهيأة للتسمين المربح تحت أي برنامج إدارة تجاري.

بدأ تغيّر رئيس في صناعة لحوم البقر في الولايات المتحدة الأمريكية في منتصف الخمسينيات من القرن الماضي، مع تطوير قطع أراضي علف واسعة في ولايات السهول العظمى. وحتى تكون الأبقار مربحة في هذه القطع الجديدة من الأراضي، كان عليها أن تكون قادرة على النمو بسرعة كبيرة لحد ما لفترة تغذية طويلة (أربعة أو خمسة أشهر) دون أن تصبح سمينة جداً. وبالتالي فإن أبقار التسمين الصغيرة الأولى التي كانت شعبية في الماضي أصبحت غير مقبولة لصناعة قطع أراضي الأعلاف، وأضحت سلالات شارولیز وغيرها من سلالات القارة الأوروبية شعبية، وتم انتخاب الأبقار من سلالات اللحم البريطانية لحجم ونمو متزايدين. وبدءاً من أواسط الخمسينيات وحتى نهاية الستينيات، كانت الأبقار الأكبر مشجعة طالما أنها من شكل مدمج. على أنه في نهاية الستينيات، تم تشجيع الأبقار الأكبر، حتى إذا كانت أطول ومختلفة جداً في شكلها عن الأبقار الشعبية في الفترات السابقة. وخلال بضع سنوات، كان يتم انتخاب الأبقار لحجم إطار أكبر، حتى في سلالات القارة الأوروبية وكان هذا الانتخاب أيضاً فعال لحد ما، وتم إنتاج حيوانات كبيرة جداً.

وفي أواسط الثمانينيات من القرن الماضي، أدرك عديد من منظمات التربية الرئيسية أن الاتجاه ذهب بعيداً جداً، وعُملت تحركات لإنتاج حيوانات بحجوم وسطية أكثر. وفي السنوات العشر الأخيرة، أدرك مربون أكثر أن الحجم المتوسط مفضل على الحجوم المتطرفة في أي اتجاه. على أنهم استمروا، مع ذلك، كونهم في الأقلية واستمر تشجيع الأبقار الكبيرة جداً في عديد من القطعان الرئيسة.

الصوتية. وعندما يكون من الصعب أو المكلف الحصول على معلومات عن علاقات القربى بين الحيوانات، وتكون الصفة قابلة للتوريث بشكل كاف، يمكن أن يرتكز الانتخاب على أداء الفرد (انتخاب إجمالي). ويعد بناء دليل الانتخاب مسألة فنية، وتتطلب موظفين بالخبرات الضرورية.

هناك مناسبات عديدة تكون فيها صفات عديدة غير ذات صلة بقائمة الصفات لهدف التربية أثناء الانتخاب. ويمكن لهذه أن تنقص جدياً الشدة الفعلية للانتخاب وتحدّ بالتالي من التحسين الوراثي. ويكون هذا مقبول في بعض الأحيان (مثل تشوه وراثي سبب صالح للذبح). وتكون هذه المعايير، في حالات أخرى، موضع ارتياب (مثل "حجم الجسم" كمؤشر للإنتاجية) أو غير موصى بها (مثل حجم الإطار أو "الحلابة").

3.3 تصميم خطة التربية

يتطلب تصميم برنامج تربية اتخاذ مدى من القرارات بترتيب منطقي. ويتعيّن أن يكون مصمم البرنامج على وعي بأن العملية تتطور مع الزمن– من الأبسط إلى المستويات المتزايدة من التطور مع تطوّر التنظيم والمقدرة. وتشمل معظم القرارات تحديد أفضل طريق لاستعمال البنية الحالية للمجتمع لتوليد التحسين و/أو إعادة البناء المطلوب. يعد التقويم الاقتصادي جزءاً مكملاً في هذه العملية، ويتعيّن تنفيذه لكل من طور ما قبل التنفيذ ولتقويم التغيير الذي أمكن تحقيقه عندما يكون البرنامج في طور التنفيذ.

يتعين تقويم قرارات الاستثمار في برنامج التربية فيما يخص المكونات الثلاثة التي تسهم في معدل التغيّر الوراثي: شدة الانتخاب، دقة الانتخاب والفاصل بين جيلين. وبالارتكاز إلى هذه المكونات، يتم تقويم سيناريوهات بديلة. تستخدم المعرفة النظرية للوراثة الكمية للتنبؤ بالربح المتوقع من سيناريوهات مختلفة (Falconer and Mackay, 1996). ولهذه الغاية، هناك حاجة إلى معايير وراثة المجتمع مثل التوريث والاختلاف المظهري للصفات لبناء دليل الانتخاب (يمكن أيضاً عمل افتراضات معقولة) (Jian *et al.*, 1999). يتم بعدئذٍ وضع خطة تزاوج مناسبة. ينبغي أن تسمح بالحصول على سجلات كافية للتقويم الوراثي، وبإنتاج حيوانات نخبة كافية للنويّة وللتكاثر في المستويات الأخفض من هرم التربية. لاحظ أنه عند أداء هذه الأنشطة، يكون مصمم البرنامج بالفعل في طور التحسين.

يتعين، أثناء تصميم برنامج التربية، عدم نسيان أن معظم النواحي تتأثر مباشرة بالمعدل التكاثري لحيوانات التربية. وتعني معدلات تكاثر عالية أن هناك حاجة لحيوانات أقل، وتسمح ذرية أكثر لكل أصل تربية بتقويم أكثر دقة للقيمة التربوية.

4.3 تسجيل البيانات والإدارة

يعد تسجيل بيانات الأداء والأنساب القوة الموجهة الرئيسية للتحسين الوراثي. وتؤدي القياسات العديدة والدقيقة إلى انتخاب فاعل. على أن الموارد، في الممارسة، محدودة. ويكون السؤال عندئذٍ: أي صفة يجب أن تقاس وعلى أي حيوان؟ ومن المفضل قياس الصفات المدرجة في هدف التربية، ولكن ذلك يتوقف على سهولة القياسات وتكلفتها. ويتعين على الأقل قياس حيوانات النوية للأداء والنسب.

إن جمع بيانات الأداء التي سترتكز عليها قرارات الانتخاب هي مكون حيوي لأي برنامج تربية، ويتعيّن النظر إليها على هذا الوضع، أكثر من كونها منتج ثانوي لنظم التسجيل المصممة أولاً لمساعدة الإدارة على المدى القصير (Bichard, 2002). تتطلب مهمة جمع المعلومات، ترتيبها واستخدامها في التقويم الوراثي تنظيماً حديثاً وموارد كبيرة (Wickham, 2005; Olori *et al.*, 2005). وفي عديد من الحالات، قد يتطلب الأمر وضع خطط خاصة لتوليد البيانات المطلوبة وتسجيلها. وتختلف تكلفة هذه الخطط وتعقيدها تبعاً لنمط منظمة التربية، نمط الصفات، وطريقة الاختبار.

نمط منظمة التربية. تمتلك شركات تربية الخنازير والدواجن مرافق داخلية لجمع البيانات المطلوبة وخزنها، في حين قد تعتمد منظمات التربية على الموارد التي يمتلكها أكثر من صاحب شأن واحد. وهذه هي الحالة، على سبيل المثال، في برنامج نمطي لتربية الأبقار (انظر الفصل الفرعي 1.4).

نمط الصفة. عندما يكون وزن جسم الحيوان الحي هو الصفة موضع الاهتمام، يكون كل ما هو محتاج سلم وزني. على أنه لقياس كفاءة العلف في حيوانات مفردة، قد تكون هناك حاجة إلى أجهزة أكثر تطوراً للسماح بتسجيل أخذ الفرد للعلف.

الأداء إزاء النسل أو اختبار الأخوة. في خطة اختبار الأداء، يتم تسجيل الصفات ذات الأهمية مباشرة لكل فرد. إذ يتم، على سبيل المثال، تسجيل وزن الجسم والنمو في فترة محددة أثناء حياة أبقار اللحم، الخنازير، الفروج، أو الديوك الرومية. وبشكل أساسي، تدار مجموعة من الحيوانات مع بعض تحت ظروف مماثلة لفترة من الزمن يتم خلالها قياس الأداء الفردي. ويمكن عمل ذلك في المزرعة، أو في محطة اختبار أداء حيث يتم جلب الأبقار والخنازير سوية من قطعان أو مزارع مختلفة لمقارنة مباشرة تحت الظروف ذاتها.

قد تكون الصفة موضع الاهتمام، في بعض الأحيان، غير قابلة للقياس مباشرة في المرشح المنتخب، إما لأن التعبير عن الصفة محدود جنسياً كما هي الحالة في إنتاج الحليب والبيض، أو لأن الصفة يمكن تسجيلها فقط بعد موت الحيوان (مثل تركيب الذبيحة). وفي هذه المناسبات، فإن التسجيل غير المباشر حسب الذرية و/أو اختبار الأخوة يكون مطلوباً. وهذا مفيد أيضاً بالنسبة للصفات ذات التوريث المنخفض، والتي قد تتطلب سجلات عديدة للتقييم الدقيق للفرد. ويعزو اختبار النسل إلى خطة يتم فيها تقويم الفرد على أساس سجلات الأداء المتحصل عليها من ذريته. وهي مترافقة أساساً مع الذكور (Willis, 1991)، على اعتبار أنه من الأسهل توليد أعداد كبيرة من الذرية من ذكر واحد أكثر من أنثى واحدة. ولا يتم اختبار كافة الذكور، نمطياً، باختبار الذرية، ولكن فقط للذكور المولودة من "تزاوجات نخبة". ويعد انتخاب الذرية مفيد جداً لزيادة دقة الانتخاب لأنواع ذات معدل تكاثر منخفض، ولاختبار التأثرات نمط وراثي– بيئة.

إن تكلفة مرفق مركزي لاختبار الذرية، لعديد من أنواع المجترات، قد تكون باهظة. وعليه فإن الممارسة الشائعة هي شمول أكبر عدد ممكن من الزراع او المنتجين التجاريين. ويشجع الزراع على قبول النطاف من مجموعة من الفحول الفتية لاستخدامها على نسبة من حيواناتهم الإناث. ونظراً لأن الفحول الفتية ليست من استحقاق وراثي موثوق، يتطلب الزراع المشمولون باختبار النسل حوافز جيدة للمشاركة (Olori *et al.*, 2005). وفي هذه المناسبات، فإن التكلفة الكلية (عدة مئات الآلاف من الدولارات الأمريكية) يتحملها غالباً مالكو الفحول الفتية تحت الاختبار.

معلومات النسب. يتطلب التقويم الوراثي في برنامج تربية، إضافة إلى سجلات الأداء، معلومات عن النسب. وتتوقف نوعية بيانات النسب على عمقها وكمالها. وفيما إذا كان هدف التربية يشمل تحسيناً وراثياً أو منع الإنقراض الناتج من خسارة الإختلاف الوراثي، ينبغي تسجيل وحفظ نسب كل حيوانات التربية.

نظم المعلومات. عندما تكون الموارد متاحة، تم إظهار أن وجود قاعدة بيانات أساسية مع وصول مشترك مفيد ومجدٍ اقتصادياً (Wickham, 2005; Olori *et al.*, 2005). ويخدم تأمين معلومات واسعة من هذه النظم مرتبطة بالإدارة غالباً كحافز لمشاركة أكثر في خطط تسجيل البيانات. وقد تكون متطلبات برنامج تربية صغير ببساطة حاسوباً شخصياً مفرداً مع جداول ممتدة كافية، برنامج إدارة بيانات وإبلاغ، في حين قد تتطلب البرامج على المستوى القطري إدارة متخصصة تستعمل تقنية المعلومات (Grogan, 2005; Olori *et al.*, 2005).

5.3 التقويم الوراثي

يتطلب التقدم في برنامج تربية أن يتم تحديد حيوانات ذات أنماط وراثية متفوقة للصفة موضع الاهتمام وانتخابها لتربية الجيل التالي. ويتطلب تعريف هذه الحيوانات التمييز ما بين الإسهام البيئي والملاحظة المظهرية. ويتم إنجاز ذلك بالتنبؤ بالقيمة التربوية أو التقويم الوراثي. وهذا نشاط مركزي في كل برنامج تربية.

يتعين أن يكون التقويم الوراثي موثوقاً. وقد أضحت منهجية أفضل تنبؤ خطي غير متحيّز (BLUP)، المستخدمة على نماذج مختلفة تبعاً للصفة والبيانات المتوافرة الطريقة القياسية لكافة الأنواع تقريباً. ويتعيّن أن يكون التقويم متوافر في الوقت لعمل أفضل استخدام للاستثمار في جمع البيانات وإدارة قاعدة البيانات. ويعتمد نظام تقويم وراثي باستخدام أفضل تنبؤ غير متحيّز على قياس جيّد للبيانات وبنيتها. وعند توافر هذه الشروط الأساسية يكون الاستثمار في طريقة أفضل تنبؤ خطي غير متحيز مجدياً.

للتقويم عبر القطيع ميزة السماح بعمل مقارنات منصفة للقيم التربوية المتنبأة (PBVs) للحيوانات في قطعان مختلفة، والتي تقود إلى انتخاب حيوانات أكثر من القطعان المتفوقة وراثياً. وللقيام بذلك، تعدّ الروابط الوراثية (استعمال الحيوانات عبر القطعان وعبر السنين) حاسمة. وبغية استخدام المعلومات من قطعان مختلفة، هناك حاجة إلى بنية تنظيمية كافية. ويمكن تحقيق ذلك من خلال التعاون الوثيق بين المربين، روابطهم، والجامعات ومراكز البحوث. إن التحديد الفريد لكافة الحيوانات التي تمد البيانات أساسي. وُيسند محلّل البيانات، بتوجيه ومساعدة من موظفي اتحاد السلالة، إلى الحيوانات مجموعات معاصرة (مجموعات من الحيوانات من العمر ذاته مرباة مع بعض وبالمعاملة ذاتها). وقد يكون هذا الإسناد حاسماً للتقويم الوراثي الدقيق. يقدم المربون البيانات إلى الاتحاد، وبعد تدقيقها لأخطاء واضحة، تحال البيانات إلى فريق تقويم التحليل. يتم التحليل، بالنسبة للمجترات، مرة أو اثنتين كل عام، ولكنه ينجز، بالنسبة لبرامج لحم الخنازير والدواجن، حيث يتم التقويم على أساس شهري، أسبوعي أو كل أسبوعين بشكل مستمر.

إن نتائج التنبؤات الوراثية (أدلة تجمع القيم التربوية المتنبأة) تكون نمطياً مطبوعة على شهادات تسجيل الحيوانات. ومن الشائع طبع القيم التربوية المتنبأة في كاتالوجات البيع والنطاف. وهذا يعني أن على المستخدمين النهائيين (الزرّاع) فهم وقبول هذه القيم المنتجة، ومعرفة كيفية استخدامها. ولا معنى من القيام بتقويم وراثي إذا تركت النتائج دون أن يمسها المستخدمون النهائيون.

يتطلب إجراء تقويم وراثي نمطي كادراً مؤهلاً، وموارد مادية كافية لتنفيذ التحليل وإنتاج تقارير مناسبة لتيسير قرارات الانتخاب. ويمتلك عديد من البرامج واسعة المدى وحدة داخلية مكرسة للتقويم الوراثي. ومع ذلك، من السهل أيضاً عمل عقد لهذا التقويم مع مؤسسة خارجية. وتؤمن عديد من الجامعات ومراكز البحوث خدمة تقويم وراثي لبرامج التربية القطرية وغير القطرية. ويمكن لهذه الخدمات تغطية سلالات أو أنواع مختلفة عديدة، على اعتبار أن مبدأ التقويم الوراثي والبرنامج الحاسوبي المشمول يكون متماثلاً في كل حالة. وربما تكون الخدمة الدولية لتقويم الثيران (INTERBULL) أكثر وحدات التقويم الوراثي ذات السمعة الدولية شعبية. وقد أنشئ المركز، الذي يتخذ من الجامعة الزراعية السويدية في "أباسالا" مركزاً له، كلجنة فرعية دائمة للجنة الدولية لتسجيل الحيوانات (ICAR)، ويقدم تقويماً وراثياً دولياً لتيسير المقارنة وانتخاب ثيران أبقار الحليب على مقياس دولي. والمثال الآخر هو BREEDPLAN، وهي خدمة تجارية للتقويم الوراثي التجاري لأبقار اللحم مع قاعدة عاملة في أستراليا، ولها زبائن في بلدان عديدة.

6.3 الانتخاب والتزاوج

يتعين أن يرتكز الانتخاب في الغالب على معيار انتخاب. ويجدر انتخاب حيوانات تربية قليلة قدر الإمكان، من كل جنس، لتعظيم شدة الانتخاب، مع قيود فقط على عدد الحيوانات المطلوب للحجم الأدنى للمجتمع، والعدد المطلوب لأغراض التكاثر. بما أن المعدلات التكاثرية للذكور أعلى بكثير عامة من مثيلاتها للإناث، يتم عادة انتخاب ذكور تربية أقل بكثير من إناث التربية.

قد يكون مرشحو الإنتخاب من أعمار مختلفة، وبالتالي قد تكون هناك كميات غير متساوية من المعلومات الخاصة بهم. فقد يكون للذكور الأكبر، على سبيل المثال، اختبار ذرية، في حين يكون الأداء الذاتي للذكور الأصغر، أو ذاك الخاص بشقيقاتهم الإناث المعلومة الوحيدة المتوافرة. وإذا ما تم استخدام أفضل تنبؤ خطّي غير متحيّز، يمكن مقارنة المرشحين بسهولة

وإنصاف. ولعل انتخاب حيوانات أكثر مع قيم تربوية متنبأة دقيقة وأفضل الحيوانات بقيم تربوية متنبأة أقل فقط، الاتجاه الأفضل.

هناك قبول واسع أن استخدام معلومات العائلة، كما يحدث في أفضل تنبؤ خطّي غير متحيّز، يزيد من احتمالية الانتخاب المشترك للأقارب، والذي يقود بدوره إلى زيادة تربية الأقارب. وتستخدم طرائق متنوعة لتقليل زواج الأقارب مع المحافظة على معدلات عالية من الربح الوراثي. وترتكز كل هذه الطرائق على مبدأ واحد– خفض معدل علاقة القربى ما بين الأفراد المنتخبة. تم تطوير برامج حاسوبية لتنظيم قرارات الإنتخاب لقائمة معينة من المرشحين تتوافر لهم معلومات النسب والقيم التربوية المتنبأ بها. وتشمل الطرائق المتخصصة لمراقبة زواج الأقارب انتخاب عدد كاف من الذكور، باعتبار أن معدل تربية الأقارب يتوقف على حجم المجتمع الفعّال؛ عدم المبالغة في استخدام الذكور ضمن النويّة؛ تحديد عدد الإناث المتزاوجة مع كل ذكر؛ واجتناب المزاوجة بين الأشقاء ونصف الأشقاء. وكانت هذه القواعد البسيطة فاعلة في المحافظة على مستوى منخفض من زواج الأقارب في التربية التجارية للدواجن والخنازير.

قد يتم مزاوجة الحيوانات المختارة وقد لا يتم بشكل عشوائي. وفي الحالة الأخيرة، يتم مزاوجة الأفضل من الذكور المختارة مع الأفضل من الإناث المختارة– ويعرف ذلك بالتزاوج المتلائق. لا يتغيّر متوسط القيمة التربوية للذرية المولودة في الجيل التالي، ولكن سيكون هناك اختلاف أكثر بين الذرية. وعند شمل صفات متعددة في هدف التربية، قد يكون التزاوج المتلائق مفيداً– مطابقة النوعيات في مختلف الآباء للصفات المختلفة.

تتطلب أية استراتيجية تزاوج مرافق كافية، وبالنسبة للتزاوج الطبيعي، يتعيّن وضع الحيوانات المراد مزاوجتها مع بعض في الحقل ذاته، ولكن مفصولة عن الحيوانات الأخرى بعمر التزاوج. يمكن استخدام التلقيح الاصطناعي، لكنه يتطلب أيضاً مدى من الموارد والخبرة (جمع النطاف، التجميد و/أو الخزن والتلقيح).

7.3 رصد التقدم

يشمل رصد التقدم تقويم البرنامج فيما يخص التقدّم نحو الهدف المرغوب. ويقود، عند الضرورة، إلى تقويم الهدف و/أو استراتيجية التربية. كما أن الرصد مهم لضمان الكشف المبكر للآثار غير المرغوبة لعملية الانتخاب، مثل زيادة القابلية للإصابة بالأمراض أو انخفاض في الاختلاف الوراثي.

وبغية تقويم التقدم، يتم الحصول على الاتجاهات المظهرية والوراثية عادة بإدخال متوسط القيم السنوية المظهرية والتربوية على سنة الولادة. وإضافة لهذه المعلومات، يجري المربون اختباراً داخلياً وخارجياً منتظماً لاختبار الأداء، وتتطلب خطة اختبار خارجية أن تغطي مدى واسعاً من الشروط. ومن المصادر الأخرى للمعلومات، وربما الأكثر أهمية، النتائج الحقلية وملاحظات الزبائن. وفي النهاية، فإن الزبون هو أفضل حكم للعمل المنفذ.

8.3 نشر التقدم الوراثي

إن قيمة الأفراد المتفوقة تكون محدودة، إذا لم تسهم بكفاءة في تحسين بركة المورثات للمجتمع المستهدف بأسره. ويتوقف التأثير الوراثي للتحسين الوراثي على نشر المادة الوراثية. وتعد تقنيات الإكثار، وبخاصة التلقيح الاصطناعي، مهمة جداً في هذا الخصوص. على أن تأثيرها يختلف بين الأنواع. يتوقف تبادل المادة الوراثية، في الأغنام والماعز، إلى حد كبير، على التجارة في الحيوانات الحية. إذ يسمح التلقيح الاصطناعي، في حالة الأبقار، باستخدام الثيران المنتجة في النويّة عبر كامل المجتمع. ومن حيث المبدأ، لا توجد مشكلة في السماح لثور متميز بامتلاك عدة ذريات في كل المجتمع. على أن إنجاز التلقيح الاصطناعي باستعمال نطاف من ثور من العائلة ذاتها على نحو مكثف سيؤدي في النهاية إلى التربية الداخلية/زواج الأقارب.

يتعين أن يكون ممكناً تطبيق العناصر المذكورة أعلاه في ظل شروط أساسية. إذ لا تتطلب بنى التربية

بالضرورة نظماً متطورة من تسجيل البيانات والتقويم الوراثي، ولا تتطلب في البداية استخدام تقنيات تكاثرية. ويتعيّن تحديد بنية التربية انسجاماً مع ما هو ممكن وما هو مثالي. ولا بد من مراعاة القيود البيئية أو قيود البنى التحتية، التقاليد، والشروط الاجتماعية–الاقتصادية عند تخطيط برامج التربية.

4 برامج التربية في النظم عالية المدخلات

يتم، في النظم عالية المدخلات، توليد التحسين الوراثي المستمر بالتربية الصرفة ضمن سلالة أو خط بشكل رئيس. وفي حالة المجترات، تكون هذه نتيجة الموقع القوي والعمل النشط لاتحادات المربين، والنتائج المدهشة التي يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة. وتستخدم التربية التهجينية لتحقيق المنافع من قوة الهجين (Heterosis) وتكاملـه. ويركز المربون، في الخنازير والدواجن، جهودهم على الانتخاب ضمن السلالة أو ضمن الخط، ويستخدمون التهجين للإفادة من قوة الهجين لصفات اللياقة وعلى التكامل للصفات الأخرى.

إن عدد شركات تربية الحيوانات في العالم صغير نسبياً، ولكنها ذات أهمية عظيمة. وهي تعمل على نحو متزايد على مستوى عالمي. وكما توضحه الفصول الفرعية التالية، فإن بنية منظمات التربية، بما في ذلك الملكية، تختلف بشكل عظيم بين الأنواع.

1.4 تربية أبقار الحليب واللحم

معايير الانتخاب

تزايد متوسط إنتاج الحليب، الدهن والبروتين بالنسبة للبقرة الواحدة/سنة بشكل كبير في العقود الماضية نتيجة الاستخدام الواسع لسلالات مثل هولشتاين–فريزيان والانتخاب المكثف ضمن السلالة. وهذه الزيادة هي انعكاس أيضاً لحقيقة أن الإنتاجية كانت لعدة سنوات هدف انتخاب مهم، بارتكاز الانتخاب على الإنتاج والصفات الشكلية/المورفولوجية.

شهدت السنوات الأخيرة قلقاً متنامياً من طرف المستهلكين حول مسائل رعاية الحيوان، وحول استخدام المضادات الحيوية في الإنتاج الحيواني. كما أدركت منظمات التربية أيضاً أن الانتخاب لمخرج المنتج فقط بالنسبة للحيوان يقود إلى تدهور صحة الحيوانات وأداءها التكاثري، زيادة الإجهادات الاستقلابية ونقص في التعمير/طول العمر (Rauw *et al.*, 1998) ونتيجة لذلك، ازداد التأكيد على الصفات الوظيفية، وقلّ الاهتمام الموضوع على مخرج المُنتج. ويرتكز الانتخاب للصفات الوظيفية حالياً على التسجيل المباشر لهذه الصفات أكثر من الصفات من خلال النمط. تم تطوير القيم التربوية لمدى واسع من الصفات الوظيفية وتطبيقها في معظم البلدان. ومكّن ذلك منظمات التربية من توجيه اهتمام مباشر لهذه الصفات في القرارات التي تتخذها.

مؤطر 81

مشكلات ولادة العجول في الأبقار البلجيكية البيضاء الزرقاء

قاد الطلب على اللحم عالي النوعية، في أبقار اللحم، إلى استخدام سلالات مثل البيضاء الزرقاء البلجيكية، التي تمتلك أنماطاً مظهرية متطرفة. تمتلك هذه السلالة معدلاً عالياً جداً من الولادات القيصرية (Lips *et al.*, 2001). وعلى المدى القصير، لا يمكن خفض هذا المعدل بشكل معنوي. إن القوة العضلية القصوى لسلالة الأبقار البيضاء الزرقاء البلجيكية تحدث رئيسياً بمورثة ميوستاتين، وهي مورثة مفردة كروموزومية غير جنسية متنحية متوضعة على الكروموزوم 2. وبالتالي فإن تحقيق إمكانية خفض مشكلات ولادة العجول في الوقت الذي تتم فيه المحافظة على القوة العضلية القصوى، هو موضع تساؤل. ونظراً لهذا السبب بالإضافة إلى المشاغل الواضحة برعاية الحيوان، فإن مستقبل السلالة هو موضع تساؤل.

مؤطر 82

التربية التهجينية لمواجهة المشكلات المرتبطة بالتربية الداخلية/زواج الأقارب في أبقار الهولشتاين

حلت سلالة هولشتاين، والمؤلفة بشكل تام تقريباً من مورثات الهولشتاين الأمريكية محل السلالات الأخرى من أبقار الحليب في معظم أنحاء العالم. وتم التأكيد على الإنتاج والشكل في تربية الهولشتاين نظراً لإمكانية التوريث العالية المتوسطة وسهولة جمع البيانات. ومع ذلك، تم حتى عهد قريب تجاهل خصوبة الأنثى، سهولة الولادة، نفوق العجول، الصحة والمثابرة. وأدت المشكلات المرتبطة بالصفات الوظيفية، مع زيادة في التربية الداخلية على المدى الدولي، إلى اهتمام عظيم بالتربية التهجينية ما بين المنتجين التجاريين للألبان. يستمر البحث عن فحول نقية التربية لتربية معظم بكاكير وأبقار الحليب للتربية التهجينية. وستفيد معظم نظم التربية التهجينية في أبقار الحليب من ثلاث سلالات لتعظيم المستوى المتوسط لقوة الهجين عبر الأجيال.

لمزيد من المعلومات انظر: Hansen (2006).

جدول 99
أهداف التربية في المجترات

الأهداف/المنتج	المعايير	مواصفات أخرى
صفات الإنتاج		
حليب	الكمية	إنتاج ا لحليب المنقول
	محتويات/نوعية	٪ للبروتين، ٪ للدهن، عدّ الخلايا الجسمية، تخثر الحليب
لحم بقر	معدل النمو	في أعمار مختلفة
	نوعية الذبيحة	المحتوى الدهني، معدل العظم/لحم
	نوعية اللحم	الطراوة، العصيرية
صوف	الكمية نوعية الألياف	الطول/القطر
صفات وظيفية		
الصحة والرعاية	تشوهات وراثية	عوز الالتصاق لفيروس ابيضاض دم الأبقار، قدم البغل، تشوّه فقري معقّد
	حدوث التهاب الضرع	
	شكل الضرع	ارتباط الضرع، عمق الضرع وصفات الحلمات
	مشكلات القدم والساق	
	الحركة/الانتقال	دليل اضطرابات الحوافر
الكفاءة التكاثرية	خصوبة الأنثى	ارتفاع الحرارة، معدل الذرية
	خصوبة الذكر	معدل عدم العودة
	سهولة الولادة	آثار مباشرة ومن الأم، مواليد نافقة
	عدد الذرية الحية	
كفاءة العلف	كفاءة تحويل العلف	
	ديمومة إنتاج الحليب	
قابلية العمل	القابلية للتسويق	
	السلوك	سرعة الحلابة
التعمير/طول العمر	حياة القطيع الوظيفية	

يواجه المربون صعوبات في ناحيتين– التربية (بما في ذلك التسجيل) والتسويق. وفيما يخص التربية، هناك مشكلات مترافقة مع الاستجابات المرتبطة للانتخاب. ويتم، في معظم برامج تربية الأبقار، بناء دليل تجميع يشمل صفات مثل النمو، غلة الحليب، الخصوبة، المظهر، عدد الخلايا الجسمية في الحليب، سهولة الولادة ومدة الحياة الإنتاجية (لمزيد من التفاصيل انظر الجدول 99). وقد وضع التركيز الرئيس، في أبقار الحليب، (ومازال) على غلة الحليب، رغم الارتباطات الوراثية السالبة ما بين غلة الحليب والتكاثر والصفات المرتبطة بالصحة. وتم لذلك ملاحظة آثار جانبية غير مرغوبة– بما في ذلك خصوبة أخفض، وقابلية أعظم للإصابة بالتهاب الضرع، مشكلات الأرجل وكيتوزية الأبقار (الخلال).

قاد الانتخاب للنمو، في أبقار اللحم والأغنام، إلى أوزان مواليد أعلى وخطورة متزايدة لمشكلات الولادة. كما يتوقع أن تزيد معدلات النمو العالية الحجم البالغ لإناث التربية. وقد ينتج عن ذلك معدلات تكاثرية منخفضة إذا لم تتمكن الحيوانات الكبيرة من تحقيق متطلباتها التغذوية بسبب محدوديات كمية ونوعية العلف المتاح، ويمكن اجتناب هذه الآثار الجانبية غير المرغوبة، أو على الأقل خفضها، بزيادة وزن الصفات الوظيفية ضمن أدلة الانتخاب. وهذا يفترض أن تكون هذه الصفات قابلة للقياس مباشرة. ويبقى تسجيل الصفات الوظيفية غالباً طريقاً ضيقاً مهماً يعيق إدراجه في خطط التربية. وهذا موضح في مثال كفاءة استخدام العلف. إن تسجيل أخذ العلف في عدد كبير من الحيوانات مستحيل حالياً– مانعاً الانتخاب الفاعل لهذه الصفة.

هناك أيضاً مشكلات مرتبطة بالتسويق. وبالنسبة للحليب، هناك ممارسات إدارة جيدة في معظم البلدان منذ زمن طويل، وكان لنوعية المنتج تأثير مباشر في السعر الذي يدفع للمنتجين. وفي حالة اللحم، مع ذلك، فإن المقدرة على التعقّب والتنظيم في سلسلة الإنتاج كانت ضعيفة تقليدياً. وهذا يحد من فرص تحسين النوعية. وعلى نحو عام، لا يكافأ الزراع لنوعية اللحم، ويكافؤون غالباً لنوعية الذبيحة بشكل بسيط.

تنظيم وتطور قطاع التربية

نظراً لمعدل التكاثر المنخفض، فإن الفاصل الأطول بين جيلين والكمية الواسعة من المكان المطلوب لإيواء كل حيوان فإن لتربية الأبقار بنية أكثر تعقيداً وأكثر انفتاحاً تنظيمياً من تربية الدواجن والخنازير. يمكن أن يحدث انسياب المورثات من كل من المربي والمنتج والعكس صحيح. ويتم اقتسام موارد المعلومات ما بين اللاعبين على المستويات المختلفة. ويتم في برنامج نمطي لتربية الأبقار تسجيل النسب غالباً، امتلاكه وإدارته من جمعيات السلالة، في حين تكون سجلات الحليب مملوكة من الزراع، ولكن يتم جمعها وتسجيلها من منظمات تسجيل الحليب. ويتم حفظ المعلومات عن الخصوبة والأداء التكاثري من قبل الشركات التي تؤمن خدمة التلقيح الاصطناعي، في حين تبقى معلومات الصحة مع البيطريين. وتكون هذه المنظمات غالباً في مواقع لا مركزية ويمكن أن تخزن المعلومات بأنظمة مختلفة.

ونظراً لأن إنتاج الأبقار يكون منشأة زراعية تقليدية رئيسية ونظراً لأن للتربية تأثير رئيس في هذه المنشآت، فإن برامج تربية الأبقار تمتلك مدخلاً أكثر من الهيئات الحكومية من تربية الدواجن والخنازير، ويكون لها بالتالي توقعاً خاصاً بكل بلد. وقد بدأت معظم البرامج أو تمت استدامتها بدعم أو منح من هيئات حكومات وطنية (Wickham, 2005). وتسهم منظمات مثل مختبر برامج التحسين الحيواني (AIPL) التابع لوزارة الزراعة الأمريكية (USDA)، شبكة الألبان الكندية (CDN)، Cr- Delta في هولندا، ومعهد التربية (IE) في فرنسا بأدوار رئيسة في برامج تربية الأبقار في بلدانهم الموافقة، وبخاصة في إدارة البيانات والتقويم الوراثي. وهي الحالة أيضاً لجمعيات السلالة، التي أسهمت بدور رئيس في المحافظة على وتحسين تكامل سلالاتهم الموافقة. إن نجاح هولشتاين–فريزيان، والتي تعد حتى الآن سلالة الثيران السائدة في معظم قطعان الحليب في العالم الغربي، شاهد على أنشطة الاتحاد العالمي لأبقار هولشتاين–فريزيان (WHFF). إن تشكيل كتب القطيع مع أعضاء مكرسين وأهمية أداء حلقة المظهر (التي تعتبر بصرامة من شؤون ضمن السلالة) ساعدت في استدامة تطوير السلالات نقية التربية للسلالات الرئيسة من أبقار الحليب واللحم والمحافظة عليها.

مؤطر 83

الأبقار الحمراء النرويجية– الانتخاب لصفات مظهرية

تعد الحمراء النرويجية سلالة حليب عالية الإنتاج، تم فيها إدراج الخصوبة والصحة في دليل الانتخاب (المعروف بدليل الاستحقاق الإجمالي) والموجود في العمل منذ السبعينيات. وتؤمن حالة الحمراء النرويجية توضيحاً عملياً أنه يمكن موازنة الإنتاج والصفات الوظيفية في برنامج تربية مستدام. وكانت هذه النتيجة مرتكزة على نظام تسجيل فاعل ورغبة بوضع وزنٍ كافٍ على الصفات الوظيفية. وتدير GENO، وهي تعاونية مملوكة ومدارة من زراع الأبقار النرويجيين البرنامج. وتوجد حالياً عشر صفات مدرجة في دليل الاستحقاق الكلي، وتعرض القائمة التالية الوزن النسبي المعطى لكل صفة:

دليل الحليب	0.24
مقاومة التهاب الضرع	0.22
الخصوبة	0.15
الضرع	0.15
اللحم (سرعة النمو)	0.09
الأرجل	0.06
المزاج	0.04
أمراض أخرى	0.03
الولادات المستقرة	0.01
سهولة الولادة	0.01

وتتضمن السمات الرئيسة للبرنامج الحقيقة أن 95 بالمئة من القطعان تشترك في نظام التسجيل وهي على خطة تزاوج مبرمجة حاسوبياً، يتم 90 بالمئة من التزاوج باستخدام التلقيح الاصطناعي، وهناك 40 بالمئة استعمال لاختبار الثيران. تنفذ كل أعمال التشخيص وتسجيل الصحة من بيطريين، وتتم المحافظة على قواعد بيانات للنسب والمعلومات المرتبطة بالتلقيح الاصطناعي. يتم اختبار حوالي 120 ثور سنوياً مع مجموعات نسب من 250 إلى 300 بنت– ممكناً ذلك من إدراج صفات بقدرة توريث منخفضة (مثل التهاب الضرع بقدرة على التوريث 0.03 وأمراض أخرى 0.01) في الوقت الذي لا يزال يقدم دليل انتخاب بدقة عالية.

يزيد إنتاج الحليب لكل فترة إرضاع ولأفضل القطعان عن 10000 كغ مع إنتاج للأبقار المتفوقة أكثر من 16000 كغ. إن الاتجاه الوراثي إيجابي فيما يخص الخصوبة– معدل عدم العودة في المجتمع حوالي 73.4 بالمئة. وتم في الفترة ما بين 1999 و 2005 خفض حدوث التهاب الضرع في الأبقار الحمراء النرويجية من 38 بالمئة إلى 21 بالمئة، ويقدر أنه مع هذا الانخفاض فإن 0.35 بالمئة في السنة كان نتيجة التحسين الوراثي. وصعوبات الولادة الرئيسة مبلغ عنها في أقل من 2 بالمئة من الولادات، وأقل من 3 بالمئة من العجول تكون ميتة عند الولادة.

يحفز عدد من العوامل استدامة برنامج التربية.

- يعبر عن الإنتاج والوظيفة بعدة صفات، ويتم وزن الاثنتين في استراتيجية التربية.
- يمكن أن تؤدي توليفات عديدة إلى قيمة تربوية إجمالية عالية. ويسمح ذلك بانتخاب الحيوانات من خطوط تربية مختلفة، وبالتالي خفض أوتوماتيكي لخطر زواج الأقارب.
- يرتكز العمل التربوي على بيانات من قطعان حليب عادية، تضمن أن برنامج التربية ينتج حيوانات متكيفة مع ظروف الإنتاج المألوفة.

مقدمة من Erling Fimland

لمزيد من المعلومات انظر الرابط:

http://www.geno.no/genonett/presentasjonsdel/engelsk/default.asp?menyvalg_id=418

تطورت برامج الانتخاب التي نفذتها مراكز التلقيح الاصطناعي من خططٍ محلية إلى قطرية، وهي تعمل دولياً بشكل متزايد. إن نشر المادة الوراثية من حيوانات "متفوقة" يتم الآن على مستوى عالمي. ويتنبأ أن تضحي مراكز التلقيح الاصطناعي خلال الـ 10 إلى 15 سنة القادمة متحدة في شركات تربية عالمية قليلة، كما يحدث الآن في قطاعي الدواجن والخنازير. فقد كان برنامج التربية "Genus" في أوائل التسعينيات، على سبيل المثال، برنامج الأبقار الرئيس في المملكة المتحدة، ومع السنين اندمج Genus مع وراثة ABS من الولايات المتحدة الأمريكية لتشكيل شركة عالمية، تقوم الآن بتزويد وراثة الأبقار من مختلف سلالات أبقار اللحم والحليب لتغطي 70 بلداً. وأكثر حداثة، اشترت Genus شركة Sygen، وهي شركة تقنيات حيوية.

تعتمد برامج التربية في الأبقار على المنتجين التجاريين لتوليد بيانات كافية للتقويم الوراثي. ويحدث تسجيل البيانات لذلك في كل طبقات هرم التربية. وهذا المطلب هو الأعظم في حالة برامج الألبان التي تتطلب مجموعات واسعة من الذرية للتقويم الدقيق للثيران (وبخاصة للصفات ذات قابلية التوريث المنخفضة)، أو في أبقار اللحم كي يكون قادراً على تقويم الآثار المباشرة ومن الأمهات. إن استخدام التلقيح الاصطناعي لنشر النطاف سائد عبر قطعان عديدة، ويساعد ذلك في تيسير المقارنة ما بين الحيوانات المرباة في بيئات مختلفة. كما يمكّن التلقيح الاصطناعي أيضاً شدة عالية في انتخاب الذكور.

إن الانتخاب الناجح ضمن سلالات أبقار اللحم هو نتيجة لبرامج جيدة التنظيم لقياس الإنتاج، اختبار الثيران الصغيرة وتقويم وراثي كفء. ويسمح المستوى العالي من التغذية في الإنتاج التجاري للألبان بالتعبير لنسبة عالية من الإمكانية الوراثية للبقرة، والتي تسمح بدورها بأن يكون الانتخاب فعالاً على نحو خاص.

وجدت دراسات التربية التهجينية في أبقار الحليب بشكل متسق مستويات معنوية من قوة الهجين ما بين سلالات الحليب لصفات إنتاج الحليب، الخصوبة والتعمير. على أن الانتخاب الناجح لمستويات عالية من إنتاج الحليب في أبقار هولشتاين–فريزيان على المدى الطويل قاد إلى الاستخدام الواسع لحيوانات التربية الصرفة لهذه السلالة. على أنه من المحتمل أن يقود زيادة الضغط من المنتجين التجاريين، الذين يعانون من خسائر مرتبطة بخصوبةٍ وتعمير ضعيفين، والحاجة إلى المرونة في تطوير المنتج في المستقبل إلى زيادة تطوير أبقار هجين على مستوى برنامج التربية.

يتم تطبيق التربية التهجينية في أبقار اللحم غالباً بدون برنامج جيد التصميم. وفي أبقار اللحم، يصعب تنفيذ برامج التربية التهجينية في قطعانٍ تستخدم أقل من أربعة ثيران. وحتى بالنسبة للعمليات الأكبر، فإن إدارة القطعان بشكل منفصل، كما هو مطلوب في برامج التربية التهجينية المنظمة، قد يكون صعباً (Gregory *et al.*, 1999).

أدى إدخال التلقيح الاصطناعي، في الأبقار، إلى اختزال كبير في عدد الثيران التي تسهم في تبادل المادة الوراثية بين المناطق والبلدان. ومن خلال التلقيح الاصطناعي، يتم استخدام الثيران في المجتمع العام في النويّة. ونتيجة للمعدل التكاثري العالي للثيران، يسهم انتخاب الثيران بـ 70 بالمئة من التغير الوراثي الإجمالي في مجتمعات أبقار الحليب واللحم.

2.4 تربية الأغنام والماعز

معايير الانتخاب

تحفظ الأغنام والماعز لإنتاج اللحم، الحليب، الصوف والألياف (انظر جدول 99 لأهداف التربية المقابلة). ويعدّ حليب الأغنام منتجاً مهماً في بلدان المتوسط– ويتم تحويله بشكل رئيس إلى جبن (مثل روكفورت، فيوري ساردو، بيكورينو رومانو وجبن فتّة). ويعدّ إنتاج الحليب ونوعيته معايير تربية مهمة. ويمكن لأغنام الحليب أيضاً أن تربى لمعدل النمو، صفات تكاثرية مثل معدل التوائم، وصفات النمط مثل شكل الضرع (Mavrogenis, 2000). وعلى العكس، يعدّ الحليب في شمال غرب أوروبا، المنتج الأكثر أهمية المتحصل عليه من الأغنام. وتتوقف أهداف التربية المحددة على بيئة الإنتاج (مثل الجبال إزاء الأراضي

المنخفضة)، وقد تشمل معدلات النمو، نوعية الذبيحة، الأداء التكاثري والقدرات الأمهاتية. تسود أستراليا ونيوزيلندا الإنتاج التجاري للصوف مع قطعانها المتخصصة من الأغنام صرفة التربية ذات الصوف الناعم من نمط مرينوس. ورغم أن جميع الأغنام تنحدر من أغنام مرينوس الإسبانية، فقد تم تطوير عترات مختلفة على مرّ السنين. وقد أدت الحاجة إلى حيوانات متكيّفة مع ظروف بيئية محددة إلى تشكيل تطوير السلالة. ففي أستراليا، على سبيل المثال، تم تربية عترات مختلفة من المرينوس لتكيّفها مع البيئة في أجزاء مختلفة من البلد. وفيما يخص إنتاج الصوف، تتضمن معايير الانتخاب عادة، الوزن النظيف للجزة وقطر الألياف. وقادت الأهمية الاقتصادية المتزايدة للحم بالنسبة للصوف إلى انحراف أهداف التربية باتجاه معايير مثل معدل التكاثر ووزن البيع.

وفي بلدان المتوسط، جنوب آسيا وأجزاء من أمريكا اللاتينية، يحفظ الماعز أساساً للحليب. ويستخدم حليب الماعز، في بلدان المتوسط وأمريكا اللاتينية أساساً لإنتاج الجبن، في حين يستهلك في أفريقيا وجنوب آسيا بشكله الخام أو المحمّض. وفي أجزاء أخرى من آسيا وأفريقيا، يحفظ الماعز بشكل رئيس لإنتاج اللحم. وفي هذه المناطق يتم تأمين كميات قليلة جداً من العلف الداعم، ويؤمن الرعي كمية مهمة من المتطلبات الغذائية. تكون الحيوانات من حجم متوسط إلى صغير، وذات عضلات متوسطة إلى خفيفة. والاستثناء هو تطوير ماعز Boer لإنتاج اللحم في أفريقيا الجنوبية. وقد تم إدخال السلالة إلى بلدان أخرى في أفريقيا ولأجزاء أخرى من العالم كأستراليا.

تنظيم قطاع التربية

توجد معظم برامج التربية لأغنام الصوف الناعم في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية (أستراليا ونيوزيلندا). وترتكز هذه البرامج على التربية الصرفة. على أنه في عمليات الصوف الناعم حيث يأتي جزء مهم من الدخل من الحملان (للذبح)، تم استخدام إنتاج الجيل الأول ذاتي الاحتواء. وتحت هذا النمط من البرنامج، تربى كل النعاج تربية صرفة للصوف الناعم. ويتزاوج جزء كبير من النعاج المنتخبة مع أكباش صوف ناعم لإنتاج إناث استبدالية. وتزاوج النعاج الباقية مع ذكور نهائية ويتم بيع كافة الحملان.

وفي حالة التربية للحم الأغنام، يكون الحجم المتوسط للقطيع صغيراً للسماح بانتخاب مكثف ضمن القطيع. وتم التغلب على هذه المشكلة من خلال خطط تربية تعاونية. تكون خطط تربية النويّة جيدة الاسترساء (مثل James, 1977)، ولكن خطط فحول التربية المرجعية (SRS) كسبت شعبية منذ وقت قريب. وفي خطط فحول التربية المرجعية، يتم خلق روابط وراثية ما بين القطعان بالاستخدام المتبادل لأكباش محددة (فحول تربية مرجعية). وتسمح هذه الوصلات بعمل تقويم وراثي عبر القطيع، مقدمة بركة أكبر من المرشحين للانتخاب لأهداف جماعية. وينتمي حوالي ثلثي الأغنام ذات الأداء المسجل في المملكة المتحدة، بما في ذلك كل سلالات اللحم الرئيسية المتخصصة لهذه الخطط (Lewis and Simm, 2002).

تعتبر التربية التهجينية الأساس لصناعة الأغنام الطبقية في المملكة المتحدة (Simm, 1998). ويعمل النظام على أساس بنية هشّة تشمل جمعيات سلالة، هيئات حكومية ومؤسسات أخرى. وتربى سلالات الهضاب التقليدية مثل الاسكوتلاندي أسود الوجه تربية صرفة تحت ظروف إنتاج قاسية في الهضاب. وتباع النعاج من هذه السلالات النقية للزراع في المناطق "المرتفعة" (حيث المناخ أقل قسوة والرعي أفضل). وتهجّن هنا مع كباش من سلالات متوسطة التهجين مثل الليسيستر أزرق الوجه. تباع إناث الجيل الأول للتربية في قطعان الأراضي المنخفضة حيث تتزاوج مع سلالة فحول نهائية مثل سوفولك وتكسل. ويهدف معظم تسجيل البيانات والتقويم الوراثي إلى تحسين سلالات الفحل النهائي لإنتاج كباش ذات نوعية وراثية متفوقة. وينفذ تسجيل البيانات والتقويمات الوراثية بعمليات تجارية مثل Signet أو من مؤسسات بحثية مدعومة بتمويل عام.

يوجد معظم ماعز الحليب في الدول النامية. على أن برامج التربية مركزة في أوروبا وأمريكا الشمالية

بشكل رئيس. ويعدّ البرنامج الفرنسي للانتخاب، المرتكز على التلقيح الاصطناعي والنطاف المجمدة وتزامن الشبق (60000 رأس ماعز تلقح اصطناعياً كل عام)، والبرنامج النرويجي، المرتكز على تدوير فحول التربية في قطعان عديدة (دوائر الذكور)، أمثلة عن برامج الاختبار المنظم للذرية وهي تشمل تعريفاً رسمياً لأهداف الانتخاب وتزاوجاً منظماً لإنتاج فحول تربية فتية وذرياتها. ولعل المثال الأفضل لهدف برنامج تربية مهيكل للحم الماعز ذاك الذي ينفذه اتحاد مربي ماعز Boer في أستراليا. ويرتكز إنتاج الكشمير والموهير على تربية صرفة للسلالات المرافقة. ولا توجد تقريباً تربية تهجينية تشمل ماعز أنغورا.

3.4 تربية الخنازير والدواجن

معايير الانتخاب في الخنازير

كانت برامج تحسين الخنازير، كما في حالة المجترات، ناجحة جداً في تحقيق التحسين الوراثي للصفات المهمة اقتصادياً، وبخاصة الكسب اليومي، سماكة دهن الظهر، كفاءة العلف و، خلال العقد الأخير، الحجم الصغير (لمزيد من التفاصيل انظر جدول 100). والهدف في الوقت الحاضر هو التربية لحيوانات أقوى وأكثر فاعلية لتلبية مختلف الظروف البيئية. وهذا يتطلب إيجاد استراتيجية كافية لمعالجة التأثرات نمط وراثي× بيئة، ووضع تأكيد أكثر على الصفات الثانوية التي كانت حتى الآن ذات أهمية اقتصادية مهملة. وتشمل المواصفات الثانوية مثابرة الصغار، الفترة ما بين الفطام ودورات الشبق الأولى، حيوية الخنزيرات، الشكل (وبخاصة الأرجل)، حيوية الخنازير حتى وزن الذبح، لون اللحم والخسارة بالتنقيط. أضحت صحة الخنازير أكثر أهمية. وهذا يعني تحسين الحالة الصحية في مزارع التربية والانتخاب لمقاومة عامة للأمراض تحت الشروط التجارية.

جدول 100

أهداف التربية في الخنازير

الأهداف	المعايير	مواصفات إضافية
الصفات الإنتاجية		
	معدل النمو	عند أعمار مختلفة
	وزن الذبيحة	
	نوعية الذبيحة	تجانس الذبيحة، اللحم غير الدهني فيها
	نوعية اللحم	كفاءة مسك الماء، اللون، النكهة
الصفات الوظيفية		
الصحة والرعاية	المقاومة العامة	القوة
	حيوية صغار الخنزير	
	مثابرة الخنازير/بقاؤها حيّة	قدرة الأمومة، عدد الحلمات
	الإجهاد	إزالة الإجهاد مورثة (halothane)في خطوط الإناث، وفي الذكور حيثما كان ذلك ممكناً
	آثار ما قبل الولادة	مثال: إنسداد شرجي، الحلمات المهاجرة، الرجل العرجاء، الخنوثة والفتق
	مشكلات الأرجل	ضعف الأقدام وعدم القدرة على الحركة
الكفاءة	حجم البراز	عدد الخنازير المذبوحة من كل خنزيرة في العام
	كفاءة تحويل العلف	
التعمير/طول العمر	العمر الوظيفي للقطيع	عمر الحياة الإنتاجي مع مشكلات صحية دنيا

جدول 101

أهداف التربية في الدواجن

الأهداف	المعايير	مواصفات إضافية
الصفات الإنتاجية		
بيض	عدد البيض	عدد البيض القابل للبيع من كل أنثى
	نوعية البيض الخارجية	متوسط وزن البيضة، قوة الغلاف ولونه.
	نوعية البيض الداخلية	تركيب البيضة (معدل صفار/بياض)، تماسك البياض وخلوه من المحتويات (بقع دم أو لحم)
لحم	معدل النمو	كسب الوزن، العمر عند وزن البيع
	نوعية الذبيحة	"الغلة" بمؤشرات الأجزاء القيّمة، وبخاصة لحم الصدر؛ إنتخب إزاء حويصلات الصدر وتشوهات أخرى لخفض معدل الإدانة.
الصفات الوظيفية		
الصحة والرعاية	المقاومة للأمراض	غير مستخدمة بشكل روتيني
	تشوهات وراثية أحادية العامل	
	مشكلات الأرجل في الفراريج والديوك الرومية	
	هشاشة العظام في الدجاجات البياضة	
	قصور القلب والرئة و"القلب المستدير" في الديوك الرومية	حدوث "عارض الموت المفاجئ،" والاستسقاء في الفراريج
	الافتراس، نقر الريش	
كفاءة العلف	استهلاك الغذاء لكل كيلو غرام كتلة بيض في الدجاجات البياضة، كيلوغرام كسب وزن في الفراريج والديوك الرومية	
	استهلاك بقايا العلف	
التعمير/طول العمر	طول العمر الإنتاجي	

وكما هي الحالة في المجترات، هناك بعض الصعوبات المشمولة في تطبيق انتخاب فعال للصفات "الوظيفية". فالأدوات المناسبة للانتخاب لمقاومة أفضل للأمراض أو لخفض الاضطرابات الاستقلابية لا زالت غير موجودة. كما أن هناك افتقار لمعرفة كافية بالنواحي الوراثية لرعاية الحيوان. ولا بد من تطوير طرائق قياس الإجهاد– من خلال استخدام طرائق غير غازية، على سبيل المثال، لقياس معايير مؤشرات الإجهاد، تحديد مستويات كاتيكول أمين، وتسجيل سرعة القلب، في قطع تحت الجلد. وقد تمكّن المعرفة المحسنة للقدرات الإدراكية واستراتيجيات التكيّف عند الخنازير أن تصبح بعض المواصفات المميزة مؤشراً على المقدرة على التكيّف مع شروط إيواء وتحديات اجتماعية مختلفة، وقد يمكن إدراجها في معايير الانتخاب. وإضافة لما تقدّم، هناك حاجة لتقويم إضافي لتأثير الانتخاب لمقاومة مرض محدد وأهداف رعاية الحيوان.

معايير الانتخاب في الدواجن

تم انتخاب الدجاجات البياضة للإنتاجية بشكل رئيس. وعلى مدى عدة عقود، تم تحسين برامج التربية، وتم إدراج صفات أكثر في أهداف الانتخاب. والأهداف الرئيسة للانتخاب اليوم هي: عدد البيوض القابلة للبيع لكل دجاجة/سنة، الكفاءة في تحويل العلف إلى بيض، النوعية الخارجية والداخلية للبيض، والتكيف مع بيئات مختلفة (لمزيد من التفاصيل انظر جدول 101).

وبالنسبة للحم الفروج، تم تحقيق تحسين وراثي كبير بمؤشرات وزن السوق عند عمر أصغر والفعالية الغذائية المرتبطة بانتخاب إجمالي بسيط لمعدل نمو الصغار و"الشكل". وفي السبعينيات، تم إدخال الانتخاب المباشر لكفاءة تحويل العلف. وانحرف التأكيد بتزايد، في العقدين الأخيرين، إلى صفات ذات أهمية أولية لمنشآت التصنيع– غلّة لحم الصدر، القيمة الإجمالية للذبيحة، كفاءة إنتاج اللحم غير المدهن، تجانس المنتج، معدلات نفوق أو إعدام منخفضة. ويعدّ تطوير خطوط ذكرية وأنثوية متخصصة، وإدخال التغذية المراقبة للآباء، أدوات فاعلة للتغلب على الارتباط السلبي ما بين معدل نمو الصغار وصفات التكاثر.

ترتبط التحديات الأكثر وضوحاً لصناعة الدواجن بالأمراض. لقد استبعدت شركات التربية الأولية عوامل الأمراض المنقولة مع البيض مثل فيروس ابيضاض الدم، الميكوبلاسما والسالمونيلا من حيوانات التربية النخبة، وتستمر في رصد الخلوّ من هذه المشكلات. والأمراض الأخرى مثل مرض مارك *E. coli*، *Cambylobacter coli* وانفلونزا الطيور عالية الإمراضية أكثر صعوبة في المكافحة.

وفي مجال رعاية الحيوان، يعدّ تكيّف الدجاج البياض لنظم إدارة بديلة من التحديات الرئيسة للمربين– إنقاص نقر الريش والافتراس في نظم بدون أقفاص (كما أن نقر الريش والافتراس مشكلات خطيرة للديوك الرومية ودجاج الماء)، ولخفض حدوث حالات القصور القلبية– الوعائية (عرض الموت المفاجئ والاستسقاء) ومشكلات الأرجل في الفروج والديوك الرومية. على أن أسباب هذه المشكلات، على ما يبدو، متعددة العوامل، وهناك حاجة لبحوث إضافية.

تنظيم وتطور قطاعي تربية الخنازير والدواجن

تمتلك صناعة الدواجن الحديثة بنية هرمية نمطية، مع عدة طبقات واضحة. توجد شركات التربية في أوروبا وأمريكا الشمالية على نحو رئيس، مع شركات تابعة في أقاليم الإنتاج الرئيسة، تمتلك خطوطها النقية. وعليهم إبقاء السلسلة الكلية للإنتاج في الذهن– الفقاسات، مربي الدواجن البياض واللحم، منشآت التصنيع، بائعي المفرق والمستهلكين. تقع الفقاسات قرب مراكز الإنتاج حول العالم. وهي تتلقى إما الآباء أو الأجداد من المربين كدجاج الأيام القديمة، وتنتج الهجن النهائية لمنتجي البيض والفروج، مربي الديوك الرومية أو البط. وقد طورت منشآت تصنيع البيض، المذابح ومزودي العلف علاقات تعاقدية مع منتجي البيض ومربي الدواجن، الذين يزودون الأخيرة بأمان مالي أفضل، ولكن على حساب مبادرات وحرية أقل.

لقطاع الخنازير بنية هرمية مماثلة، وقد نتجت من إدخال التربية التهجينية، التلقيح الاصطناعي ومزارع التربية المتخصصة. ومع ذلك، هناك بعض الاختلافات ما بين قطاعي الخنازير والدواجن. فمنتج الخنازير، على سبيل المثال، يحصل نمطياً على الحيوانات التجارية بمزاوجة خنزيرات من خطوط إناث متخصصة وفحولاً من خطوط ذكرية نقية متخصصة– ويتم جلب الجنسين من شركات التربية (وليس من المكاثر كما في الدواجن).

وعلى نقيض الدواجن، ما زالت هناك اتحادات تربية الخنازير، ويتم إنجاز تقويم وراثي قطري. وبينما تتم التقويمات الوراثية لشركات التربية الواسعة داخلياً، تتم التقويمات الوراثية على مستوى السلالة النقيّة من قبل معاهد حكومية (مثل السجل الوطني للخنازير في الولايات المتحدة الأمريكية) أو اتحادات المربين.

يتم العزو إلى خطط تربية الخنازير والدواجن أحياناً على أنها برامج تربية "تجارية" نظراً لبنية الملكية المشتركة لهذه الشركات. وعلى مر السنين، اندمجت هذه البرامج لتضحي شركات واسعة. ففي الدواجن، على سبيل المثال، تشكل جماعتان إلى ثلاث جماعات حوالي 90 بالمئة من البياض، الفروج والديوك الرومية

المنتجة سنوياً. وإضافة لذلك، فإن بعضاً من هذه الشركات مملوكة من الجماعة ذاتها. ولصناعة تربية الخنازير شركات تربية أكثر وشركات واسعة أقل (مثل PIC ومونسانتو)، ولكنها تتبع الاتجاه ذاته. ويعدّ الدخول الحديث لمونسانتو العملاقة إلى هذا القطاع مؤشراً واضحاً على هذا الميل. ونظراً للطبيعة التنافسية للعمل والمستوى العالي للاستثمار، فإن شركات التربية "التجارية" هي في المقدمة في تطبيق التقنيات. وهذه الشركات القائدة هي على مفترق إدراج معلومات مجينية في برامجها للتربية، في وقت يناقش فيه عدة مربين جدوى هذا النهج.

تتسم أنشطة هذه الشركات التجارية بالسمات التالية:

- يحدث انتخاب النسب في النويّة فقط.
- الانتخاب يكون صارماً ضمن خطوط متخصصة (أو سلالات). وتعيّن هذه الخطوط كخطوط فحول وإناث تربية ويتم انتخابها بشدة مختلفة. وفي الدواجن المرباة للحم وفي الخنازير، يتم انتخاب الخطوط الذكرية للنمو وإنتاج اللحم غير المدهن، في حين يتم انتخاب الخطوط الأنثوية للإنتاج. ويتم تطوير خطوط جديدة بثبات إما بالتهجين بين الخطوط القائمة أو بانتخاب إضافي في اتجاه معين.
- يكون المنتج النهائي هجين ما بين خطين نقيي التربية أو أكثر.

ولأسباب اقتصادية، تبيع كل شركة تربية تحت علامات مسجلة مختلفة (تراكمت من خلال الشراء والإندماج). ولكنها تمتلك في الحقيقة عدداً محدوداً من المنتجات المتمايزة. وتطور شركات تربية الخنازير والدواجن، في الواقع، خطوطاً لتلبي أهداف تربية قليلة (اثنان او ثلاثة) تتنوع تبعاً لمدى حصتها من السوق العالمية ودرجة الاختلاف في بيئات الإنتاج التي يعمل الزبائن في ظلها. فقد يطور مربي، على سبيل المثال، خطاً عالي الإنتاج، خطاً سريع النمو للاستخدام تحت ظروف عالية المدخلات حيث تسمح نوعية الغذاء العالية بالتعبير عن كامل الإمكانية الوراثية للحيوانات، وخطاً للبيئات الأكثر تحدياً بحيث يكون أكثر "قوة"، ولكنه يمتلك أداء أخفض لصفات الإنتاج.

5 برامج التربية في نظم منخفضة المدخلات

1.5 وصف النظم منخفضة المدخلات

سيستمر حفظ عديد من أنواع الثروة الحيوانية في العالم من قبل حائزين صغار ورعاة. ولهؤلاء المنتجين غالباً وصولاً محدوداً للمدخلات الخارجية ولأسواق السلعة. وحتى عندما تكون المدخلات الخارجية متاحة، يكون هناك توافر محدود لمبالغ نقدية لشرائها. واقتباساً من LPPS و Köhler Rollefson (2005).

"المنتجات النقدية غالباً ذات أهمية ثانوية، وبخاصة في المناطق الهامشية والنائية. وتولد السلالات التقليدية مصفوفة من المنافع أكثر صعوبة للفهم والتكميم من مخرجات اللحم، الحليب، البيض أو الصوف. وتتضمن هذه إسهاماتها في التماسك الاجتماعي والهوية، وفاءها بالطقوس والطلبات والدينية، دورها في تدوير الأغذية وكمزودين للطاقة، ومقدرتها على الخدمة كبنك مدخرات وضماناً إزاء موجات الجفاف وغيرها من الكوارث الطبيعية".

قد تكون الحيوانات المملوكة من الحائزين الصغار والرعاة أصيلة أو نشأت من إدخالات أولية لسلالات غريبة إلى المنطقة. ولا يمتلك حافظو الثروة الحيوانية التقليديون تدريباً فنياً في الوراثة وعديد منهم أميّون. على أنهم يمتلكون معرفة محلية قيمة حول السلالات وإدارتها. ويمتلكون أهدافاً تربوية واستراتيجية حتى إذا لم تكن هذه "رسمية" أو مدونة. إذ قد يقتسمون، على سبيل المثال، ذكور التربية (نادراً ما يمتلكون أكثر من واحد لنوع ما) مع جيرانهم أو المجتمع ككل.

مؤطر 84

إدارة الأغنام المرتكزة على المجتمع في جبال الأنديز البيروفية

إن الزراعة في الأنديز الوسطى في البيرو محدودة جداً بدرجات الحرارة المنخفضة والجفاف، ويعتمد معظم دخل أرباب الأسر الريفية على الثروات الحيوانية. وتعتبر أغنام أراضي المراعي أكثر الأنواع المهمة من الناحية الاقتصادية، وتستخدم كمصدر للأغذية، وكوسيلة للحصول على البضائع من خلال التبادل، ولتوليد دخل نقدي من خلال بيع الحيوانات الحيّة أو الصوف. كما تستخدم لمدى أقل أيضاً للأنشطة الثقافية، الاستجمام والسياحة. وتمثل أغنام كريوللو 60 بالمئة من مجتمع الأغنام البيروفية. وتربى أساساً في مزارع العائلة او من زراع أفراد، الذين يثمنون السلالة المحلية عالياً. كما تتوافر سلالة ثنائية الغرض، طورت بتهجين ما بين أغنام كريوللو وأغنام كوريدال المستوردة من الأرجنتين، أستراليا، الصين، نيوزيلندا والأروغواي ما بين 1935 و 1954. ويحفظ الفلاحون كلاً من سلالة كريوللو والسلالة المركبة.

وفي هذا الجزء من البيرو، نظمت المجتمعات الفلاحية نفسها بشكل مستقل لتحسين إدارة أغنامها، بدعم قليل من الحكومة. وتعدّ المشاريع متعددة المجتمعات والمشاريع المجتمعية، التعاونيات، إضافة إلى المزارع العائلية والفردية شائعة الانتشار. ويتبادل الزراع المادة الوراثية، الخبرات، والتقنيات. وللمشاريع متعددة المجتمعات والمشاريع المجتمعية معدلات إنتاج أعلى بكثير من الزراع الأفراد. وقد وضعوا بنجاح برامج تحسين تشاركية للسلالة بالارتكاز على خطط مفتوحة النويّة، فاعلون فنياً، يحتفظون بمراعيهم في شروط جيدة، ويستخدمون مكاسبهم لتحسين الوضع الاجتماعي للأعضاء من خلال شراء المواد المدرسية، على سبيل المثال، بيع الحليب واللحم بأسعار منخفضة، وتقديم مساعدة للمتقدمين في العمر.

مقدمة من Kim-Anh Tempelman

لمزيد من المعلومات انظر: FAO (2007)

وختاماً، فإن ترسيم التحسين الوراثي في هذه الشروط يشكل تحدياً، لكنه مهمة غير مستحيلة أو غير مناسبة.

2.5 استراتيجيات التربية

من المهم أن نضع في الاعتبار أنه مهما كانت الاستراتيجية المعتبرة، فإنها ستلاقي النجاح فقط إذا تم تلبية بعض الشروط. والوفاء بهذه الشروط لا يضمن النجاح، لكن تجاهلها سيقود إلى إخفاق. يتعين إشراك مالكي الثروة الحيوانية قدر الإمكان، ويفضل أن يكون ذلك منذ المراحل المبكرة للبرنامج. كما يتعين مراعاة البنية الاجتماعية للمنطقة وأهداف المنتجين. ولا بد من اعتبار نظام بأكمله وليس فقط عنصراً واحداً منه. فعند اعتبار خطة التربية التهجينية في منطقة نائية، على سبيل المثال، من الضروري ضمان أن تكون ذرية الحيوانات المهجنة صالحةً في هذه الشروط.

يتعين أن يكون البرنامج بسيطاً قدر الإمكان. قد يكون من الممكن تهجين إناث أفراد مع ذكور من سلالات أخرى متوافرة في الجوار، على أن البرامج التي تتطلب استخداماً مستمراً للذكور من أكثر من سلالة واحدة قد لا تكون قابلة للتطبيق في نظم الإنتاج منخفضة المدخلات.

استراتيجيات التربية

يعد تحديد أهداف التربية المهمة الأكثر أهمية والأصعب في أي برنامج تحسين وراثي، وهناك أيضاً هامش للخطأ في النظم منخفضة المدخلات. وتشمل الأسئلة الواجب اعتبارها تحت هذه الشروط: ما (الذي يجب تغييره) إذا كان لا بد من التغيير وما الذي سيكون تحسيناً فعلياً تحت هذه الشروط؟

مؤطر 85

التحسين الوراثي لسلالة ثروة حيوانية أصيلة/ بلدية المنشأ أبقار بوران في كينيا

تعد أبقار بوران، سلالة أبقار متوسطة الحجم من مصدر شرق أفريقي، السلالة الأكثر حفظاً لإنتاج اللحم في المناطق شبه القاحلة من كينيا. ويفضل الزراع التجاريون الكبار سلالة بوران عن سلالات *Bos taurus* نظراً لتكيّفها النسبي مع البيئة المحلية– المحققة من خلال أجيال من الانتخاب الطبيعي والاصطناعي في ظروف درجات حرارة محيط عالية، نوعية فقيرة للعلف، وتحدٍ عال من الأمراض والطفيليات. ويوصى بالمادة الوراثية من بوران كوسيلة لتحسين إنتاج أبقار اللحم في سلالات أصيلة وغريبة أخرى في المناطق المدارية. وقد حدثت صادرات وراثية إلى زامبيا، جمهورية تنزانيا المتحدة ، أوغندا، أستراليا والولايات المتحدة الأمريكية من السبعينيات وحتى التسعينيات من القرن الماضي. وحدث تصدير لأجنة بوران إلى زامبيا وأفريقيا الجنوبية خلال 1994 و 2000. وكانت هذه الإمكانية التسويقية حافزاً للزراع لتحسين السلالة. ومع السبعينيات، خضعت السلالة لتربية تهجينية مع أنماط *B. taurus*، تهجين تراجعي، وانتخاب ضمن السلالة (ارتكز أساساً على تقويم بصري توجهه الخبرة). وخلال السبعينيات، تم البدء بخطة تسجيل، وأرسل الزرّاع سجلات أداء حيواناتهم بشكل روتيني إلى مركز تسجيل الثروة الحيوانية (LRC) للتقويم الوراثي. على أنه نظراً للتضارب والتأخير في إعلان نتائج التقويم، والمصاريف المترافقة مع التسجيل، اختار معظم المنتجين الخروج من الخطة. وفي 1998، تم تطبيق مشروع اختبار أداء الثيران من قبل المركز الوطني لبحوث لحوم البقر في محاولة لتقويم الثيران عبر قطعان مختلفة. على أنه لم يكن بالإمكان استدامة اختبار الأداء نظراً لنقص التمويل.

تم حديثاً تطوير أهداف التربية لنظم إنتاج بوران. وتصنف الأنظمة تبعاً لعمر بيع الحيوانات (24 أو 36 شهراً)، مستويات الدخل (منخفضة، متوسطة، أو مرتفعة)، والهدف النهائي (لحم أو ثنائي الغرض). وتم تحديد صفات ذات أهمية اقتصادية، كما تم تقويم معايير وراثية لبعض منها. وتشمل هذه الصفات وزن البيع للعجول المخصية والبكاكير، نسبة المظهر، نسبة اللحم القابل للاستهلاك، إنتاج الحليب في نظم الإنتاج ثنائية الغرض، وزن البقرة، معدل الفطام، معدل تعمير البقرة، معدل التعمير بعد الفطام، وأخذ الغذاء من العجول المخصية، البكاكير والأبقار.

تيسر جمعية مربي أبقار بوران (BCBS) التحسين الوراثي لأبقار بوران في كينيا. والعضوية في الجمعية محصورة على الزراع الذين يحتفظون بأبقار بوران وغيرهم من أصحاب الشأن المهتمين. وتركز أنشطة الجمعية في الوقت الحاضر على الإدارة، المحافظة على معايير السلالة، والتحسين الوراثي. وما زال التبادل العرضي للمادة الوراثية بين القطعان كوسيلة لمنع التهجين الداخلي/زواج الأقارب ومن المحتمل أن يكون التأثر الوحيد ما بين الزراع. وفي معظم المزارع يركز الانتخاب على أوزان الفطام والفاصل بين الولادات، وقد اتبع بعض الزراع، لتقويم حيواناتهم، برامج حاسوبية متنوعة لتمكينهم من إعادة توجيه تسجيل الأداء في المزرعة ليلائم أغراضهم في الإدارة.

تعد الجمعية من بين أكثر اتحادات المربين نشاطاً في كينيا. ولا تقدم لها معونات مالية حالياً، ولكنها مشمولة في التعاون الاستراتيجي مع مركز تسجيل الثروة الحيوانية الذي يخزن ويقوم سجلات الأداء لأولئك المنتجين الذين ما زالوا يشاركون في خطة التسجيل. كما تتعاون الجمعية أيضاً مع النظام الوطني للبحوث الزراعية في تبادل المعلومات– وبخاصة عن التغذية والتربية. والبحوث الهادفة إلى تطوير برامج تحسين وراثي مناسبة لأبقار بوران وتحديث البرامج الحالية هي مستمرة.

مقدمة من Alexander Kahi

لمزيد من المعلومات عن أبقار بوران وجمعية مربي أبقار بوران يرجى زيارة الموقع:

http://www.borankenya.org

مؤطر 86

برنامج تربية اللاما في أيوبايا، بوليفيا

يعد حفظ اللاما، في جبال الأنديز العالية لبوليفيا، جزءاً مهماً ومكملاً للزراعة المختلطة التي يمارسها أرباب الأسر الريفية. تؤمن اللاما للحائزين الصغار الروث، اللحم والألياف؛ تستخدم كحيوانات ركوب وتسهم أيضاً بدور اجتماعي مهم. وتسهم اللاما، كنوع أصيل، في المحافظة على التوازن البيئي للنظام البيئي المحلي الهش. وهناك نمطان رئيسيان من اللاما– نمط "Kh`ara" والنمط الصوفي المعروف باسم "Th'ampulli".

تقع منطقة أيوبايا (قسم Cochabamba)، حيث ينفذ برنامج التربية على ارتفاع يتراوح من 4000-5000 متر فوق سطح البحر في كورديليرا الشرقية من الأنديز. ونظراً للشروط الجغرافية والبنى التحتية الأساسية جداً، فإن المنطقة صعبة الوصول.

بدأ برنامج تربية اللاما، في 1998، بمشاركة من 120 عضواً في اتحاد للمنتجين المحليين، منظمة المنتجين الزراعيين لـ Calientes (ORPACA) والمنظمة غير الحكومية اتحاد الخدمات الريفية والحرف اليدوية (ASAR)، وجامعتين (جامعة مايور سانت سيمون، كوشابامبا، وجامعة هوهنهايم، ألمانيا). وتم تأمين تمويل من المعاهد المذكورة سابقاً. وتتوقف استمرارية البرنامج حدياً على تأمين تمويل خارجي.

اللاما في منطقة أيوبايا

الصورة مقدمة من: Michaela Nürnberg

الاحتفاظ باللاما للنقل

الصورة مقدمة من: Michaela Nürnberg

تم في الخطوة الأولى دراسة نظام الإنتاج بالملاحظة التشاركية واستخدام الاستبيانات. وتم أيضاً توصيف النمط المظهري لـ 2183 رأس لاما من نمط Th'ampulli. وبينت العملية أن اللاما تمتلك أليافاً من نوعية عالية استثنائية– 91.7 بالمئة ألياف ناعمة مع متوسط قطر للألياف 21.08 ميكرومتر. ونوعا الليف هذان غير موجودين في المجتمعات الأخرى للاما في بوليفيا. وتشكل الحيوانات، بالتالي، مورداً وراثياً فريداً. وأمنت لقاءات مع ممثلين عن صناعة النسيج والتجار معلومات عن الإمكانية الاقتصادية للجزة. وتم تسجيل أداء حيوانات لاما فردية وتقويم معايير التربية. وتم تأسيس مركز للتزاوج من قبل اتحادات الخدمات الريفية والحرف اليدوية في كالينيتس عام 1999. يجلب إليه أعضاء من منظمة ORPACA إناث اللاما للإخصاب. وتحفظ الذكور المنتخبة في المركز أثناء فصل التزاوج. ويهدف التقويم المظهري للذكور إلى تحديد حيوانات ذات لون متجانس للجزة؛ لون أسود صرف للأرجل والعنق؛ خصى بحجم متساوٍ وغير صغيرة جداً؛ وبدون تشوهات خلقية. تتم خدمة ستة مجتمعات ضمن قطر 15 كيلومتر من قبل مركز التزاوج. ويتم تسجيل بيانات الأداء للذرية من مزارعين مدربين.

يتبع

تابع مؤطر 86

برنامج تربية اللاما في أيوبايا، بوليفيا

يتم تسجيل وظائف وأهداف تربية اللاما، وترتب، وتثمن بالاشتراك مع حافظي اللاما. ويتم تكييف برنامج التربية، في إجراء على خطوات، للوفاء بتفضيلات المربين، شروط السوق والمعوقات البيولوجية. ولم يتم بعد تقويم التقدم الوراثي لأن الفاصل بين جيلين من اللاما طويل.

مقدمة من: Angelika Stemmer, André Markemann, Marianna Siegmund-Schultze, Anne Valle Zárate.

يمكن الحصول على معلومات إضافية من المصادر التالية: Alandia (2003); Delgado Santivañez (2003); Markemann (قيد النشر) (2005); Wurzinger (2005) Nürnberg أو من: البروفسور الدكتور Prof. Dr Anne Valle Zárate معهد الإنتاج الحيواني في المناطق المدارية وشبه المدارية: جامعة هوهنهايم، شتوتغارت 70593، ألمانيا. بريد إلكتروني E-mail: inst480a@uni-hohenheim.de

القياسات الخطية على اللاما

الصورة مقدمة من: Javier Delgado

معالجة الديدان أثناء اختيار التربية في ميللوني

الصورة مقدمة من: Andre Markemann

قطيع لاما (من مخيم أيميتريو) في منطقة أيوبايا

الصورة مقدمة من Andre Markemann

مؤطر 87

معايير التربية للرعاة– رؤى متعمقة من عضو في المجتمع

يحفظ الرعاة الشرق أفريقيين من عنقود كاراموجا[4] مدى من الثروة الحيوانية بما في ذلك أبقار زيبو، الماعز الشرق أفريقي الصغير، أغنام العجمي أسود الرأس، الحمير الرمادية، الجمال البنية الفاتحة. كما يحتفظ البعض بدجاج أصيل. إن استخدامات الثروة الحيوانية متنوعة وتشمل الغذاء؛ مخزن الثروة، والعملات التي يمكن تثمين سلع أخرى إزاءها؛ مورداً للترفيه والهيبة، وسيلة لدفع الديون، المخالفات والتعويضات، وسيلة للنقل والجر الزراعي، مصدراً للجلود والألياف؛ مصدراً للروث، للوقود، والتسميد والبناء. كما أن للثروة الحيوانية أيضاً عدة أدوار ثقافية كأن تعطى لعائلة الزوجة في وقت الزواج. كما أنها تذبح في وقت الطقوس المترافقة مع الولادات؛ الجنازات، بدء الانتقال، الاستمطار؛ اجتناب سوء الطالع؛ الأوبئة أو هجوم الأعداء، احتفالات الطهور؛ أو الإشفاء من مرض على وصفة عطّار القرية. إن المعايير لقرارات التربية متعددة الوجوه، وتعكس تأثر العوامل الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية. وهي لا تشمل فقط الإنتاجية ولكن أيضاً طعم اللحم، الدم، الحليب؛ الطبع المرغوب، لون غطاء الجسم، المتطلبات الدينية؛ مقاومة الأمراض والطفيليات؛ غريزة التربية؛ المقدرة على المشي، تحمل الجفاف؛ المثابرة على أعلاف فقيرة؛ تحمل درجات الحرارة أو الهطل المتطرفة.

معايير لقرارات التربية (وفق ترتيب أهميتها)

يتعين أن يكون ثور التربية:

- حيوياً ومرناً– بحيث يخدم كافة الإناث في القطيع في فترة تربية معينة (ويعتبر أن هذه الثيران متحملة للأمراض، ويمكن كشف الأمراض فيها بسهولة)؛
- إنتاج ذرية تستطيع المحافظة على وزن جسمها (وغلة الحليب في حالة الإناث) حتى في فترات نقص العلف؛
- يمتلك حجم جسم واسع ووزن – مهم للتسويق والوضع، ولكن ليس ثقيلاً جداً لأداء وظائفه التربوية؛
- أن يكون طويلاً، بصدر واسع وظهر مستقيم– أيضاً للوفاء بوظائف التربية؛
- أن يكون لون جلده أو شكل قرونه محددة مع المالك أو المجتمع؛[5]
- أن يكون لون جسمه ونوعيته مناسبة للتسويق أو استخدامات أخرى ؛
- أن يكون ذو طبع جيد– عدواني[6] تجاه المفترسات، ولكن ليس إزاء الحيوانات الأخرى أو البشر؛
- يتعين أن تكون الثيران المحفوظة لتربية النسل لأغراض الجر ذات وزن جسم كبير قوي وقابل للتعقب؛
- يتعين أن تبقى ثيران التربية في قطيع المربي، وغير مغرمة بالتجوال أو محاربة الثيران الأخرى.

يتبع

[4] عنقود" Karamoja جميع الناس التابعين لعشيرة Ateker في أوغندا، كينيا، إثيوبيا والسودان الذين يتقاسمون مصدر رزق عام، يعطى ناس Ateker تسميات مختلفة (Ngitunga/Itunga = ناس" ناس من أصل عام يعيشون في أوغندا (NgiKarimojong) بما في ذلك Pokot و Iteso) كينيا (NgiTurukana, Itesio , Pokot)، إثيوبيا (NgiNyangatom/NgiDongiro) والسودان (NgiToposa) وجيرانهم الذين يتحدثون لغات متماثلة، ويعزى إلى عشائرهم على أنها Ateker (جمع /AtekerinNgatekerin). تنتشر بعض عشائر Ateker على طول عنقود Karamoja.

[5] يستند الرعاة في أسمائهم على لون أو شكل قرون ثيرانهم المفضلة. وهو أمر نمطي في عنقود Karamoja. وتأخذ هذه الأسماء اللاحقة Apa والتي تعني "مالك الثور ذو لون الغلاف/شكل القرن..." فالاسم Apalongor على سبيل المثال يعني "رجل ذو ثور بلون مائل للبني". ويتلقى ثور التربية المفضل عدة مزايا من المالك كأن يزينه بجرص، أو بمعالجة فورية عند مرضه.

[6] العدوانية بدون تمييز غير مقبولة عند الحيوانات، حتى عندما تكون الصفات الأخرى مرغوبة.

تابع مؤطر 87

معايير التربية للرعاة– رؤى متعمقة من عضو في المجتمع

يتعين في إناث التربية أن:

- تمتلك إنتاجاً عالياً وثابتاً من الحليب ذي طعم ويمتلك محتوى عالي من الزبدة، وقادر على المحافظة على صحة الحيوان والنمو السريع لنسله؛
- أن تمتلك المقدرة على إنتاج العجول وإنتاج نسل سريع النمو
- أن تكون متحملة للأمراض، الحرارة، البرد وفترات الجفاف الطويلة؛
- أن تستمر في الحياة على كمية قليلة من العلف وتحافظ على إنتاج عالٍ من الحليب وبخاصة في الفصول الجافة عندما تكون كمية العلف ونوعيته منخفضة؛
- أن يكون الضرع واسعاً والحلمات كاملة دائماً؛
- أن تكون الأبقار طيعة للإنسان والحيوانات الأخرى، ولكنها عدوانية إزاء المفترسات؛
- أن تعطي أصول التربية الصغيرة (الماعز والأغنام) توائم[7] بشكل منتظم.

يتعين أن يثمن العالم الدور الذي يسهم به الرعاة في استدامة استعمال سلالاتهم الفريدة المتكيفة. لا تؤمن هذه الحيوانات الأغذية وضمان الدخل لمالكيها فقط، ولكنها تسهم أيضاً في المحافظة على التنوع الوراثي، وبالتالي تأمين مورد لبرامج التحسين الوراثي المستقبلية. وبهذا الخصوص، يحتاج الرعاة دعماً مناسباً من الخدمات الحيوانية التي تقدمها الحكومات الوطنية، ومنظمات المجتمع المدني والمجتمع الدولي.

مقدمة من: Thomas Loquang (عضو في مجتمع كريموجونغ الرعوي).

لمزيد من المعلومات انظر

Loquang (2003); Loquang (2006a); Loquang (2006b); Loquang and Köhler-Rollefson (2005).

لنظام منخفض المدخلات هو أيضاً نظام منخفض المخرجات، ولكن هذا لا يعني بالضرورة إنتاجية منخفضة. وبالنسبة للنظام منخفض المدخلات، يكفي التفكير في التحسين الوراثي فقط بمؤشرات الزيادات في صفات المخرجات، مثل وزن الجسم إنتاج اللحم أو البيض، أو وزن الجزة. كما أن الكفاءة هي أيضاً معيار مهم. ومن المؤسف حقاً، أن القليل معروف عن التحسين الوراثي للكفاءة الجوهرية. ويتم قياس زيادة الفاعلية عادة بمؤشرات زيادة الكفاءة الإجمالية. تنتج زيادة الكفاءة الإجمالية الملاحظة في الحيوانات عالية الإنتاج من حقيقة أن نسبة منخفضة من الغذاء الذي تأخذه الحيوانات يستخدم للصيانة، ويتم استخدام نسبة موافقة أعلى للإنتاج وهذا لا يعني أن الحيوان يحتاج إلى علف أقل للوصول إلى مستوى معين من الأداء.

تم اقتراح الانتخاب المرتكز على أخذ العلف المتبقي (RFI) كوسيلة لتحسين الكفاءة الجوهرية. وهذا معيار مهم لكل الأنواع ولكل نظم الإنتاج. قد يؤدي الإنتخاب الوراثي لإنقاص أخذ العلف إلى حيوانات تأكل أقل بدون التضحية بالنمو أو أداء الإنتاج (Herd *et al.*, 1997; Richardson *et al.*, 1998). فعلى عكس معدل كسب الوزن/أخذ العلف، على سبيل المثال، فإن استهلاك العلف المتبقي مستقل نسبياً عن النمو. وبالتالي فإنه قياس أكثر حساسية ودقة من استعمال العلف (Sainz and Paulino, 2004).

[7] يرجى ملاحظة أن إعطاء توائم في الولادة الأولى للمجترات الصغيرة حرام. وهو مسموح فقط في الولادات التالية. وعلى نحو مماثل، حرام أن تعطي البقرة توائم سواء في الولادة الأولى أو الولادات التالية. وقد تقود أي من هذه الحالات (ولادات التوائم) إلى ذبح الحيوان المعني رجماً بالحجارة أو الضرب. ويقال عن الحيوان في هذه الحالة أنه أصبح ساحراً ويتعين إزالته فوراً.

مؤطر 88

"بورو زيبو" لمنطقة WoDaaBe في نيجيريا – الانتخاب الموثوق في بيئة متطرفة

يعزو هذا المثال إلى تربية الأبقار في نظام رعوي متخصص في النيجر. WoDaaBe هم حافظوا أبقار بوقت كامل. ويشكل تسويق الحيوانات حجر الزاوية لاستراتيجية مصادر رزقهم. وتسهم قطعانهم في نسبة كبيرة من الصادرات القطرية للأبقار، وبخاصة للأسواق الكبيرة في نيجيريا حيث تباع حيوانات بورورو بأسعار عالية.

يعزى إلى "البيئة المتطرفة" هنا على أنها توليفة من نظام بيئي قاسٍ يتسم بأحداث عشوائية، وبوصول ضعيف نسبياً إلى كل من الموارد الأولية والمدخلات الخارجية. ويستثمر رعاة WoDaaBe أرضاً شبه قاحلة تتسم بأمطار غير منتظمة وغير قابلة للتنبؤ. وفي السنوات العادية تكون الحشائش الطازجة متوافرة لشهرين أو لثلاثة أشهر في أي موقع. ويتطلب الوصول إلى العلف، الماء والخدمات درجة من الخبرة الشرائية والتفاوض مع القطاعات الاقتصادية المجاورة التي تتنافس على هذه الموارد. ويكون WoDaaBe عادة على الجانب الأضعف في هذه الصفقات.

اقترح أن مفهوم "المصداقية" أساس لفهم استراتيجيات الإدارة للرعاة تحت هذه الظروف (Roe *et al.*, 1998). وتوجه النظم الرعوية "عالية المصداقية" إلى الإدارة النشطة للمخاطر أكثر من اجتنابها، بهدف ضمان انسياب ثابت للإنتاج الحيواني. وفي هذه النظم، يجب أن تكون التربية مرتبطة مع البيئة واستراتيجية الإنتاج والهدف الرئيس لـ WoDaaBe هو تعظيم الصحة والقدرة التكاثرية للقطيع خلال كامل السنة. وتهدف نظمهم في الإدارة إلى ضمان أن الحيوانات تأكل أكبر قدر ممكن من الأغذية الغنية على كامل العام (انظر FAO, 2003). ويشمل ذلك عمالة متخصصة، تركز على إدارة التنوع والاختلاف للموارد الرعوية وقدرات الحيوانات على حد سواء.

الصورة مقدمة من Saverio Krätli

يتبع

تابع مؤطر 88

"بورو زيبو" لمنطقة WoDaaBe في نيجيريا – الانتخاب الموثوق في بيئة متطرفة

يتم تعظيم القيمة التغذوية للمرعى من خلال تحريك القطيع عبر المناطق التي تظهر توزيعاً غير متجانس للأعلاف زمنياً ومكانياً. إضافة لذلك، فإن مقدرة الحيوانات كمتغذيات تمدّ إلى ما وراء المستوى الطبيعي. وبينما تكون للقدرة التغذوية قاعدة وراثية جزئياً (كالنظام الأنزيمي أو حجم وشكل الفم)، فإنها تتأثر بشدة أيضا بالتعلم، بالارتكاز على خبرة الحيوان والتقليد بين الأفرقاء الاجتماعيين (مثل الارتحال الفعال وسلوك الرعي والتفضيل الغذائي). ويتم التلاعب بحوافز تغذية الحيوانات من خلال تعظيم العائد الهضمي، وضمان أفضل نوعية للأعلاف وشروط الرعي المفضلة. ويشجع غذاء متنوع بحرص من الحشائش والرعي المتجول، بغية تصحيح الاختلال الغذائي الذي قد يبقي حافز التغذية منخفضاً، وبخاصة في الفصول الجافة، تسببه عوائد هضمية سلبية. إن نظام التزويد بالماء في الفصل الجاف يجب أن يعدل بغية تنظيم الأداء الهضمي للأبقار للوفاء بالهدف الاستراتيجي طويل الأمد لأصحاب القطعان لتعظيم التكاثر.

إن استراتيجية الإنتاج متطلبة جداً على الناس والقطيع، ومع بدء فصل الجفاف، وحين تقتسم الجماعات الرعوية الأخرى النظام البيئي ذاته متحركة أقرب إلى نقاط المياه، حيث الحصول على الماء أكثر سهولة ولكن المرعى ضعيف، يتحرك WoDaaBe في الاتجاه المعاكس محاولين إبقاء مخيماتهم قريبة من الأعلاف الممتازة. وهذا يؤدي إلى حركة لمسافات طويلة ونظام إرواء يشمل عند قمة الفصل الحار، رحلات لمسافات 25-30 كيلومتر للوصول إلى البئر، ويشرب القطيع مرة في اليوم الثالث.

وعليه، فإنه من الأساسي لاستراتيجية الإنتاج عند WoDaaBe أن تتم المحافظة على أنماط السلوك الوظيفي ضمن القطيع. ويركز نظام التربية عندهم بالتالي على تحفيز التنظيم الاجتماعي والتأثر ضمن القطيع. ويشجع اقتسام كفاءة الحيوانات الغذائية عبر شبكة التربية، وتحاول ضمان الاستمرارية الوراثية "والثقافية" لذرية الأبقار الناجحة ضمن الشبكة. وقد أثبتت هذه الذرية أنها قادرة على الازدهار في ظل نظام إدارة WoDaaBe للقطيع. وعلى فترة طويلة بدرجة كافية لتشكل حوادث من إجهادات شديدة. وتركز استراتيجية التربية على ضمان مصداقية الأداء التكاثري للقطيع، أكثر من تنظيم الأداء الفردي في صفات محددة.

تشمل التربية تزاوجاً انتخابياً للأبقار مع فحول التربية المناظرة، وسياسة تسويقية تستهدف الأبقار غير المنتجة. ويستخدم أقل من 2 بالمئة من الذكور في التكاثر. إن الرصد الدقيق للقطيع يسمح بالكشف المبكر عن دورات الشبق ويضمن أن أكثر من 95 بالمئة من الولادات تنتج من تناظر مصنوع مع الذكور المنتخبة. ويستخدم فحل مختلف لكل دورة شبق خاصة للبقرة مع معدل إجمالي حوالي فحل تربية لكل أربع ولادات. يتم استعارة فحول النسب عبر شبكات مربين واسعة (غالباً مرتبطة). وتبقى استعارة فحول التربية مترددة (مؤثرة في نصف الولادات تقريباً) حتى إذا كان المربون يملكون فحول نسب خاصة بهم. إن عمل التناظر مع فحول بدون نسب، مملوكة أو مستعارة، تؤثر في حوالي 12 بالمئة من الولادات. تتم المحافظة على الممارستين صراحة بغية المحافظة على الاختلاف. ويتم عادة تذكر سلاسل النسب أمية الخط وفحول التربية لكل حيوان في القطيع، مع أنساب فحول تربية خاصة، وهوية ومالك كل فحول التربية المستعارة.

تتوقف إنتاجية البقرة بشدة على حسن استجابة الحيوان لنظام الإدارة. وتبني استراتيجية إنتاج تؤثر في خبرة الحيوانات بالنظام البيئي، يعرض مالكو القطعان حيواناتهم لبيئات طبيعية متنوعة شاملة توليفات خاصة من شروط الرعي المشجع وغير المشجع والإرواء. وعلى مر السنين، يمكن لبعض الأبقار أن تزدهر وتنتج ذريةً متعددة في حين يموت البعض الآخر أو يكافح ويباع. وبهذه الطريقة، يكون WoDaaBe قادرين على التحكم بضغط الانتخاب الطبيعي لأغراضهم التربوية.

مقدمة من: Saverio Krätli

لمزيد من المعلومات انظر Krätli (2007).

مؤطر 89

برامج التربية الموجهة مجتمعياً لسلالات الخنزير المحلية في شمال فييت نام

يمكن لبرامج تربية وإدارة الحيوان في المناطق الجبلية من شمال غرب فييت نام أن تسهم في تحسين مصادر الرزق الريفية إذا ما راعت أهداف الإنتاج، الشدة وتوافر المصادر لنظم الإنتاج المزرعية المختلطة للحائزين الصغار لموارد ضعيفة في المنطقة. إن خنزير Ban المحلي الذي يبدي تقسية كبيرة، ولكنه يمتلك أداءاً تكاثرياً وأداء نمو منخفضين، يستبدل على نحو متزايد بخنزير Mong Cai الفييت نامي عالي الإنتاج من دلتا النهر الأحمر.

تم، بالتعاون ما بين المعهد الوطني لرعاية الحيوان (NIAH) في هانوي وجامعة هوهنهايم، ألمانيا[8]، إنشاء مشروع تعاوني لبرامج تربية للخنزير مرتكز على المجتمع في سبع قرى، تختلف بمعايير بعدها والوصول للسوق.

وتشترك 176 أسرة حالياً في البرامج. وتم تطوير خطط لاختبار الأداء في المزرعة. ويزود الزراع بصفائح بيانات يسجلون عليها أداء خنازيرهم (بشكل أساسي تاريخ التخنيض وعدد صغار الخنزير). ويدقق الباحثون الفييت ناميون والألمان البيانات ويجمعون بيانات إضافية بوزن وتحديد هوية الحيوانات عند زيارتهم للقرى. كما يقوم زراع مدربون تدريباً خاصاً بإدخال البيانات إلى بنك بيانات المشروع باستخدام برنامج حاسوبي Pig Champ® ويحلل الباحثون البيانات.

يتلقى الزراع في فييت نام غالباً تعويضات مالية لاشتراكهم في مشاريع؛ وفي حالة هذا المشروع تم تخفيض التعويضات تدريجياً. وتعطى النتائج إلى الزراع في حلقات دراسية/نظم تدريبية، كما تستخدم إضافياً لتعظيم التربية (انتخاب واستمثال خطط التزاوج). وبغية ضمان استدامة على المدى الطويل، يكون الأفرقاء المحليون مثل مديرية الزراعة والتنمية الريفية في المحافظة والإدارة الفرعية للصحة الحيوانية في محافظة سون لا، مشمولين بنشاط ومدربين. ويتم تنظيم التعاون مع خدمات الإرشاد في المحافظة في الطور الحالي للمشروع. وفي أطوار مبكرة، عنى التوجيه القوي للخدمة باتجاه الإدارة المكثفة في المناطق المفضلة أن التبادل كان محدوداً. ويبدو أن الدعم المالي لمستقبل المشروع سيتوافر بمساعدة المهمة المالية للمعهد الوطني لرعاية الحيوان لتنفيذ مشاريع عن صون الموارد الوراثية. وإضافة لما تقدم، يهدف عنصر التسويق للمشروع الحالي إلى ضمان قابلية النجاح الاقتصادية على المدى الطويل.

تشير النتائج الأولية لتقويم الأداء إلى أن خنازير Mong Cai وذريتها المرباة تهجينياً (المنجبة من خنازير غريبة) أكثر ملاءمة لشروط الإنتاج شبه المكثف، والموجّه للسوق، حيث يمكن تأمين المستويات العالية من المدخلات اللازمة لتحقيق إنتاج أعلى. وتبدو الحيوانات أقل قوة في المناخات القاسية في المرتفعات وتحت شروط شدة مدخلات منخفضة ومتنوعة. وتلائم خنازير Ban فقط للشروط التكثيفية للمزارع فقيرة الموارد الموجهة للكفاف. ومع استمرار المشروع، تبذل جهود لتطوير أهداف التربية أكثر، ولجعل برامج التربية الطبقية مثلى، ولتنفيذ برامج تسويقية. ينتج الحليب غير المدهن، قرب المدن، من ذرية خنازير Mong Cai هجينة التربية. ويستمر تسويق إنتاج خنازير Ban في المواقع النائية بحيوانات نقية أو هجينة التربية على أنها تحمل علامة اختصاص– تسهم في "الصون من خلال الاستخدام" لهذه السلالة المحلية.

مقدمة من: Anne Valle Zárate و Ute Lemke.

يمكن الحصول على معلومات إضافية من:(2005) Huyen *et al.*, ;(2006) Lemke, (2005) Rößler؛ أو من البروفسور الدكتور Valle Zárate Anne. معهد الإنتاج الحيواني في المناطق المدارية وشبه المدارية: جامعة هوهنهايم، شتوتغارت 70593، ألمانيا. بريد إلكتروني E-mail: inst480a@uni-hohenheim.de

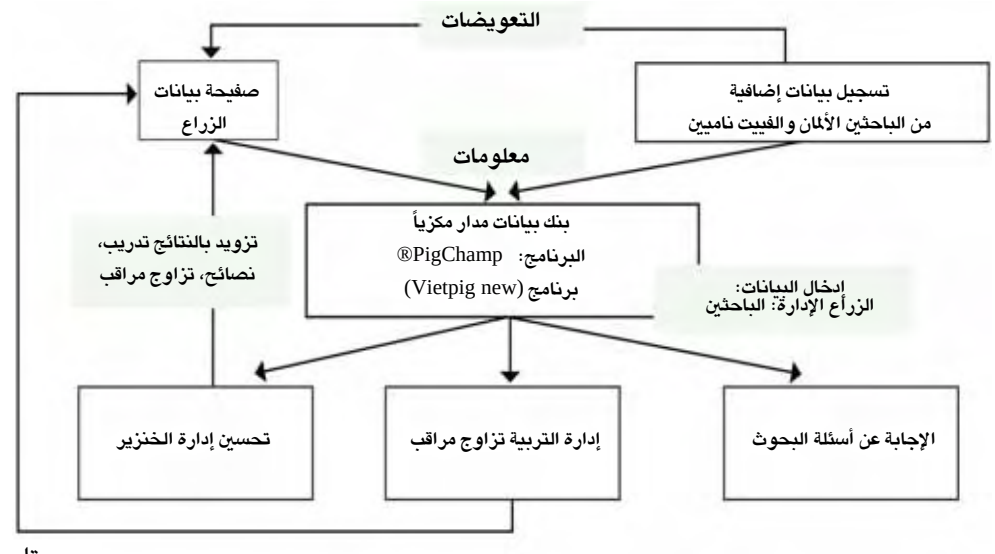
يتبع

[8] بتمويل من الاتحاد الألماني للبحوث (DFG) في إطار برنامج التعاون البحثي الفييت نامي – الألماني SFB 564 ووزارة العلوم والتقاني، فييت نام

تابع مؤطر 89

برامج التربية الموجهة مجتمعياً لسلالات الخنزير المحلية في شمال فييت نام

الصورة مقدمة من Ute Lemke



تابع

تابع مؤطر 89

برامج التربية الموجهة مجتمعياً لسلالات الخنزير المحلية في شمال فييت نام

وزن الخنازير في Pa Dong في، منطقة Mai Son

الصورة مقدمة من: Regina Rößler

خنازير في منطقة Song Ma

الصورة مقدمة من: Pham Thi Thanh Hoa

تسجيل البيانات في النظم منخفضة المدخلات

إن غياب خطة تسجيل موثوقة وموارد لخزن بيانات وإدارة كافية تعيق تتطور برامج التربية المستدامة في النظم منخفضة المدخلات. قد يكون تشغيل قاعدة بيانات حاسوبية مكلفا وقد يتطلب مهارات متخصصة. وتم تحديد غياب المهارات الفنية والموارد المالية كعائق رئيس لإنشاء نظم تسجيل مستدامة للحيوانات في عديد من البلدان الأفريقية (Djemali, 2005). تعني التقدمات المستمرة في تقنية المعلومات أن أجهزة تسجيل البيانات أضحت أرخص وتقدّم إمكانية أعظم للتسجيل في النظم منخفضة المدخلات. وقد يجعل استخدام الأجهزة اليدوية، أجهزة الحاسوب المحمولة وشبكة الإنترنت من السهل لأعداد صغيرة من الناس تجميع ونقل كميات كبيرة من البيانات من مناطق نائية إلى قاعدة بيانات مركزية. يمكن أن توجد هذه القاعدة في جامعة أو دائرة حكومية. ويعدّ تأمين المرافق لهذا النمط أحد الطرق التي تيسر بها الهيئات الحكومية أو المانحة تطوير برامج التربية للنظم منخفضة المدخلات في البلدان النامية.

خطط التربية

إذا كان التغيير الوراثي مبرراً، كيف يمكن تحقيقه؟ إن الخيار هو ما بين التربية الصرفة أو التربية التهجينية، على أن اختيار الخيار المناسب ليس بالأمر السهل. يعد التكيف للبيئة، في النظم منخفضة المدخلات، شرطاً أساسياً لكفاءة محسنة. وهذا أمر عظيم الأهمية، على اعتبار أن التدخل لخفض الإجهادات البيئية (التغذية الداعمة، معالجات الطفيليات أو أية مدخلات إدارة أخرى) لا يمكن تحمله غالباً. وفي هذه المناسبات، قد تكون التربية الصرفة لتحسين السلالات الأصيلة المتكيفة جيداً هو الخيار. إن تطبيق برنامج تربية صرفة هو تعهّد طويل الأمد، يتطلب موارد كبيرة، تنظيماً جيداً و(أكثر من كل ذلك) التزاماً من جميع أصحاب الشأن. يبدو أن هذه المتطلبات ناقصة في النظم منخفضة المدخلات في الدول النامية، والبرامج الموجودة هي ذات نطاق محدود جداً فقط. فقد تمت التربية المراقبة لمعظم ماعز غرب أفريقيا القزم، على سبيل المثال، في معاهد بحوث (وبخاصة تلك الموجودة في نيجيريا) (Odubote, 1992).

قد تبدو التربية التهجينية مع سلالة غريبة وسيلة أسرع لتحسين الأداء مع زيادة دنيا في المدخلات. على أن الأداء العالي للسلالات الهجينة يترافق بمتطلبات تغذية وإدارة أعلى (مكافحة الأمراض، الإيواء، الخ). وعليه، فإن أي نظام يشمل حيوانات هجينة التربية عالية الأداء سيتطلب (ضمن حاجات أخرى) موارد

علفية أكثر - والتي يمكن تحقيقها في عدة حالات فقط بالمحافظة على عدد أصغر من الحيوانات.

إذا اعتبرت التربية التهجينية، بعد تحليل حريص، هي خيار أفضل من التربية الصرفة للسلالة المحلية، يتعين تطوير البرنامج بطريقة يمكن استدامتها مع المدخلات المتوافرة محلياً. وتمثل التربية التهجينية مع سلالة غريبة (غير متكيّفة) صعوبات خاصة. وحتى عندما تكون حيوانات الجيل الأول متكيّفة بقدر كاف، فإن ذكور السلالة الغريبة نقية التربية ستكون غالباً تحت إجهاد بيئي. ويؤدي ذلك غالباً إلى خفض الحياة الإنتاجية. وحتى عندما يمكن المحافظة بنجاح على الذكور الغريبة، فإن التهجين الرجعي الناتج من تزاوج إناث الجيل الأول مع الذكور الغريبة سيفتقر دائماً إلى تكيّف كاف مع المنطقة. وعليه، يتعين زواج إناث الجيل الأول بشكل منفصل مع سلالة فحول تربية متكيفة.

إن أحد الخيارات تحت هذه الشروط هو استخدام ذكور الجيل الأول، جيلاً بعد جيل. وتحت هذا النظام، يتم مزاوجة الإناث المحلية الأصلية مع ذكور الجيل الأول، لتعطي ذرية ربعها غريب. ويتم مزاوجة هذه الإناث بربع دم غريب، فيما بعد، مع ذكور الجيل الأول، لتعطي إناثاً بـ 8/3 غريبة. وبعد أجيال قليلة ستكون الحيوانات قريبة جداً إلى نصف غريبة. ويدخل هذا النظام تأثير الغريب في المجتمع، ولكنه لا يستخدم مطلقاً أو ينتج أية حيوانات أكثر من نصف غريبة.

والخيار الثاني للتربية التهجينية تحت نظم منخفضة المدخلات هو تهجين سلالات مختلفة متكيفة مع شروط الإنتاج. والميزة الواضحة لهذه البرامج هي المقدرة على المحافظة وإنتاج أصول تربية في المنطقة بدون مدخلات إضافية. وقد يكون من المنطقي الافتراض أن مثل هذه الهجن ستنتج حيوانات أقل إنتاجية و/أو أنها تبدي قوة هجين أقل من الهجن بين سلالة محلية وسلالة غريبة. على أن Gergory *et al.*, (1985) أعلموا بتقويمات لقوة هجين لوزن العجل المفطوم لكل بقرة بنسبة 24 بالمئة ما بين أبقار بوران وأنكول، و25 بالمئة ما بين بوران والزيبو الصغير الشرق أفريقي.

مؤطر 90
تكلفة قوة الهجين

تّم العزو إلى قوة الهجين أحياناً على أنها فرصة حرة لزيادة المربحية. ورغم أنها ذات قيمة أعلى من تكلفتها، فإن قوة الهجين ليست بلا ثمن. وهي تشمل نمطين على الأقل من التكاليف.

هناك أولاً التكلفة المشمولة في تلبية الاحتياجات الغذائية لأداء إضافي. فكلما كان أداء الحيوان هجين التربية عالياً فإن ذلك يقلل التكلفة في وحدة الإنتاج، لأن تكلفة المحافظة تضحي جزءاً صغيراً من المتطلب الكلي، ولكن هناك تكلفة للإنتاج الزائد.

يترافق النمط الثاني من التكلفة مع التغييرات الممكنة في بنية المجتمع. وقد تشمل هذه التكاليف (1) انخفاضات في الحجم (وزيادة مناظرة في مستوى زواج الأقارب) لمجتمع أصلي نقي التربية الذي يحدث بسبب الحاجة إلى استيعاب المجتمع هجين التربية، و (2) فرصة مختزلة للانتخاب لإنتاجية الأنثى في مجتمع لا تعتبر فيه الإناث هجينة التربية مرشحة للانتخاب (كما هو الحال في أي نظام فحل تربية نهائي).

مؤطر 91
مشروع القرية لتحسين الدواجن في نيجيريا

تم البدء بمشروع القرية لتحسين الدواجن بهدف تحديث سلالة الدواجن الأصيلة مع سلالات غريبة (أحمر رود أيلاند، السسكس الخفيف والأوسترالوب) في نيجيريا حوالي 1950 (Anwo, 1989). وكانت الاستراتيجية تقضي بذبح كل الذكور الأصيلة واستبدالها بسلالات محسنة مستوردة في "برنامج تبديل الديوك الصغيرة" (Bessei, 1987). وقد أخفق هذا المشروع نظراً لأن الفراخ هجينة التربية، رغم أنها أفضل في الأداء، لم تستطع المثابرة في نظام الإنتاج شبه البرّي المكثف في الحدائق التي كانت تربى في ظله الدواجن الأصيلة. وكان العيب الرئيس الآخر أن استبدال السلالة أدى إلى خسارة سريعة في الاختلاف الوراثي وضيّق الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المتوافرة.

مؤطر 92

برنامج تربية تهجينية لماعز الحليب مرتكز على المجتمع وتشاركي في نظام حيازة منخفض المدخلات في المرتفعات الشرقية من كينيا.

يؤمن مشروع Meru التابع لـ FARM Africa في كينيا مثالاً لبرنامج تربية تهجينية واسع ومرن. فقد تبنى الزراع الفقراء جداً بدخل يومي أقل من دولار للشخص الواحد في اليوم أنماط ماعز محسنة بالترافق مع ممارسات رعاية محسنة. وكانت سلالات الماعز المحلية (غالاً والشرق أفريقي) صعبة المحافظة في مزارع صغيرة وأحجام مزرعة متراجعة (1.5-0.25 إيكر) وبدأ الزراع هجر إنتاج الماعز. وعليه هدف برنامج التربية التهجينية لتامين حيوانات أكثر مطواعية وإنتاجاً. وتم استيراد 68 أنثى 62 ذكراً من ماعز Toggenburg البريطانية من المملكة المتحدة وهجنت مع حيوانات الماعز الأصيلة. تؤمن سلالة توغنبرج إمكانية الحليب وتؤمن حيوانات الماعز المحلية التكيّف. وقد أشارت الإدخالات والتجارب السابقة إلى أن توغنبرج كان أفضل تكيّفاً من أي سلالات حليب أخرى مثل سآننيز وأنغلو–نوبيانز.

تبنى المشروع مجموعة واتجاهاً مرتكزاً على المجتمع. وأرسى الزراع قواعد المشروع، بقوانين وآليات. وتم ربط المشروع مع الحكومة، النظام الوطني للبحوث الزراعية ومعاهد البحوث الدولية، التي أمنت تدريباً في الرعاية (الإيواء، التغذية، إنتاج الأعلاف، حفظ السجلات، والرعاية الصحية)، ديناميكيات المجموعة، التسويق و التدريب.

ضمت مجموعات الزراع في البداية 20 إلى 25 زارعاً، ولكن بعضها فقد أعضاءه مع الزمن في حال تنامت الأخرى. وتم ربط أربع من هذه المجموعات في وحدة (لأغراض إدارية وأغراض الرصد بشكل رئيس)؛ مع ممثلين ينتخبون إلى جهاز أوسع اتحاد مربي ماعز Meru (MGBA). وتم تأمين وحدات مربي صغيرة (ذكر/تيس وأربع إناث، كقرض يتوجب إعادته عينياً) لأحد أعضاء المجموعة، الذي ينتج التوجنبرغ (T) المطلوبة لأصل التربية. وتم تأمين ذكر توجنبرغ نقي التربية لكل مجموعة زراع وُحفظ في محطة ذكور، يرعاها عضو مجموعة آخر. وجلبت الإناث المحلية لمحطة الذكور للتزاوج. وتم تهجين إناث الجيل الأول الناتجة تراجعياً مع ذكور توجنبرغ غير مرتبطة لإنتاج حيوانات 4/3 توجننبرغ و 4/1 محلية (L). وتم تقويم هذه، واختيار الذكور المتفوقة للبدء بمحطة ذكور جديدة، حيث كانت تستخدم لإخصاب إناث غير مرتبطة من تركيب وراثي مشابه (4/3 T و 4/1 L). أظهرت التجارب البدائية أن هذه الإناث أنتجت كميات كافية من كل من الحليب واللحم، وكانت متكيفة بشكل معقول مع الظروف المحلية. ومن خلال اتحاد مربي ماعز Meru، الذي سجل أيضاً السلالات الهجينة في كتاب Stud الكيني، دورت مجموعات الذكور مرة كل سنة إلى سنة ونصف لاجتناب زواج الأقارب. وكان للزراع الذين رغبوا بتحديث إضافي باتجاه توجنبرغ الفرصة للقيام بذلك عن طريق تهجين تراجعي للإناث 4/3 مع ذكور نقية غير مرتبطة من توجنبرغ.

إحصائيات المشروع 1996-2004

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
مجموعات زراع جديدة	10	34	20	6	12	10	7	18	8
محطات ذكور جديدة	10	34	10	11	6	16	14	3	22
وحدات مربين جدد	5	20	25	10	12	6	2	4	7
خدمات التزاوج		809	1994	3376	3936	3892	3253	5660	6500
العائلات المشاركة	250	1100	1125	1400	1550	1700	2050	2050	2650
السلالات الهجينة المنتخبة		990	2894	3241	3817	3736	4187	5865	7200

المصدر مشروع FARM Africa لماعز الحليب والعناية الصحية؛ تقارير كل ستة أشهر من كانون الثاني/يناير 1996 إلى حزيران/يونيه 2004

تابع مؤطر 92

برنامج تربية تهجينية لماعز الحليب مرتكز على المجتمع وتشاركي في نظام حيازة منخفض المدخلات في المرتفعات الشرقية من كينيا.

وبعد سنتين من انسحاب FARM Africa استمر عدد المجموعات العاملة بالزيادة. وكان عدد أعضاء اتحاد مربي ماعز Meru عام 2006 حوالي 3450 عضواً، جميعهم يحفظون ماعزاً محسناً ينتج من 1.5 إلى 3.5 ليتر حليب يومياً. وتنتج المجموعة الواحدة حوالي 3500 ليتر حليب يومياً، بعضه يتم تصنيعه وتعبئته للبيع. وتملك الأسر الأعضاء أكثر من 35000 رأس ماعز محسن لـ 30 بالمئة منها نسب موثوق وسجلات أداء. تستخدم سجلات الأداء لحساب معدلات النمو وإنتاج الحليب. وتعالج هذه البيانات رسمياً من قبل FARM Africa. وبعد انتهاء المشروع شجّع اتحاد مربي ماعز Meru على إقامة تعاون مع الجامعات ومؤسسات البحوث لدعمه في معالجة البيانات. ولم يعد معظم مالكي الماعز المحسن "فقراء". وقد استخدم بعضهم الأرباح من إنتاج الماعز لشراء بقرة أو اثنتين من أبقار الحليب، بنوا منازل أفضل وعلموا أطفالهم. ويعدّ إنتاج اللبن الخاثر والحليب الطازج المبستر (قيمة مضافة) مؤشراً عن النطاق لتطورات إضافية.

تتضمن السمات التي جعلت المشروع ناجحاً:

- اتجاهاً مرتكزاً على الزراع منذ بدايته؛
- تركيزاً على بناء القدرات بحيث يستطيع الزراع إدارة البرنامج؛
- توافر مواد التربية المنتجة محلياً؛
- اتجاه المجموعة– الزرّاع يدربون بعضهم البعض ويقتسمون التجارب؛
- بناء القدرات لكادر الإرشاد، رسائل إرشادية تركّز على الزراع؛ اتجاهات تشاركية؛ وإنشاء وحدات مربين ومحطات ذكور مرتكزة على المجتمع.

ضمنت الخطة أنه بعد انتهاء "المشروع"، فإن الزراع لا يعتمدون على خدمات الحكومة. تزود أصول التربية من المزارعين أنفسهم، وتم إنشاء خدمة رعاية حيوانية موازية بتدريب عمال صحة حيوانية مرتكز على المجتمع، مع روابط من مساعدين بيطريين وبيطريين أكثر تأهيلاً، كما تم أيضاً إنشاء برامج أعلاف وإعادة تشجير.

مقدمة من Camillus O. Ahuya و Okeyo Mwai

لمزيد من القراءة انظر:

Okeyo (1997)؛ Ahuya *et al.*, (2005)؛ Ahuya *et al.*, (2004)

من المهم، في أي خطة تربية تهجينية مراعاة النظام بالكامل وكافة المخرجات المنتجة. وتعليقاً على قيمة الهجين ما بين أبقار الحليب الأوروبية الجيل الأول من أبقار زيبو لإنتاج الحليب في المناطق المدارية، كتب LPPS و(2005) Köhler-Rollefson "في الهند، لا يستطيع عديد من مالكي الأبقار الهجينة التربية رؤية استعمال للعجول الذكور، وبالتالي دعهم يموتون".

6 التربية في منظور الصون

تمت مناقشة برامج صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بتفاصيل أكثر في مكان آخر من هذا التقرير. وتركّز المناقشة التالية لذلك على نواحي التربية التي تحتاج إلى اعتبار عند تنفيذ تدابير الصون. قد يهدف برنامج صون ببساطة إلى ضمان مثابرة مجتمع ما من خلال الرصد والمحافظة على تكامله، أو قد يمتلك برنامج أيضاً هدف تحسين الأداء للمجتمع.

1.6 طرائق لرصد المجتمعات الصغيرة

أنتجت منظمة الأغذية والزراعة عدة نشرات عن إدارة المجتمعات الصغيرة في خطر– أنظر على سبيل المثال FAO (1998). وتؤمن هذه الوثائق مراجعة واسعة النطاق أكثر للموضوع. وحيثما يكون الهدف ضمان مثابرة المجتمع والمحافظة على التكامل فقط (كمجتمع نقي)، تكون استراتيجية الصون محدودة على رصد المجتمع وضمان أن تكون التربية الداخلية/زواج الأقارب وحجم المجتمع الفعال ضمن حدود مقبولة.

تحدث التربية الداخلية نتيجة تزاوج حيوانات مرتبطة. وفي مجتمع صغير، ستضحي كل الحيوانات في الأجيال المستقبلية مرتبطة مع بعضها البعض، ويؤدي التزاوج بين هذه الحيوانات إلى التربية الداخلية. إن التأثير الوراثي لزواج الأقارب هو زيادة تجانس اللواقح/الزيجوت– يتلقى الحيوان البدائل ذاتها من كل من أبويه. ويمكن التنبؤ بدرجة التربية الداخلية وتجانس اللواقح في الأجيال المقبلة من حجم المجتمع.

وبما أن هناك دائماً تقريباً عدد أصغر من ذكور التربية مقارنة بإناث التربية، فإن عدد ذكور التربية هو العامل الأكثر أهمية في تحديد كمية التربية الداخلية. وحجم المجتمع الفعال (N_e) هو عامل لعدد ذكور التربية وإناث التربية. وإذا كانت N_m تمثل عدد ذكور التربية و N_f تمثل عدد إناث التربية، فإنه يمكن حساب حجم المجتمع الفعال من المعادلة:

$$N_e=(4N_m . N_f)/(N_m+N_f)$$

وإذا كان عدد ذكور التربية مماثلاً لعدد إناث التربية، فإن حجم المجتمع الفعال هو ذاته حجم المجتمع الفعلي؛ وإذا كان عدد الذكور والإناث مختلفاً، يكون حجم المجتمع الفعال أقل من الحجم الفعلي للمجتمع. وإذا كان عدد إناث التربية أعلى بكثير من عدد الذكور، سيكون حجم المجتمع الفعال أقل قليلاً من أربعة أضعاف عدد الذكور.

يمكن ملاحظة انخفاض في حجم المجتمع الفعال في مجتمعات الثروة الحيوانية في حالتين: الحالة الأولى والأكثر وضوحاً هي عندما ينخفض حجم المجتمع الفعال. وهذا قد ينتج من استبدال نسبة كبيرة من السلالة مع حيوانات تربية من سلالة أخرى، أو من تربية تهجينية لجزء مهم من السلالة.

تكون الحالة الثانية عن استخدام ذكر تربية خاص وأبناؤه وغيرهم من المنحدرين منه بشكل مكثف. ومنذ وقت الإنشاء الأول لجمعيات السلالة وحتى منتصف التسعينيات، ظهرت معظم شعبية ذكور التربية نتيجة النجاح في حلقة العرض. وفي الأزمنة الأكثر حداثة، كانت القيمة الوراثية المتنبأة لصفات خاصة العامل المقرر. وكان الانتخاب، في أبقار الحليب، لعدة سنوات يركز كلية على غلة الحليب. ويشير Hansen (2001) أنه رغم تسجيل اتحاد الهولشتاين الأمريكي لأكثر من 300000 رأس، فإن حجم المجتمع الفعال كان 37 رأساً. وباستعمال سجلات النسب للأبقار المولودة في2001، أشار Cleveland *et al.*, (2005) إلى حجم مجتمع فعال مقدر في الهيرفورد الأمريكي بـ 85 رأساً. وقد سجل اتحاد هيريفورد الأمريكي أكثر من 75000 رأس في 2001.

يتوقف مستوى التربية الداخلية في مجتمع معيّن على حجم المجتمع الفعال أكثر من حجم المجتمع الفعلي، ويتوقع أن تكون الزيادة في مستوى التربية الداخلية في كل جيل $1/2N_e$. وهذه هي الزيادة المتوقعة في كل جيل إذا ما أنتج كل حيوان عدداً متساوياً من الذرية، وكانت الحيوانات في المجتمع البدائي غير مرتبطة مع بعضها البعض. وإذا لم

تتحقق هذه الافتراضات، تكون درجة التربية الداخلية أعلى. وبالارتكاز على هذه العلاقة أوصى Gregory *et al.*, (1999) باستخدام 20 إلى 25 فحل تربية في كل جيل. وقد يكون ذلك عدد معقول للاستخدام في صون سلالة ما. من الممكن أن يؤدي استخدام 25 فحل تربية لكل جيل إلى معدل زيادة في التربية الداخلية قدره 0.5 بالمئة في الجيل.

وبينما يكون فقد حجم المجتمع الفعال مسألة مهمة في صون الموارد الوراثية للثروة الحيوانية للأغذية والزراعة، من المثير ملاحظة أن المربين الناجحين قبلوا دائماً ببعض المستوى من التربية الداخلية في برامجهم. وقد أنشأ هؤلاء المربون قطعاناً لبت معاييرهم– تصبح الحيوانات في هذه القطعان المغلقة مرتبطة بشدة، ويؤدي ذلك إلى تربية داخلية (Hazelton 1939).

2.6 الصون من خلال التربية

قد تتضمن أهد اف برنامج صون ليس فقط ضمان بقاء وتكامل المجتمع المستهدف، ولكن ايضاً تحسين معدل تكاثره وأدائه في الوقت الذي تتم فيه المحافظة على سماته التكيفية. ومن المحتمل أن تكون معظم المناقشة أعلاه لاستراتيجية التربية في نظم منخفضة المدخلات مطبقة في هذه المناسبات. يركّز هذا الفصل الفرعي على الأخطار المحتملة المترافقة مع التربية التهجينية في منظور صون السلالة.

إن أحد الخيارات لحماية السلالة هي استخدامها كأحد المكونات في برنامج تربية تهجينية. على أن استعمال أية إناث نقية التربية لإنتاج سلالات هجينة سينقص المجتمع ما لم يكن هناك فائض تكاثري للإناث. وفي عديد من الحالات، لا تسمح الشروط البيئية وشروط الإدارة بفائض تكاثري كبير– وبخاصة في الأبقار، التي تمتلك معدلات تكاثرية منخفضة. والأمر على هذه الحال، ينبغي أن يتم الاحتفاظ بمعظم الإناث المرباة كحيوانات تربية بغية المحافظة على حجم المجتمع. وفي الحقيقة، فإن التأثير الأكبر يأتي من المتطلبات لأعداد أصغر من ذكور التربية الأصيلة، يجلبها العدد الأصغر من الإناث الأصيلة المستخدمة لإنتاج ذرية نقية التهجين. وقد تكون نقطة البداية المنطقية للاعتبار في برنامج تربية تهجينية، تقدير كمية الفائض التكاثري في الإناث. ويمكن قياس ذلك بمؤشرات الجزء من الإناث الفتيات المتاحة للذبح أو البيع خارج البرنامج (أو المنطقة). ولقطعان لحم مدارة بشكل جيد في مناطق معتدلة، على سبيل المثال، حوالي 40 بالمئة من البكاكير تكون مطلوبة للاستبدالات بغية المحافظة على حجم القطيع.

وبمعرفة الفائض التكاثري للإناث، ومعرفة الجزء من المجتمع الكلي المؤلف من سلالات هجينة، يمكن حساب هذا الجزء الأخير لإنتاج أفراد الجيل الأول بدون إنقاص حجم المجتمع من السلالة النقية. وكمثال على ذلك، إذا كان هناك 20 بالمئة فائض تكاثري من الإناث، وكان المجتمع الحالي مؤلفاً من 50 بالمئة سلالات نقية التربية و 50 بالمئة سلالات هجينة (يتضمن أية إناث نقية التربية المستخدمة حالياً للتربية التهجينية)، فإن المجتمع قد يتحرك باتجاه تركيبة أكثر من 50 بالمئة بقليل من السلالات النقية المنتجة لسلالات نقية، وأكثر من 20 بالمئة بقليل من سلالات نقية تنتج أفراد الجيل الأول، وأقل بقليل من 30 بالمئة إناث الجيل الأول، بدون أي خفض إضافي لحجم المجتمع نقي التربية الذي ينتج سلالات نقية. وتفترض هذه القيم أنه لا يتم الاحتفاظ بأي من الإناث المنتجة من إناث الجيل الأول كإناث تربية؛ وقد لا يحدث ذلك في الحقيقة مطلقاً.

7 استنتاجات

تختلف طرائق التربية ويختلف تنظيمها كثيراً بين نظم الإنتاج التجارية المصنعة والنظم منخفضة المدخلات الخارجية الموجهة للكفاف. إن التنظيم الحالي لقطاع التربية هو نتيجة لعملية تطورية طويلة. والتطور الأخير هو انتشار نظم التربية المصنعة، المميزة لقطاع الدواجن، إلى أنواع أخرى.

يستخدم نموذج التربية المصنع أحدث تقنيات التحسين الوراثي. وترتكز برامج التربية بشكل رئيس على التربية الصرفة وتتنوع تبعاً لمواصفات النوع. تسوق شركات التربية حيواناتها على امتداد العالم. إن هذا الاتجاه جيد الاسترساء بين المربين "التجاريين" للخنازير والدواجن، هو في تزايد في حالة أبقار اللحم والحليب. وبغية الانتخاب لحيوانات قوية قادرة على التكيّف مع بيئات مختلفة، ينفذ المربون برامج تربية عبر البيئات ونظم الإنتاج المختلفة. على أنه من غير الممكن امتلاك حيوانات تنتج جيداً في كل مكان وتحت كل الظروف. والأمر على هذا الحال، يمكن تطوير سلالات أو خطوط مختلفة للوفاء بطلبات نظم الإنتاج عالية المدخلات. وحتى تاريخه، القليل ما هو معروف حول النواحي الوراثية للتكيّف. ويتوقع أن تقوم شركات التربية والعلماء باكتشاف هذه المسائل أكثر في بحوثهم وبرامجهم التربوية في السنوات القادمة.

يمثل حفظ حائزين صغار للحيوانات، في نظم الإنتاج منخفضة المدخلات الخارجية، عنصراً مهماً للأمن الغذائي للأسر والنسيج الاجتماعي لمجتمعات التربية. ويحتفظ الحائزون الصغار والرعاة، إلى مدى كبير، بالسلالات المحلية. ويعدّ التحسين الوراثي في هذه الشروط مهمة صعبة ولكنها غير مستحيلة. تم تطوير خطوط توجيهية مفصلة لتصميم برامج تحسين واستعمال مستدامة للسلالة للنظم منخفضة المدخلات الخارجية وتمت المصادقة عليها. إن التربية الصرفة لتعديل سلالة محلية للطلبات المتغيرة للمنتجين هي الخيار الأكثر صلاحية ليس فقط لحفظها في الإنتاج وبالتالي حمايتها، ولكن لتحسين الأمن الغذائي وتخفيف وطأة الفقر أيضاً. والخيار الثاني هو استخدامها كمكون لبرنامج تربية تهجينية جيد التصميم. وبالاقتران مع إدخال برامج تربية، يتعيّن إعطاء اهتمام لتحسين شروط الإدارة وممارسات الرعاية.

إن الميل الشائع في البحوث المرتبطة ببرامج التربية لكل الأنواع هو تركيز متزايد على الصفات الوظيفية– استجابة للاهتمام المتنامي المعطى لعوامل مثل رعاية الحيوان، حماية البيئة، مقاومة الأمراض والصفات السلوكية، الخصوبة، كفاءة استخدام العلف، سهولة الولادة والقدرة الحليبية. وتعدّ الصفات الوظيفية، المعتبرة عموماً كصفات ثانوية في النظم عالية المدخلات، على غاية من الأهمية في النظم منخفضة المدخلات. ولا زال تسجيل الصفات الوظيفية طريقاً ضيقاً مهماً يعيق إدراجه في خطط التربية. هناك افتقار في المعلومات عن الأسس الوراثية لمقاومة الأمراض، الرعاية، القوة والتكيّف مع البيئات المختلفة. وقد بدأت صناعات أبقار الحليب والخنازير، مع ذلك، استخدام تنميط الـ DNA لمورثات مفردة وعلى المجين (عديدات التكوين وحيدة النيوكليوتيد (SNPs) لغربلة حيوانات التربية. وسوف يدعم ذلك الانحراف المتوقع باتجاه التربية لمواصفات وظيفية وإنتاجية مدى الحياة.

ونظراً للميل باتجاه استخدام متناقص للأدوية الكيميائية في العالم المتطور، فالمطلوب حيوانات تمتلك مقاومة أفضل أو على الأقل تحملاً لمرض أو طفيليات خاصة. على أنه ولأسباب اقتصادية وأسباب تخصّ رعاية الحيوان، فإنه من الصعب انتخاب مثل هذه الحيوانات باستخدام الاتجاهات الوراثية الكمية التقليدية. ولذلك توضع توقعات عالية على علم المجين. تستخدم بعض التطبيقات حالياً لاستبعاد الاضطرابات الوراثية ذات التوريث المندلي. وفي حالة صفات المقاومة الأكثر تعقيداً التي تم تحديد واسمات وراثية لها، مثل مرض مارك في الدواجن و *E. coli* في الخنازير، طبقت شركات قليلة فقط الانتخاب المرتكز على الـ DNA.

أضحت الرفاهية عنصراً مهماً في فهم المستهلكين لنوعية المنتج، وبخاصة في أوروبا. إن التحديات الرئيسية للمربين هي الانتخاب للحساسية البالغة،

خفض مشاكل الأرجل والأقدام وحدوث مشكلات القلب والأوعية الدموية (في الدواجن المحفوظة لإنتاج اللحم). وأسباب هذه المشكلات متعددة الوجوه.

تتطلب الأهمية المتزايدة للصفات الوظيفية إدراج مدى أوسع من المعايير في برامج التربية. ويمكن للسلالات المحلية تلبية بعض من هذه المعايير بشكل جيد. وقد يسمح توصيف (مظهري وجزيئي) وتقويم هذه السلالات لصفات مهمة كشف بعض منها تمتلك سمات فريدة. وقد يضمن تطويرها اللاحق من خلال برامج التربية بقاءها متوافرة للأجيال المقبلة. وللأسف، فإن الحقيقة هي خسارة مستمرة للسلالات والخطوط. ويسهم العالم المتقدم (حيث تحدث معظم جهود التحسين الوراثي المتسقة) بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بهذا الفقد بالتركيز على عدد صغير من السلالات. كما أن حذف خطوط وراثية ترافق الانخفاض العالمي في عدد شركات التربية من خلال الشراء الكامل أسهم أيضاً بدور مهم.

المراجع

Ahuya, C.O., Okeyo, A.M., Mosi, R.O. & Murithi, F.M. 2004. Growth, survival and milk breeds in the eastern slopes of Mount Kenya. In T. Smith, S.H. Godfrey, P.J. Buttery, & E. Owen, eds. *The contribution of small ruminants in alleviating poverty: communicating messages from research.* Proceedings of the third DFID Livestock Production Programme Link Project (R7798) workshop for small livestock keepers. Izaak Walton Inn, Embu, Kenya, 4-7 February 2003, pp. 40-47. Aylesford, Kent, UK. Natural Resources International Ltd.

Ahuya, C.O., Okeyo, A.M., Mwangi, N. & Peacock, C. 2005. Developmental challenges and opportunities in the goat industry: the Kenyan experience. *Small Ruminant Research*, 60: 197-206.

Alandia, E.R. 2003. *Animal health management in a llama breeding project in Ayopaya, Bolivia: parasitological survey.* Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany. (MSc thesis)

Amer, P.R. 2006. Approaches to formulating breeding objectives. *In* Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18. 2006. Belo Horizonte, MG, Brazil.

Andersson, L., Haley, C.S., Ellegren, H., Knott, S.A., Johansson, M., Andersson, K., Andersson-Eklund, L., Edfors-Lilja, I., Fredholm, M., Hansson, I., Hakansson, J. & Lundstrom, K. 1994. Genetic mapping of quantitative trait loci for growth and fatness in pigs. *Science*, 263: 1771-1774.

Anwo, A. 1989. Ministerial speech. *In* E.B. Sonaiya, ed. Rural *Poultry in Africa: proceedings of an international workshop*, pp 8-9. Ile-Ife, Nigeria. Thelia House Ltd.

Bessei, W. 1987. International poultry development. *In* Proceedings, 3rd International DLG symposium on poultry production in hot climates, June 20-24 1987. Hamelin, Germany.

Bichard, M. 2002. Genetic improvement in dairy cattle - an outsider's perspective. *Livestock Production* Science, 75: 1-10.

Bijma, P., Van Arendonk, J.A. & Woolliams, J.A. 2001. Predicting rates of inbreeding for livestock improvement schemes. *Journal of Animal Science*, 79: 840-853.

Cleveland, M.A., Blackburn, H.D., Enns, R.M. & Garrick, D.J. 2005. Changes in inbreeding of U.S. Herefords during the twentieth century. *Journal of Animal Science*, 83: 992-1001.

Cunningham, E.P., Dooley, J.J., Splan, R.K. & Bradley, D.G. 2001. Microsatellite diversity, pedigree relatedness and the contribution of founder lineages to thoroughbred horses. *Animal Genetics*, 32: 360-364.

Dawson, M., Hoinville, L., Hosie, B.D. & Hunter, N. 1998. Guidance on the use of PrP genotyping as an aid to the control of clinical scrapie. Scrapie ÓInformation Group. *Veterinary Record*, 142: 623-625.

Dekkers, J.C.M. & Hospital, F. 2002. The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. *Nature*, 3: 22-32.

Delgado Santivañez, J. 2003. *Perspectivas de la producción de fibra de llama en Bolivia. Potencial y desarrollo de estrategias para mejorar la calidad de la fibra y su aptitud para la comercialización.* Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Cuvillier, Göttingen, Germany. (PhD thesis)

Dickerson, G.E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstracts*, 37: 191-202.

Dickerson, G.E. 1972. Inbreeding and heterosis in animals. In *Proceedings of Animal Breeding and Genetics Symposium in honor of Dr. J.L. Lush*, pp. 54-77. Blacksburg, Virginia. ASAS, ADSA.

Djemali, M. 2005. Animal recording for low to medium input production systems. In M. Guellouz, A. Dimitriadou & C. Mosconi, eds. *Performance recording of animals, state of the art, 2004.* EAAP Publication No. 113, pp. 41-47. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.

Ducrocq, V. & Quaas, R.L. 1988. Prediction of genetic response to truncation selection across generations. *Journal of Dairy Science*, 71: 2543-2553.

Falconer, D.S. & Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction to quantitative genetics.* 4th Edition. London. Longman.

FAO. 1998. *Secondary guidelines for the development of national farm animal genetic resources management plans: management of small populations at risk.* Rome.

FAO. 2003. *Know to move, move to know. Ecological knowledge among the WoDaaBe of south eastern Niger*, by N. Schareika. Rome.

FAO. 2007. Management of sheep genetic resources in the central Andes of Peru, by E.R. Flores, J.A. Cruz & M. López. In K-A. Tempelman & R.A. Cardellino eds. *People and animals. Traditional livestock keepers: guardians of domestic animal diversity*, pp. 47-57. FAO Interdepartmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome.

Fernando, R.L. & Grossman, M. 1989. Marker-assisted selection using best linear unbiased prediction. *Genetics Selection and Evolution*, 21: 467-477.

Fuji, J., Otsu, K. & De Zozzato, F. 1991. Identification of a mutation in porcine syanodine receptor associated with malignant hyperthermia. *Science*, 253: 448-451.

Gregory, K.E & Cundiff, L.V. 1980 Cross-breeding in beef cattle: evaluation of systems. *Journal of Animal Science*, 51: 1224-1242

Gregory, K.E., Trail, J.C.M., Marples, H.J.S. & Kakonge, J. 1985. Heterosis and breed effects on maternal and individual traits of Bos indicus breeds of cattle. *Journal of Animal Science*, 60: 1175-1180.

Gregory, K.E., Cundiff, L.V. & Koch, R.M. 1999. *Composite breeds to use heterosis and breed differences to improve efficiency of beef production.* Technical Bulletin. No. 1875. Springfield, Virginia. USDA Agricultural Research Service, National Technical Information Service.

Groen, A.F. 2000. Breeding goal definition. *In* S. Galal, J. Boyazoglu & K. Hammond, eds. *Developing breeding strategies for lower input animal production environments.* Rome. ICAR.

Grogan, A. 2005. Implementing a PDA based field recording system for beef cattle in Ireland. *In* M. Guellouz, A. Dimitriadou & C. Mosconi, eds. *Performance recording of animals, state of the art, 2004.* EAAP Publication No. 113, pp. 133-140. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.

Hanotte, O., Ronin, Y., Agaba, M., Nilsson, P., Gelhaus, A., Horstmann, R., Sugimoto, Y., Kemp, S., Gibson, J., Korol, A., Soller, M. & Teale, A. 2003. Mapping of quantitative trait loci controlling trypanotolerance in a cross of tolerant West African N'Dama and susceptible East African Boran cattle. *Proceedings of the National Academy of Science USA,* 100(13): 7443-7448.

Hansen, L.B. 2001. Dairy cattle contributions to the National Animal Germplasm Program. *Journal of Dairy Science,* 84(Suppl. 1): 13.

Hansen, L.B. 2006. Monitoring the worldwide genetic supply for cattle with emphasis on managing crossbreeding and inbreeding. *In* Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18. 2006. Belo Horizonte, MG, Brazil.

Hazelton, J. 1939. *A history of linebred Anxiety 4th Herefords of straight Gudgell & Simpson breeding.* Kansas City, MO. George W. Gates Printing Co.

Herd, R.M., Arthur, P.F., Archer, J.A., Richardson, E.C., Wright, J.H., Dibley, K.C.P. & Burton, D.A. 1997. Performance of progeny of high vs. low net feed conversion efficiency cattle. *In* Proceedings of the 12th Conference of the Assocation for the Advancement of Animal Breeding and Genetics, Dubbo, Australia, pp. 742-745.

Hill, W.G. 2000. Maintenance of quantitative genetic variation in animal breeding programmes. *Livestock Production Science,* 63: 99-109.

Hunter, N. 1997. Molecular biology and genetics of scrapie in sheep. *In* L. Piper & A. Ruvinsky, eds. *The genetics of sheep,* pp. 225-240. Oxon, UK. CAB International,

Huyen, L.T.T., Rößler, R., Lemke, U. & Valle Zárate, A. 2005. *Impact of the use of exotic compared to local pig breeds on socio-economic development and biodiversity in Vietnam.* Stuttgart, Beuren, Germany.

James, J.W. 1972. Optimum selection intensity in breeding programmes. *Animal Production,* 14: 1-9.

James, J.W. 1977. Open nucleus breeding systems. *Animal Production,* 24: 287-305.

Jiang, X, Groen, A.F. & Brascamp, E.W. 1999. Discounted expressions of traits in broiler breeding programs. *Poultry Science,* 78: 307-316.

Kennedy, B.W., Quinton, M. & van Arendonk, J.A. 1992. Estimation of effects of single genes on quantitative traits. *Journal of Animal Science,* 70: 2000-2012.

Krätli, S. 2007. *Cows who choose domestication. Cattle breeding amongst the WoDaaBe of central Niger.* Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, UK. (PhD thesis)

Lamb, C. 2001. Understanding the consumer. In Proceedings of the British Society of Animal Science, 2001, pp. 237-238.

Lande, R. & Thompson, R. 1990 Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics,* 124: 743-756.

Larzul, C., Manfkedi, E. & Elsen, J.M. 1997. Potential gain from including major gene information in breeding value estimation. *Genetics Selection Evolution,* 29: 161-184.

Lemke, U. 2006. *Characterisation of smallholder pig production systems in mountainous areas of North Vietnam.* Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. (PhD thesis)

Le Roy, P., Naveau, J., Elsen, J.M. & Sellier, P. 1990. Evidence for a new major gene influencing meat quality in pigs. *Genetical Research,* 55: 33-40.

Lewis, R.M. & Simm, G. 2002. Small ruminant breeding programmes for meat: progress and prospects. *In* Proceedings of the Seventh World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, held August 19-23, 2002, Montpellier, France.

Lips, D., De Tavernier, J., Decuypere, E. & van Outryve, J. 2001. Ethical objections to caesareans: implications on the future of the Belgian White Blue. *In* Proceedings of the Third Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics, Florence, Italy, October 3-5 2001, pp. 291-294.

Loquang, T.M. 2003. The Karamojong. *In* I. Köhler-Rollefson & J. Wanyama, eds. *The Karen Commitment: Part 2. The role of livestock and breeding; community presentations.* Proceedings of a Conference of Indigenous Communities on Animal Genetic Resources. League for Pastoral Peoples and Endogenous Development and Intermediate Technology Development Group Eastern-Africa, Karen, Nairobi, Kenya, 27-30 October 2003. Bonn, Germany. German Non-Governmental Organisations Forum on Environment and Development.

Loquang, T.M. 2006a. *Livestock Keepers' Rights.* Paper presented at the side event during the Fourth Ad Hoc Open-Ended Intercessional Working Group on Article 8(j) and Related Provisions of the Convention on Biological Diversity, COP 8, Granada, Spain, 23-27 January 2006.

Loquang, T.M. 2006b. *The role of pastoralists in the conservation and sustainable use of animal genetic resources.* Paper presented at the International Conference on Livestock Biodiversity, Indigenous Knowledge and Intellectual Property Rights; League for Pastoral Peoples and Endogenous Development, Rockefeller Study and Conference Centre, Bellagio, Italy, 27 March-2 April 2006.

Loquang, T.M. & Köhler-Rollefson, I. 2005. *The potential benefits and challenges of agricultural animal biotechnology to pastoralists.* Paper presented at the Fourth All Africa Conference on Animal Agriculture, Arusha, Tanzania, 19-26 September 2005.

LPPS (Lokhit Pashu-Palak Sanstham) & Koehler-Rollefson, I. 2005. *Indigenous breeds, local communities: documenting animal breeds and breeding from a community perspective.* Sadri, Rajasthan, India. Lokhit Pashu-Palak Sanstham.

Markemann, A. (forthcoming). *Development of a selection programme in a llama population of Ayopaya region.* Department Cochabamba, Bolivia, Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. (PhD thesis)

Mavrogenis, A.P. 2000. Analysis of genetic improvement objectives for sheep in Cyprus. *In* D. Gabiña, ed. *Analysis and definition of the objectives in genetic improvement programmes in sheep and goats. An economic approach to increase their profitability*, pp. 33-36. Zaragoza, Spain. CIHEAM-IAMZ.

Meuwissen, T.H.E. 1997. Maximizing response to selection with a predefined rate of inbreeding. *Journal of Animal Science*, 75: 934-940.

Nürnberg, M. 2005. *Evaluierung von produktionssystemen der Lamahaltung in bäuerlichen gemeinden der Hochanden Boliviens.* Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Cuvillier, Göttingen, Germany. (PhD thesis)

Odubote, I.K. 1992. *Genetic and non-genetic sources of variation in litter size, kidding interval and body weight at various ages in West African Dwarf Goats.* Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria. (PhD thesis)

Okeyo, A.M. l997. Challenges in goat improvement in developing rural economies of Eastern Africa, with special reference to Kenya. *In* C.O. Ahuya & H. van Houton, eds. *Goat development in East Africa.* Proceedings of a workshop held at Izaak Walton Inn, Embu, Kenya, 8-11 December l997, pp. 55-66. Nairobi. FARM-Africa.

Olori, V.E., Cromie, A.R., Grogan, A. & Wickham, B. 2005. *Practical aspects in setting up a National cattle breeding program for Ireland.* Invited paper presented at the 2005 EAAP meeting in Uppsala, Sweden.

Pharo, K. & Pharo, D. 2005. *Direction vs. destination.* Pharo Cattle Co. Spring 2005 Sale Catalog, pp. 72-73.Cheyenne Wells, Colorado, USA. Pharo Cattle Co.

Rauw, W.M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E.N. & Grommers, F.J. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science*, 56: 15-33.

Richardson, E.C., Herd, R.M., Archer, J.A., Woodgate, R.T. & Arthur, P.F. 1998. Steers bred for improved net feed efficiency eat less for the same feedlot performance. *Animal Production Australia*, 22: 213-216.

Rößler, R. 2005. *Determining selection traits for local pig breeds in Northern Vietnam: smallholders' breeding practices and trait preferences.* Institute of Animal Production in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, Germany. (MSc thesis)

Rocha, J.L., Sanders, J.O., Cherbonnier, D.M., Lawlor, T.J. & Taylor, J.F. 1998. Blood groups and milk and type traits in dairy cattle: After forty years of research. *Journal of Dairy Science*, 81: 1663.

Roe E., Huntsinger, L. & Labnow, K. 1998. High reliability pastoralism. *Journal of Arid Environments*, 39(1): 39-55.

Sainz, R.D. & Paulino, P.V. 2004. *Residual feed intake.* Agriculture & Natural Resources Research & Extension Centers Papers, University of California.

Simianer, H. 1994. Current and future developments in applications of animal models. *In* Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph. Canada. Vol. 18, pp. 435-442.

Simm, G. 1998. *Genetic improvement of cattle and sheep.* Tonbridge, UK. Farming Press, Miller Freeman UK Limited.

Smits, M.A., Barillet, F., Harders, F., Boscher, M.Y., Vellema, P., Aguerre, X., Hellinga, M., McLean, A.R., Baylis, M. & Elsen, J.M. 2000. Genetics of scrapie susceptibility and selection for resistance. *In* Proceedings of the 51st Meeting of the European Association for Animal Production (EAAP). 21-24 August, The Hague, Paper S.4.4. EAAP. Rome

van Arendonk, J.A.M. & Bijma, P. 2003. Factors affecting commercial application of embryo technologies in dairy cattle in Europe - a modelling approach. *Theriogenology*, 59: 635-649.

Wickham, B.W. 2005. Establishing a shared cattle breeding database: Recent experience from Ireland. *In* M. Guellouz, A. Dimitriadou & C. Mosconi, eds. *Performance recording of animals, State of the art, 2004.* EAAP Publication No. 113, pp. 339-342. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.

Willis, M.B. 1991. *Dalton's introduction to practical animal breeding.* 3rd ed. Oxford, UK. Blackwell Science Ltd.

Woolliams, J.W. & Bijma, P. 2000. Predicting rates of inbreeding in populations undergoing selection. *Genetics*, 154: 1851-1864.

Woolliams, J.W., Bijma, P. & Villanueva, B. 1999. Expected genetic contributions and their impact on gene flow and genetic gain. *Genetics*, 153: 1009-1020.

Wurzinger, M. 2005. *Populationsgenetische analysen in Lamapopulationen zur implementierung von leistungsprüfung und selektion.* University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna. (PhD thesis)

القسم هـ

طرائق التقويم الاقتصادي

1 مقدمة

إن العدد الكبير من الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في خطر، مع الموارد المالية المحدودة المتاحة للصون والاستخدام المستدام، تعني أن التحليل الاقتصادي قد يسهم بدور مهم في ضمان تركيز مناسب على جهود الصون والتحسين الوراثي. وفي هذا المجال، تشمل الوظائف المهمة جملة أمور:

- تحديد الإسهام الاقتصادي الذي تقدمه الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة لقطاعات متنوعة من المجتمع؛
- دعم تقويم الأولويات من خلال تحديد تدابير مجدية اقتصادياً يمكن أخذها لصون وتنوع الثروة الحيوانية؛ و
- المساعدة في تصميم الحوافز الاقتصادية والترتيبات المؤسساتية لتحفيز صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة من قبل زراع أفراد أو مجتمعات.

يلاحظ Swanson (1997) أن المجتمعات الإنسانية قد توسعت وتطورت مع الزمن من خلال عملية تشمل استنزاف التنوع البيولوجي. ويمكن فهم هذه العملية بمؤشرات المفاضلة بين الاحتفاظ بأصول من موارد بيولوجية متنوعة، والمنافع للمجتمع الإنساني المستمدة من استنزاف هذا الأصل/المخزون. يمكن النظر إلى تعرية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بمؤشرات استبدال اللائحة الحالية من الثروة الحيوانية بمدى صغير من سلالات متخصصة "محسنة". ويحدث مثل هذا الاستبدال ليس فقط من خلال التبديل، ولكن أيضاً من خلال تربية تهجينية واستبعاد الحيوانات نظراً لأن نظام الإنتاج يتغيّر. إن اختيار النمط الوراثي والتهديدات للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، تحتاج إلى فهم من منظور تطوّر نظم الإنتاج (بما في ذلك التغيرات البيولوجية الفيزيائية، الإجتماعية–الإقتصادية) وتغيّرات السوق. انظر الجزء الثاني لمناقشة أكثر عن الاتجاهات في نظم إنتاج الثروة الحيوانية.

يمكن النظر إلى تعرية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، من وجهة نظر إقتصادية، على أنه نتيجة محركات تولّد تحيزاً باتجاه الاستثمار في أنماط وراثية متخصصة، وتؤدي بالتالي إلى استثمار في مجموعة سلالات أكثر تنوعاً. ويقترح الترشيد الإقتصادي أنه سيتم تحديد قرارات الإستثمار من الربحية النسبية للخيارين (على افتراض حيادية الخطر والعمل الجيّد للأسواق). على أنه من منظور الزرّاع، فإن المعدلات النسبية للعائد هي تلك التي تزيد له/لها أكثر من المجتمع أو العالم بأسره. وتبدو خسارة سلالة محلية، بالنسبة للزراع، على أنها ترشيد اقتصادي في حالات تكون فيها العائدات من الأنشطة التي تقود إلى الخسارة أعلى من تلك من الأنشطة المتوافقة مع صون الموارد الوراثية– وبخاصة أن العائدات من الأخيرة قد تتضمن منافع غير سوقية تفيد أناساً آخرين غير الزرّاع. وسيتضاعف هذا الاختلاف أكثر بوجود تشوهات في قيم المخرجات والمدخلات بحيث لا تعكس ندرتها الاقتصادية.

إن الاختلافات المذكورة أعلاه ما بين العائدات الخاصة والعامة مهمة. وكما يلاحظ Pearce and Moran (1994)، فإن الاعتراف بالقيمة الاقتصادية الإجمالية الأوسع (TEV– انظر مؤطر 93) للأصول الطبيعية قد تكون ذات دور فعال في تغيّر القرارات حول استخداماتها، وبخاصة قرارات الاستثمار التي تمثل خياراً واضحاً ما بين التعرية/التخريب أو الصون. وعندما تولد أنشطة حفظ التنوع البيولوجي (والمورد الوراثي) قيماً اقتصادية غير ممسوكة في

مؤطر 93

القيم الاقتصادية

يفيد حافظو الثروة الحيوانية من صون التنوع الحيواني نظراً لحاجتهم إلى حيوانات قادرة على الإنتاج في نظم زراعية–بيئية متنوعة، وتؤدي مدى من الوظائف. وبالإضافة إلى إمداد المنتجات للبيع أو الاستهلاك المنزلي، تؤمن الثروة الحيوانية وظائف مدخلات مرتبطة بأنشطة مزرعية أو انشطة معيشة أسرية أخرى. تؤمن الثروة الحيوانية سماداً عضوياً لتحسين غلال المحاصيل، نقل المدخلات والمنتجات، وتخدم أيضاً للجرّ. وحيثما تكون الأسواق المالية والضمان غير متطورة جيداً، فإنها تمكّن الأسر المزرعية لتيسير الاختلاف في الدخل ومستويات الاستهلاك مع الوقت. وتشكل الثروة الحيوانية مدخرات توازن إزاء إخفاق المحصول والأنماط الدورية في الدخل المرتبط بالمحصول. وتمكّن العائلات من مراكمة وتنويع رأس المال، وتخدم مدى من الأدوار الاجتماعية الثقافية المرتبطة بحالة والتزامات حافظيها (Jahnke, 1982; Anderson, 2003). كما تسهم الثروة الحيوانية أيضاً بدور مهم في المحافظة على النظم البيئية؛ إذ ينظر بتزايد إلى الرعي المدار، على سبيل المثال، على أنه أداة مهمة للصون.

وتعد القيم المذكورة في الفقرة السابقة مكونات لقيمة الاستخدام المباشرة وغير المباشرة. والقيم الأخرى غير مرتبطة بالاستخدام، ولكنها مرتبطة ببساطة بوجود السلالة (قيم الوجود والتركة). ويبرز نمط آخر من القيمة من مفهوم عدم اليقين حول المستقبل. وينتج الأخير من الحوافز لاجتناب الخطر (قيمة الخيار)، ومن عدم عكوسية خسارة سلالة والخسارة المرتبطة بالمعلومات.

إن "القيمة الاقتصادية الكلية" تعادل رسمياً مجموع قيم كل الاستخدامات المباشرة وغير المباشرة بالإضافة إلى عدم الاستخدام وقيمة الخيار:

$$TVE = DUV + IUV + OV + BV + XV$$

قيم الاستخدام المباشر (DUV) هي المنافع الناتجة من العوامل التالية، الاستخدام الفعلي، مثل الأغذية، السماد والجلود، بالإضافة إلى الاستخدام الثقافي والطقوس.

قيم الاستخدام غير المباشر (IUV) هي المنافع المستمدة من وظائف النظام البيئي. حيث تسهم الحيوانات، على سبيل المثال بدور رئيس في انتشار بعض الأنواع النباتية.

قيم الاختيار (OV) وهي مستمدة من القيمة المعطاة لحماية أصل للخيار باستخدامه في تاريخ مقبل. إنه نوع من قيمة الضمان (معطية عدم يقين حول المستقبل واجتناب الخطر) إزاء حدوث مرض حيواني جديد، على سبيل المثال، أو جفاف/ أو تغيّر مناخي. وهو مختلف بشكل معقول عن الأشكال الأخرى ولكنه مرتبط بقيم شبه الخيار. ويرتبط الأخير بالقيمة الزائدة المتصلة بالمعلومات المستقبلية المتاحة من خلال حفظ المورد. تبرز قيم شبه الخيار من الطبيعة غير العكوسة لخسارة السلالة (والذي لا يمكن حصول أي تعلّم بعده)؛ وهي غير مرتبطة باجتناب خطر صانعي القرار.

قيم التركة (BV) تقيس المنفعة المتراكمة لأي فرد من المعرفة التي قد تفيد الآخرين من المورد في المستقبل؛ و

قيم الوجود (XV) مشتقة ببساطة من الرضا بمعرفة أن أصلاً خاصاً موجود (مثل الحيتان الزرقاء، الكابيبارا أو أبقار N`Dama).

وقد تتداخل قيم بعض الأصول ما بين هذه الفئات، ويجب اجتناب ازدواجية العدّ. وقد تحدث محاولات فصل الخيار، التركة والوجود مشاكل. ولا تزال المبادئ والإجراءات التي يقع تحتها هذا التقويم موضع جدل

المصادر: مكيفة من Arrow and Fisher (1974); Jahnke (1982) Pearce and Moran (1994); Anderson (2003)

Roosen *et al.*, (2005)

مكان السوق، فإن نتيجة هذا "الإخفاق" هي تشويه تكون فيه الحوافز ضد صون الموارد الوراثية، وفي صالح الأنشطة الاقتصادية التي تعرّي هذه الموارد. إن هذه النتيجة، من وجهة نظر اقتصادية، مترافقة مع إخفاق السوق (تشويه ناتج من "أسواق مفقودة" في المنافع الخارجية التي يولدها صون التنوع البيولوجي)؛ إخفاق التدخّل (تشوهات تسببها أعمال حكومية بالتدخل في أعمال مكان السوق، حتى عندما تبدو هذه تخدم الغرض الاجتماعي)؛ و/أو إخفاق الخصخصة العالية (مثل غياب الأسواق/الآليات التي تمسك القيم الخارجية المهمة عالمياً).

لاحظ أن الأسواق العالمية المفقودة قد توجد بشكل مشترك مع إخفاق الأسواق المحلية وإخفاق التدخل. وتكون خسارة التنوع البيولوجي والموارد الوراثية مثال على ذلك.

يبدو واضحاً من تنميط القيم في الأعلى أن القرارات الاقتصادية الحالية ترتكز بشكل أساس على الفئة الأولى، قيم الاستخدام المباشر، علماً أن القيم الأخرى قد تكون مساوية في الأهمية أو أعظم. فقد تمّ، على سبيل المثال، تقدير أن حوالي 80 بالمئة من قيمة الثروة الحيوانية في نظم البلدان النامية منخفضة المدخلات قد تعزى إلى أدوار غير السوق، في حين أن 20 بالمئة تعزى إلى مخرجات الإنتاج المباشرة. وعلى النقيض، يعزى أكثر من 90 بالمئة من قيمة الثروة الحيوانية في معظم إنتاج البلدان المتقدمة إلى الأخير (Gibson and Pullin, 2005). وبالتركيز حصرياً على قيم الاستخدام المباشر، التنوع البيولوجي وصون المورد الوراثي، من المحتمل أن تكون غير مقومة بشكل دقيق مؤدية إلى تحيز باتجاه أنشطة غير متوافقة مع صونها.

2 تطوير منهجيات للتحليل الاقتصادي

رغم وجود كمية كبيرة من الأدبيات/ الأبحاث حول المنافع الاقتصادية للسلالات المحسنة في الزراعة التجارية المكثفة (في البلدان المتقدمة بشكل خاص)، فإن أهمية السلالات الأصيلة وقيم الصفة في نظم إنتاج الكفاف النمطية للبلدان النامية مدروسة بشكل أقل بكثير. هناك كمية كبيرة من الأدبيات المفاهيمية والنظرية المتعلقة بمصادر القيمة التي تبرز من الموارد الوراثية والتنوع البيولوجي بشكل عام (عادة تعزو إلى نباتات وحيوانات برية). على أنه منذ أن عرفت ورشة عمل منظمة الأغذية والزراعة/ المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (ILRI, 1999) منهجيات تقويم الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، والمبادرات التالية للمعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (اقتصاديات برنامج صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة والاستخدام المستدام) وأفرقاؤه لاختبار هذه المنهجيات، حدث تنفيذ بحث معنوي في المسألة.

ولم يتم بعد وضع مثل هذه الأدوات ونتائجها في الاستخدام إلا نادراً في حالات تؤثر في صنع السياسة ومصادر رزق الأسرة. هناك حاجة ماسة لفهم أفضل لتأثيرات تفضيلات النمط الوراثي لمنظور متزايد ديناميكياً يتسم بالأمور التالية:

- عولمة الأسواق؛
- التغيّر المناخي والتدهور البيئي؛
- حدوث أوبئة أمراض حيوانية جديدة؛
- التطورات في مجال التقنيات الحيوية؛ و
- تطورات السياسة المرتبطة باتفاقية التنوّع البيولوجي.

إن الجهود العالمية لاستئصال الفقر، كما هي مجسدة في الأهداف الإنمائية للألفية، تتطلب أيضاً فهماً محسناً للإسهامات الممكنة للأنماط الوراثية البديلة في تخفيف وطأة الفقر، بغية تحسين برامج موارد الثروة الحيوانية للأغذية والزراعة التي تستهدف الفقراء. وفي هذا المنظور، تسهم البحوث التي تدعم الإبداعات المؤسساتية وتبنّي التقنيات بدور مهم أيضاً. وتعدّ هذه المناطق حاسمة لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة ولها أبعاد اجتماعية–اقتصادية مهمة.

هناك عدد من الأسباب للتطور البطيء نسبياً لاقتصاديات الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بما في ذلك: حقيقة أن قياس المنافع من تنوّع الأصول الوراثية لتطور الثروة الحيوانية صعب؛ التوافر المحدود للبيانات المطلوبة لتنفيذ تحليل اقتصادي؛ وأهمية اعتبار القيم غير السوقية للثروة الحيوانية– ويتطلب الحصول على هذه البيانات بشكل متكرر تحوير التقنيات الاقتصادية للاستخدام بالاقتران مع الطرائق التشاركية وطرائق التقويم الريفي السريع.

ورغم هذه المشكلات، هناك مدى من تقنيات التحليل من مجالات أخرى من علم الاقتصاد يمكن تبنيها لتنفيذ هذه التحاليل. وقد تم مراجعة هذه المنهجيات من قبل Drucker *et al.*, (2001) الذين وصفوها في ثلاث مجموعات (غير متبادلة حصرياً) على أسس الغرض العملي الذي يمكن استخدامها لأجله (انظر جدول 102).

جدول 102
لمحة عامة عن منهجيات التقويم

منهجية التقويم	الغرض	الإسهام في الصون والاستخدام المستدام للموارد الوراثية الحيوانية
مجموعة 1: منهجيات لتحديد القيمة الاقتصادية الفعلية للسلالة (تهم صانعي القرار، المربين وبعض الزرّاع أيضاً)		
الطلب والعرض الكلي	تحديد قيمة السلالة للمجتمع.	قيمة الخسائر الممكنة المرتبطة بفقد الموارد الوراثية الحيوانية.
عبر القطاعات الزراعية والمنزلية	تحديد قيمة السلالة للمجتمع.	قيمة الخسائر الممكنة المرتبطة بفقد الموارد الوراثية الحيوانية.
نموذج الإنتاجية الكلية	تحديد العوائد الصافية للزارع لكل سلالة.	تبرير الأهمية الإقتصادية لسلالة معينة في منظور المدخلات المتعددة المحددة.
حق الملكية الفكرية والعقود	خلق السوق والدعم للاقتسام "المنصف والعادل للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.	توليد تمويل وحوافز لصون بفقد الموارد الوراثية الحيوانية.
منهجيات تقويم الفريق (مثل الاختيار ثنائي الشعبة، ترتيب الفريق، اختيار التجارب)	تحديد تفضيلات المزارع لقيمة الصفة و العوائد الصافية لكل سلالة.	تبرير الأهمية الإقتصادية لسلالة معينة.
حصة السوق	الإشارة إلى قيمة السوق الحالية للسلالة.	تبرير الأهمية الإقتصادية لسلالة معينة.
مجموعة 2: منهجيات لتحديد تكاليف وعوائد برامج صون الموارد الوراثية الحيوانية واستهداف الزرّاع للمشاركة (تهم صانعي القرار، المربين وبعض الزرّاع بشكل رئيس)		
II منهجيات تقويم الفريق (مثل الاختيار ثنائي الشعبة، ترتيب الفريق، اختيار التجارب)	تحديد رغبة المجتمع للدفع لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. تحديد رغبة الزرّاع لقبول التعويضات لتربية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة الأصيلة بدلاً من الغريبة.	تحديد التكاليف العظمى المبررة اقتصادياً للصون.
فقد الإنتاج المجتنب	تشير إلى عظم خسائر الإنتاج الممكنة في غياب صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.	تبرير تكاليف برنامج صون من هذا العظم على الأقل.
تكلفة الفرصة	تحديد تكلفة المحافظة على تنوع الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.	تحديد تكلفة الفرصة البديلة لبرنامج صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.
حصة السوق II	مؤشر لقيمة السوق الحالية لسلالة معينة.	تبرير تكاليف برنامج الصون.
أقل تكلفة	تحديد برنامج مجد من حيث التكلفة لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.	تحديد التكلفة الدنيا لبرنامج الصون.
معيار الأمان الأدنى	تقدير المقايضات المشمولة في المحافظة على أدنى مجتمع صالح	تحديد تكلفة الفرصة البديلة لبرنامج صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.
مجموعة 3: منهجيات لوضع الأولويات في برامج تربية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة (تهم الزرّاع والمربين بشكل أساسي)		
تقويم برنامج التربية	تحديد المنافع الإقتصادية الصافية من تحسينات الحيوانات	تعظيم المنافع الإقتصادية للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المصانة
وظيفة الإنتاج الوراثية	تحديد المنافع الإقتصادية الصافية من تحسينات الحيوانات	تعظيم المنافع الإقتصادية المتوقعة للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المصانة
هيدونيك	تحديد قيم الصفة.	تقويم الخسائر المحتملة المترافقة مع فقد الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة فهم تفضيلات السلالة
نموذج محاكاة المزرعة	نمذجة صفات الحيوان المحسنة على إقتصاديات المزرعة	تعظيم المنافع الإقتصادية للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المصانة

المصدر: مكيفة عن Drucker *et al.*, (2001)

- مجموعة 1) تحديد الأهمية الاقتصادية الفعلية للسلالة في خطر؛
- مجموعة 2) تحديد تكاليف ومنافع برامج صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، واستهداف الزراع للمشاركة؛ و
- مجموعة 3) وضع الأولوية في برامج تربية الموارد الوراثية للثروة الحيوانية للأغذية والزراعة.

ولعدد من هذه المنهجيات سلبيات مفاهيمية معنوية ومتطلبات مكثفة للبيانات (انظر Drucker *et al.*, 2001 لوصف مفصل). على أنه تم إظهار أنه لإنتاج تقويمات مفيدة للقيم الموضوعة في السوق، فإن القيم غير السوقية والسلالة الممكنة التي تسهم بالنمط المفيد لتصميم استراتيجيات التربية والصون. ويعرض القسم التالي لمحة عامة عن المنهجيات. والغاية هي إظهار الفائدة الممكنة للمنهجيات، إضافة إلى تأمين معلومات (خاصة بالموقع لا محالة) عن الأهمية الاقتصادية للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة الأصيلة. ولتحقيق هذه الغاية، يتم عرض عدد من الدراسات المحددة كأمثلة توضيحية لتطبيق الأدوات المختلفة. وتعطي عديد من النتائج رؤى متعمقة في قيمة سلالات ثروة حيوانية أصيلة خاصة ضمن نظم الإنتاج المدروسة. ويتم إلقاء الضوء على استنتاجات بارزة في مطلع كل قسم فرعي. ويمكن العثور على لمحة عامة أكثر تفصيلاً في Drucker *et al.*, (2005)، ودراسة بيوغرافية مشروحة من الأدبيات في هذا المجال متاحة في Zambrano *et al.*, (2005).

3 تطبيق المنهجيات الاقتصادية في إدارة الموارد الوراثية الحيوانية

يتم عرض الأمثلة التالية في سياق التصنيف المعروض في الجدول 102

1.3 قيمة الموارد الوراثية الحيوانية للزراع[9]

- تشكل الصفات التكيفية والوظائف بدون دخل مكونات مهمة للقيمة الكلية للحيوانات أصيلة التربية لحافظي الثروة الحيوانية.
- إن المعايير التقليدية لتقويم الإنتاجية غير كافية لتقويم الإنتاج للكفاف ومالت للمغالاة في تقويم منافع تبديل السلالة.

استخدم Tano *et al.*, (2003) و(2003a; 2003b) Scarpa *et al.*, تجارب أفضلية الاختيار (CE) لإعطاء قيمة للصفات المظهرية المعبّر عنها في سلالات الحيوانات الأصيلة. وتظهر الصفات التكيفية والوظائف بدون دخل على أنها تشكل مكونات مهمة من القيمة الكلية للحيوانات لحافظي الثروة الحيوانية. وفي الدراسة التي نفذها Nano *et al.*, (2003) في غرب أفريقيا، على سبيل المثال، كانت الصفات الأكثر أهمية لإدخالها في أهداف برامج تحسين السلالة هي المقاومة للأمراض، اللياقة للجرّ، والأداء التكاثري. وكان إنتاج اللحم البقري والحليب أقل أهمية. وأظهرت نتائج تلك الدراسات أيضاً أنه من الممكن بحث قيم الصفات المحددة وراثياً التي لا يتم الاعتراف بها حالياً على نحو واسع في مجتمعات الثروة الحيوانية، ولكنها مرشحات مرغوبة لبرامج التربية أو الصون (مثل مقاومة الأمراض).

استخدم Karugia *et al.*, (2001) اتجاه إجمالي العرض والطلب الذي يغطي كلاً من المستويات القطرية والمزرعية. وجادلوا بأن التقويمات الاقتصادية التقليدية لبرامج التربية التهجينية بالغت في تقويم منافعها بتجاهل المعونات، التكاليف المتزايدة للإدارة مثل خدمات الدعم البيطرية، والمستويات الأعلى من الخطر والتكاليف الاجتماعية–البيئية المترافقة مع فقد الأنماط الوراثية الأصيلة. وعند تطبيقها على مزارع الألبان في كينيا، اقترحت النتائج أنه كان للتربية التهجينية، على المستوى الوطني، تأثير إجمالي إيجابي في رفاهية الأسرة (بالاستناد إلى قياس الفائض مستهلك/منتج)، ورغم مراعاة مكونات التكلفة الاجتماعية المهمة، فقد خفضت الأرباح الصافية بشكل كبير. ومع ذلك فإن الأداء على مستوى المزرعة تحسّن قليلاً تحت نظم الإنتاج "التقليدية" باستبدال أبقار زيبو الأصيلة بسلالات غريبة.

[9] باستخدام منهجيات تقويم المجموعة 1 (أنظر جدول 102)

ولدى مقارنة الأداء لأنماط وراثية مختلفة (الماعز الأصيل إزاء الهجن الغريبة)، وصل Ayalew *et al.*, 2003 إلى استنتاج مماثل. وقادت الأهمية الثانوية لصفات إنتاج اللحم والحليب في عديد من نظم الإنتاج هؤلاء المؤلفين للمجادلة بأن المعايير التقليدية لتقويم الإنتاجية غير كافية لنظم الإنتاج الحيواني للكفاف، بسبب:

- أنها تخفق في مسك المنافع غير السوقية للحيوانات؛ و
- أن المفهوم المركزي لمدخل محدد فريد غير مناسب لإنتاج الكفاف، باعتبار أن مدخلات محددة متعددة (الحيوانات، العمالة والأرض) مشمولة في هذه العملية.

شملت الدراسة استخدام نموذج الإنتاجية التجميعية لتقويم إنتاج الكفاف للماعز في المرتفعات الإثيوبية الشرقية. وأظهرت النتائج أن لقطعان الماعز الأصيلة المولدة عائداً صافياً أعلى معنوياً في ظل ظروف الإدارة المحسنة منه في ظل الإدارة التقليدية، والذي يتحدى الفكرة السائدة بأن الثروة الحيوانية الأصيلة لا تستجيب بشكل كاف إلى تحسينات في مستوى الإدارة. وأظهرت بالإضافة لذلك، أنه في ظل نظام الكفاف للإنتاج المعتبر، أن فرضية تربية الماعز تهجينياً كانت أكثر إنتاجية ونفعاً من الماعز الأصيل خاطئة. وعليه فإن النموذج لا يؤكد فقط قيمة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة الأصيلة للزراع، ولكنه يقدم منصة أكثر واقعية يمكن عليها اقتراح مداخلات تحسين سليمة.

2.3 تكاليف الصون وفوائده [10]

- إن تكاليف تطبيق برنامج صون للسلالة في عين المكان صغيرة نسبياً، سواء عند مقارنتها بحجم المعونات التي يتم تأمينها حالياً لقطاع الثروة الحيواني التجاري، أوفيما يخص فوائد الصون. على أنه توجد مبادرات صون قليلة من هذا النوع، وأنه حيثما يتم الاعتراف بقيمة السلالات الأصيلة ويتم تطبيق آليات دعم، فإنه يمكن تحديد عيوب مهمة.
- وتبقى أعمال مماثلة فيما يخص تكاليف وفوائد الصون (بالتجميد) خارج المكان للحيوانات محدودة. على أنه تحت الافتراض بأن الجدوى الفنية تضع تكلفة الصون بالتجميد وتجديد أنواع الحيوانات في المستوى ذاته من الحجم كما هو بالنسبة للنباتات، فإنه قد يمكن تبرير جهود الصون على أرضية اقتصادية.

الصون في عين المكان

أظهر Cicia *et al.*, (2003) أن اتجاهاً تفضيلياً معلناً لاختيار ثنائي التفرع يمكن استخدامه لتقدير الفوائد من إنشاء برنامج صون لحصان بنترو الإيطالي المهدّد. تم استخدام نموذج بيولوجي اقتصادي لتقويم التكاليف المترافقة مع الصون، وتم فيما بعد تحقيق تحليل للتكلفة–الفائدة. وارتكزت تقديرات الفائدة على رغبة المجتمع للدفع من أجل الصون، وهي بالتالي مترافقة في هذه الحالة الخاصة بقيمة وجود. ولا تظهر النتائج فقط قيمة فائدة صافية حاضرة كبيرة وإيجابية مترافقة مع نشاط الصون المقترح (نسبة الفوائد/تكلفة> 9.2)، ولكنها أظهرت أيضاً أن هذا الاتجاه هو أداة مفيدة لدعم قرار صانعي السياسة المشمولين في تخصيص التمويل النادر إلى عدد متنامٍ من السلالات الحيوانية التي تواجه الانقراض.

أظهرت دراسة حالة سلالة خنزير Box Kelen المهددة في يوكاتان، بالمكسيك قيم فوائد صافية مترافقة مع الصون (Drucker and Anderson, 2004). تم اختبار ثلاث منهجيات لتقويم فوائد الصون والاستخدام المستدام للسلالة– حصة السوق، اجتناب خسائر الإنتاج وتقويم الفريق (اختبار ذوق المستهلك) تم اختبارها وتقويمها حدياً. وتم تقويم تكاليف الصون باستخدام اتجاهات تقويم الفريق (تجربة اختيار المنتج) واختبار فرصة أقل تكلفة. وكان عيب التقنيتين

[10] باستخدام منهجيات تقويم المجموعة 2 (أنظر جدول 102)

جدول 103

فوائد الصون وتكاليفه في ظل مدى من منهجيات التقويم – حالة خنزير "بوكس كيلين" ("ياكوتان"، المكسيك)

منهجيات التقويم*	منافع تدابر الصون والاستخدام المستدام $US في السنة	تدبيرا لصون التكاليف $US في العام
حصة السوق	US$490 000	
خسائر الإنتاج المجتنبة (ولاية ياكوتان فقط)	US$1.1 million	
تقويم الفريق (اختبار ذوق المستهلك)	US$1.3 million	
تقويم الفريق (تجربة اختيار المنتج) وأقل تكلفة/نهج تكلفة الفرصة		US$2 500-3 500

المصدر: Drucker and Anderson (2004)

* أنظر جدول 102

الأوليتين لتقويم الفوائد هو أنهما غير مرتكزتين على قياس فائض المستهلك، أي أنهما لا تراعيان تغيرات السعر واحتمالات التبديل في حال حدوث خسارة للسلالة. ورغم العيوب المحددة، وحقيقة أنه يمكن تقريب القيم فقط، فقد أشارت الدراسة إلى أن فوائد الصون تفوق بوضوح التكاليف في هذه الحالة (جدول 103).

يمكن تحديد إخفاقات، حتى عندما تم الاعتراف بقيمة السلالات الأصيلة وتم تطبيق آليات الدعم ويشير Signorello and Pappalardo (2003)، في فحص لتدابير صون التنوع البيولوجي للحيوانات وتكاليفه المحتملة في الاتحاد الأوروبي إلى أن عديداً من السلالات في خطر الانقراض حسب قائمة الرصد العالمي لمنظمة الأغذية والزراعة غير مغطاة بمدفوعات دعم باعتبار أنها لا تظهر في خطط التنمية الريفية للبلدان. وإضافة لذلك، أظهرت النتائج أنه عندما يتم عمل المدفوعات، فإنها لا تراعي مخاطر الإنقراض المختلفة التي تواجهها سلالات مختلفة. وإضافة لما تقدم، فإن مستويات الدفع غير كافية، وهذا يعني أنه ما زال من غير المربح تربية السلالات الأصيلة. وعلى نحو مثالي، يجب أن توضع مدفوعات الدعم على مستوى يعكس رغبة المجتمع بالدفع للصون، ولكن هذه ليست الحالة عادة وقد لا يكون من الضروري ضمان الربحية.

إن نقص الحوافز الكافية لصون السلالات الأصيلة هو رغم الحقيقة بأن تكاليف الصون قد عرضت، في عدد من حالات دراسية وضعها Drucker (2006)، على أنها صغيرة نسبياً. ورسماً على أدبيات معايير السلامة الدنيا (SMS)، فإن إطار العمل المستخدم في هذه الدراسة يفترض أنه يمكن المحافظة على فوائد صون سلالة حيوانية أصيلة، طالما أنه يمكن المحافظة على مجتمع أدنى صالح من السلالة. وعلى نحو عام، فإن تكاليف تطبيق معايير السلامة الدنيا تتألف من تكلفة الفرصة البديلة التفاضلية (إذا ما وجدت أي منها) للمحافظة على السلالة الأصيلة بدلاً من سلالة غريبة أو هجينة. وبالإضافة لما تقدم، لا بدّ من مراعاة تكاليف الدعم الإداري والفني لبرنامج الصون. تم الحصول على تقديرات تكلفة تجريبية باستخدام بيانات من دراسات حالة (إيطاليا والمكسيك)، بالاستناد إلى معايير السلامة الدنيا التي تكافئ تدبير منظمة الأغذية والزراعة لـ"ليست في خطر" تقريباً مثل 1000 حيوان تربية. وتدعم النتائج النظرية القائلة أن تكاليف تطبيق معيار سلامة دنيا تكون منخفضة (حسب النوع/السلالة والموقع، وتتراوح هذه ما بين 3000 إلى 425000 يورو في السنة)، مقارناً كليهما مع حجم المعونات المقدمة حالياً إلى قطاع الثروة الحيوانية (أقل من 1 بالمئة من مجموع المعونات) وفيما يخص الفوائد من الصون (معدل فائدة/تكلفة أعظم من 9.2). أثبتت التكاليف أنها الأخفض في البلد النامي، وهي مشجعة إذا علمنا أن ما يقدر بـ 70 بالمئة من

سلالات الثروة الحيوانية الموجودة حالياً هي في البلدان النامية، وأن خطر الفقد الأعلى يكون هناك (Rege and Gibson, 2003).

هناك حاجة للقيام بتكميم أكثر شمولاً للمكونات المطلوبة لتحديد تكاليف معايير السلامة الدنيا قبل أن يتم تطبيقها في الممارسة. ويحتاج هذا التقويم الاقتصادي لتغطية كل من المدى الكامل للسلالات/الأنواع المعتبرة، وأن يضمن مراعاة أكبر قدر ممكن من العناصر التي تشكل قيمتها الاقتصادية الإجمالية.

الصون خارج المكان

تبقى أعمال مماثلة تخص تكاليف وفوائد الصون (بالتجميد) خارج المكان للثروة الحيوانية محدودة. وما زالت تقنيات الحفظ بالتجميد للثروة الحيوانية، رغم تقدمها بسرعة، متطورة جيداً لأنواع قليلة. ومع ذلك يجادل Gollin and Evenson (2003) بأنه على افتراض أن الجدوى الفنية تضع تكلفة الصون بالتجميد وتجديد أنواع الثروة الحيوانية في المستوى ذاته من العظم كما في النباتات، "لا يوجد هناك مزيد من الشك أن الاقتصاد قد يبرر جهود الصون الواسعة" (مثل قيم الخيار تكون على الأغلب أعلى من تكاليف الصون).

3.3 استهداف الزرّاع للمشاركة في برامج "صون السلالة خارج المكان"[11]

- تسهم برامج الصون خارج المكان بدور حاسم في منظور الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.
- تسهم مواصفات أسباب معيشة الأسرة بدور مهم في تحديد الاختلافات في تفضيل الزراع للسلالة. وقد تكون هذه المعلومة الإضافية مفيدة في تحديد جدوى برامج الصون.

يجادل Wollny (2003) أنه من المحتمل أن تكون اتجاهات الإدارة المرتكزة على المجتمع مطلوبة لتسهم بدور مهم ومتزايد في الاستراتيجيات الهادفة لأمن غذائي محسّن ولتخفيف وطأة الفقر من خلال صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. نظراً لأن استخدام مجتمعات الثروة الحيوانية الأصيلة يعتمد، إلى حد كبير، على مقدرة المجتمعات على التقدير بشأنها وتطبيق استراتيجيات تربية مناسبة. كما تعتبر إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المرتكزة على المجتمع بأنها تسهم بدور حاسم في تخفيف وطأة الفقر (FAO, 2003).

وفي منظور المحاصيل اقترح (Meng, 1997) أنه يتعين أن تستهدف برامج الصون أسباب مصادر رزق الذين من المحتمل جداً أن يستمروا في المحافظة على الأصناف المحلية. وبما أن هذه المصادر ستكون مكلفة على الأقل للتضمين في برنامج صون، يمكن تحديد برنامج "أقل تكلفة": ويمكن التعبير عن برنامج صون في عين المكان على أنها التكلفة الضرورية لرفع الميزة النسبية لهذه السلالات فوق تلك للسلالات، الأنواع أو الأنشطة خارج المزرعة المنافسة. وقد يكفي استثمار صغير للمحافظة على مزاياها في نظام مزرعي خاص.

تم تطبيق هذا الاتجاه المفاهيمي لتحديد استراتيجيات صون منخفضة التكلفة حديثاً لتقدير تكاليف صون خنازير كريول في المكسيك (Drucker and Anderson, 2004; Scarpa *et al.*, 2003b) وأبقار بوران في إثيوبيا (Zander *et al.*, قيد النشر).

أظهر Scarpa *et al.*, (2003b). أنه بالنسبة لخنازير كريول في المكسيك، كانت عوامل عمر المجيب، عدد سنوات الدراسة، حجم الأسرة، وعدد الأفراد النشطين اقتصادياً في الأسرة، عوامل مهمة لتفسير تفضيلات صفة السلالة. إذ وضعت الأسر الصغيرة، الأقل تعليماً والأقل دخلاً قيماً أعلى نسبياً إلى خصائص صغار الخنزير الأصيلة مقارنة مع تلك الغريبة وهجنها (Drucker and Anderson, 2004). وتؤيد نتائج Pattison (2002) هذه النتائج. وقد أشارت النتائج أنه في منظور برنامج صون لعشر سنوات الذي قد يجلب

[11] باستخدام منهجيات تقويم المجموعة 2 (أنظر جدول 102)

حجم مجتمع خنزير كريول إلى حجم مستدام معتبر "ليس في خطر" تبعاً لنظام تصنيف منظمة الأغذية والزراعة، فإن الأسر الصغيرة الأقل اقتداراً قد تحتاج إلى مستويات تعويض أدنى أو حتى (في 65 بالمئة من الحالات) بلا تعويض بالمرّة. إن فرضية هذه المجموعة من الدراسات أن الحفظ المستمر لتنوع المورد الوراثي في المزارع يجعل الناحية الاقتصادية أكثر في تلك المواقع حيث يجني المجتمع والزراع الذين يحفظونها جلّ الفوائد منها.

يجادل Mendelsohn (2003) أنه حيثما يكون هناك اختلاف بين قيم الزراع (خاص) وقيم القطاع العام، ينبغي على إخصائيي الصون أن يعملوا أولاً الحالة لماذا يتعيّن أن يكون المجتمع راغباً للدفع لحماية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة "غير المفيدة" ظاهرياً، ومن ثم تصميم برامج الصون التي ستحمي بكفاءة ما يعتبره المجتمع كنوزاً.

4.3 وضع الأولويات في برامج صون الثروة الحيوانية [12]

- تحتاج سياسة الصون لتحفيز الاستراتيجيات المجدية، ويمكن تحقيق ذاك من خلال تطوير أدوات دعم القرار "نمط ."Weitzman وتسمح هذه الأدوات بتخفيض ميزانية معينة ما بين مجموعة من السلالات بحيث يتم تعظيم الكمية المتوقعة من التنوع بين السلالة المصانة.

قدّم Simianer *et al.*, (2003) و Reist-Marti *et al.*, (2003) واحداً من الأمثلة القليلة عن التطور المفاهيمي لأداة دعم قرار في مجال الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. فاعترافاً بالعدد الكبير من سلالات الثروة الحيوانية الأصيلة المهددة حالياً، وحقيقة أنه لا يمكن حمايتها جميعاً بالميزانيات المحدودة للصون، فقد تم تطوير إطار عمل لتخصيص ميزانية معينة بين مجموعة من السلالات بحيث يتم تعظيم الكمية المتوقعة من التنوع بين السلالة المصانة. وبالارتكاز إلى Weitzman (1993) يجادل بأن المعيار الأمثل لخطة صون هو تعظيم الفائدة الإجمالية المتوقعة من مجموعة من السلالات، التي تمثل مجموع وزن التنوع، احتمالات الانقراض وتكاليف صون السلالة (انظر القسم و: 2.8 لمناقشة إضافية حول هذا الاتجاه). ورسماً على منهجيات تقويم المجموعة 2 (انظر جدول 102) فإنه من المسلم حالياً على أنها الوسيلة الأفضل لتقويم تكاليف الصون. ومع ذلك، يمكن استخدام منهجيات المجموعة 1 إذا ما تعيّن تبنّي نهج مصادر الرزق بدلاً من تكلفة الصون. ويستخدم كلا هذين النهجين ودراسة Weitzman الأصيلة، قياسات التنوع بالارتكاز على المسافات الوراثية. لاحظ، مع ذلك، أنه قد يمكن القياسات البديلة للتنوع– قياسات تتضمن، على سبيل المثال، التنوع ضمن السلالات وبينها (Ollivier and Foully, 2005) أو تلك المرسومة على التنوع الوظيفي، المرتكزة على وجود صفات فريدة في سلالات معنية (انظر Brock and Xepapadeas (2003 لتوضيح عن مورد وراثي نباتي). قد تختلف التأثيرات لاختيار السلالات بغية إدراجها في برامج صون تبعاً لكيفية بناء دليل التنوع والهدف الإجمالي لبرنامج الصون (صون التنوع الوراثي بحد ذاته، تعظيم عدد الصفات الفريدة المصانة، أو تعظيم إسهام مصدر الرزق للتنوع الحيواني المصان). وحيثما يتم تحديد هذه النماذج بقدر كاف تكون البيانات الأساسية عن المعايير الرئيسة متوافرة (ناقصة حالياً لتكاليف وفوائد الصون أو إسهامها في مصادر الرزق)، يمكن استخدام إطار العمل لاتخاذ قرار عقلاني على مستوى عالمي. انظر القسم و: 8 لمناقشة إضافية عن طرائق وضع الأولويات في الصون.

5.3 وضع الأولويات في استراتيجيات تربية الحيوان [13]

- أظهر التحليل الاقتصادي عظم مساهمة الانتخاب الوراثي، كاستخدام أدلة الانتخاب، على سبيل المثال، لزيادة الإنتاج.

[12] باستخدام منهجيات تقويم المجموعة 2 (أنظر جدول 102)

[13] باستخدام منهجيات تقويم المجموعة 3 (أنظر جدول 102)

- هناك حاجة إلى طرائق ليس فقط لمراعاة المجموعة الحالية من الأهداف الاقتصادية، ولكن لإدراج الطلبات المستقبلية المنظورة وحتى التي لا يمكن توقعها.
- تعد نهج Hedonic[14] مفيدة لتقويم أهمية صفات خاصة لقيمة الحيوانات أو المنتجات الحيوانية بما في ذلك تأثيرها في استراتيجيات الانتخاب.

استخدمت برامج التربية لفترة طويلة دليل الانتخاب كوسيلة لانتخاب متعدد الصفات في الحيوانات. فقد قاس Mitchell *et al.*, (1982)، على سبيل المثال، قيمة الإسهامات الوراثية لتحسين الخنازير في المملكة المتحدة بتحديد قابلية توريث المواصفات المهمة، وعزل الإسهامات الوراثية للأداء المحسن. وقد وجدوا، باستخدام تقنيات الإنحدار الخطي لمقارنة مجموعات الشاهد والمجموعات المحسنة مع الزمن، أن العائدات كانت كبيرة، مع تكاليف في حدود ميلوني جنيه استرليني في العام نسبة إلى 100 مليون جنيه فوائد في العام. وقدر أن استخدام التربية التهجينية في الإنتاج التجاري يسهم بما يقارب 16 مليون جنيه استرليني في العام. وقد تم بناء نماذج محاكاة على مستوى المزرعة لعديد من الأنواع تحت إدارة عالية المدخلات، وركزت المحاسبة أيضاً على تقويم على الصفات القابلة للتوريث المكتسبة.

جادل Smith (1985)، في منظور أهمية المحاسبة لقيم الخيار في نماذج وظيفة الإنتاج الوراثي، أن الانتخاب الوراثي المرتكز على المجموعة الحالية من الأهداف الاقتصادية هو دون المثالي في منظور بين الأزمنة (intertemporal). وبديلاً عن ذلك، ونظراً لعدم اليقين بالحاجات المستقبلية، يتعين أن يتم "توجيه" الانتخاب للترحيب بالحاجات المنظورة وحتى غير المتوقعة في المستقبل" (Smith, 1985، ص 411). وقد دعا Smith (1984) بشكل خاص إلى تخزين أصول التربية ذات الصفات غير المرغوبة حالياً من الناحية الاقتصادية نظراً لطلبات السوق المؤقتة و/أو شروط الإنتاج (متطلبات التسويق أو التدريج، تركيب الذبيحة أو المنتج، أو تكيفات سلوكية خاصة لشروط الرعاية الحالية).

بين Jabbar *et al.*, (1998)، باستخدام نهج Hedonic، في نيجيريا، أنه على الرغم من وجود اختلافات في الأسعار العائدة فقط للسلالة، كان معظم الاختلاف في الأسعار بسبب متغيرات مثل ارتفاع الذيل ومحيط العنق الذي يختلف من حيوان لآخر ضمن السلالات. كما كان الاختلاف بسبب نمط الحيوان أو شهر إبرام الصفقة أعظم من ذلك العائد للسلالة. وبين Jabbar and Diedhiou (2003) أن نهج هيدونيك المستخدم لتحديد ممارسات التربية لحافظي الثروة الحيوانية وتفضيلات السلالة في جنوب غرب نيجيريا، يؤكد اتجاهاً قوياً بعيداً عن السلالات المتحملة لداء المثقبيات. وحدّد Richards and Jeffery (1995) القيمة للإنتاج ذي الصلة ونمط الصفات لثيران الحليب في ألبرتا، كندا. وتم تقدير نموذج تقويم هيدونيك، الذي نمذج ثمن النطاف كعامل للإنتاج الفردي ومواصفات التعمير لعينة من ثيران هولشتاين–فريزيان.

6.3 تحليل السياسة العامة[15]

إن المعدل الحالي السريع لخسارة تنوع الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة هو نتيجة لعدد من العوامل الداعمة. وفي حين تعكس التغييرات في نظم الإنتاج وتفضيلات المستهلك، في بعض الحالات، التطور الطبيعي للاقتصاد والأسواق المتطورة، فقد تم، في حالات أخرى، تشويه نظم الإنتاج، اختيار السلالة

[14] نهج Hedonic ترتكز على فكرة أن القيمة الإجمالية للحيوان يمكن أن تفكك إلى قيم مواصفات فردية. وتستخدم طرائق إحصائية لتقييم مساهمة كل مواصفة إلى القيمة الإجمالية بالاستناد إلى أسعار السوق المدفوعة للحيوان بتوليفات مختلفة من المواصفات

[15] باستخدام منهجيات تقويم المجموعة 2، وأيضاً المجموعة 1.

وتفضيلات المستهلك بالسياسة القطرية، الإقليمية والدولية. وقد تظهر هذه التشوهات من مداخلات على مستوى الاقتصاد الكبير (مثل معدلات الصرف والفائدة)؛ السياسة التنظيمية وسياسة الأسعار (مثل الضرائب، مراقبة الأسعار، لوائح السوق والتجارة)؛ سياسة الاستثمار (مثل تطوير البنى التحتية)؛ السياسة المؤسساتية (مثل ملكية الأرض وحقوق ملكية المورد الوراثي). وفي حين يمكن تمييز تأثير عوامل السياسة في الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بسهولة بمؤشرات عامة، فإن القليل ما يعرف عن أهميتها النسبية.

4 التأثيرات للسياسات والبحوث المستقبلية

أظهرت الدراسات المذكورة أعلاه أن هناك مدى واسعاً من المنهجيات التي يمكن استخدامها لتقويم تفضيلات حافظي الحيوانات لسلالة/صفة، وأنه يمكن الإفادة منها في تصميم السياسات التي تعاكس الميل الحالي باتجاه تهميش السلالات الأصيلة. وقد تضحي ممكنة، بشكل خاص للأمور التالية (Drucker and Anderson, 2004):

- إدراك الأهمية التي يضعها حافظو الثروة الحيوانية على الصفات التكيفية، والوظائف بدون عائد، والحاجة إلى اعتبار هذه في تصميم برنامج التربية؛
- تعريف تلك السلالات ذات الأولوية للمشاركة في برامج تعظيم التنوع مجدية التكلفة؛ و
- مباينة التكاليف المشمولة مع الفوائد الكبيرة التي يضعها حافظو الثروة الحيوانية على صون السلالة.

ومع ذلك، وبما أن التقدمات الحديثة في التقويم الاقتصادي للموارد الوراثية الحيوانية قد سهلت بعض (ولكن ليس الكل في أي حالة من الحالات) المعوقات المنهجية/التحليلية، فإن مسألة توافر البيانات أضحت أكثر حدية نسبياً. وتشير متطلبات البيانات إلى الأمور التالية:

- قياس معايير أداء السلالة؛
- توصيف نظم التربية الحالية والمحتملة؛
- تحديد الاستخدامات وتفضيلات الزراع لصفة (بما في ذلك استنباط القيم التي يضعها الزراع على صفات سوق محدد/ لا سوقية والمفاضلات التي يرغبون القيام بها بين الصفات) للسلالات المحلية تحت نظم إنتاج مختلفة، بالإضافة إلى القوى المؤثرة في هذه العوامل واستخدام سلالات بديلة؛
- تحديد عوامل تؤثر في طلب الثروة الحيوانية وأسعارها، بما في ذلك تأثير التغيرات التي تحدثها السياسة في أسعار السلعة التجارية (مثل أعلاف/محاصيل) وتكاليف المدخلات الخارجية (مثل البيطرة) في منظور استخدام سلالة مختلفة؛
- تنفيذ تحليل مسبق للتأثيرات في مصادر الرزق من استخدام سلالات بديلة، مع معوقات التبنّي والوصول المحتمل/لآليات الانتشار؛
- مراعاة دور عوامل مثل ملكية الأرض، الإمكانية الزراعية، كثافة المجتمع، الوصول إلى السوق وتكامله، متطلبات منح الإجازات، النظم الضريبية، برامج الائتمان والإرشاد والتعليم؛ و
- تحسين فهم أهمية استمرارية الوصول والتجارة في الأصول الوراثية لأغراض البحث والتنمية، مع طبيعة التكاليف والفوائد التي تنشأ من بحوث موارد الثروة الحيوانية للأغذية والزراعة.

ورغم ثروة من بيانات إنتاج الثروة الحيوانية على المستوى القطري، فإن هذه المعلومات تميل لتكون محدودة للسلالات الأساسية وتتجاهل بشكل واسع الإسهامات غير السوقية المهمة. إن المعلومات عن السلالات المحلية في البلدان النامية محدودة جداً. وتعمل مبادرات مثل نظم DAD-IS التابع لمنظمة الأغذية والزراعة وDAGRIS التابع للمعهد الدولي لبحوث

الثروة الحيوانية إلى دعم البرامج على المستوى القطري.

إن التحدي الآن هو زيادة الوعي فيما يخص الدور المهم للتحليل الاقتصادي في تحسين صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة واستخدامها المستدام. ويجب تعزيز القدرات الوطنية أيضاً بغية جعلها قادرة على تطبيق منهجيات/أدوات دعم القرار ذات الصلة، وتكاملها في عملية تنمية قطرية واسعة للثروة الحيوانية. وبهذه الطريقة، فإن أعمالاً إضافية عن اقتصاديات الموارد الوراثية للثروة الحيوانية (بما في ذلك في سياقات تطور النظم الديناميكية وتكاملها مع المكونات الأخرى للتنوع البيولوجي الزراعي)، والتصميم التالي لآليات حوافز مناسبة، يمكن استخدامها في السياقات حيث يمكن أخذ النتائج بحيث تفيد بنشاط الزراع وتدعم عمل الباحثين وصانعي القرار على المستوى القطري.

المراجع [16]

Anderson, S. 2003. Animal genetic resources and sustainable livelihoods. *Ecological Economics*, 45(3): 331-339.

Arrow, K.J. & Fisher, A.C. 1974. Environmental preservation, uncertainty, and irreversibility. *Quarterly Journal of Economics*, 88(2): 312-319.

Ayalew, W., King, J.M., Bruns, E. & Rischkowsky, B. 2003. Economic evaluation of smallholder subsistence livestock production: lessons from an Ethiopian goat development program. *Ecological Economics*, 45(3): 473-485.

Brock, W. & Xepapadeas, A. 2003. Valuing biodiversity from an economic perspective: a unified economic, ecological and genetic approach. *American Economic Review*, 93(5): 1597-1614.

Cicia, G., D'Ercole, E. & Marino, D. 2003. Costs and benefits of preserving farm animal genetic resources from extinction: CVM and bio-economic model for valuing a conservation program for the Italian Pentro horse. *Ecological Economics*, 45(3): 445-459.

Drucker, A.G. 2006. An application of the use of safe minimum standards in the conservation of livestock biodiversity. *Environment and Development Economics*,11(1): 77-94.

Drucker A.G. & Anderson, S. 2004. Economic analysis of animal genetic resources and the use of rural appraisal methods: Lessons from South-East Mexico. *International Journal of Sustainable Agriculture*, 2(2): 77-97.

Drucker, A.G., Gómez,V. & Anderson, S. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods. *Ecological Economics*, 36(1): 1-18.

Drucker, A.G., Smale, M. & Zambrano, P. 2005. *Valuation and sustainable management of crop and livestock biodiversity: a review of applied economics literature.*

[16] للوصول إلى النص الكامل لبعض من هذه المقالات يرجى رؤية www.ilri.org

FAO. 2003. *Community-based management of animal genetic resources.* Proceedings of the workshop held in Mbabane, Swaziland, 7-11 May 2001. FAO/SADC/UNDP/GTZ/CTA. Rome.

Gibson, J.P. & Pullin, R.S.V. 2005. *Conservation of livestock and fish genetic resources. Rome.* CGIAR Science Council Secretariat.

Gollin, D & Evenson, R. 2003. Valuing animal genetic resources: lessons from plant genetic resources. *Ecological Economics*, 45(3): 353-363.

ILRI. 1999. *Economic valuation of animal genetic resources.* Proceedings of an FAO/ILRI workshop held at FAO Headquarters, Rome, Italy, 15-17 March 1999. Nairobi. International Livestock Research Institute.

Jabbar, M.A. & Diedhiou, M.L. 2003. Does breed matter to cattle farmers and buyers? Evidence from West Africa. *Ecological Economics*, 45(3): 461-472.

Jabbar, M.A., Swallow, B.M., d'Ieteren, G.D.M. & Busari, A.A. 1998. Farmer preferences and market values of cattle breeds of west and central Africa. *Journal of Sustainable Agriculture*, 12: 21-47.

Jahnke, H.E. 1982. *Livestock production systems and livestock development in Tropical Africa.* Kiel, Germany. Kieler Wissenschaftsverlag Vauk.

Karugia, J., Mwai, O., Kaitho, R., Drucker, A., Wollny, C. & Rege, J.E.O. 2001. Economic analysis of crossbreeding programmes in sub-Saharan Africa: a conceptual framework and Kenyan case study. Animal *Genetic Resources Research* 2. Nairobi. International Livestock Research Institute.

Mendelsohn, R. 2003. The challenge of conserving indigenous domesticated animals. *Ecological Economics*, 45(3): 501-510.

Meng, E.C.H. 1997. Land allocation decisions and in situ conservation of crop genetic resources: The case of wheat landraces in Turkey. University of California, Davis, California, USA. (PhD thesis)

Mitchell, G., Smith, C., Makower, M. & Bird, P.J.W.N. 1982. An economic appraisal of pig improvement in Great Britain. 1. Genetic and production aspects. *Animal Production*, 35(2): 215-224.

Ollivier, L. & Foulley, J. 2005. Aggregate diversity: new approach combining within- and between-breed diversity. *Livestock Production Science*, 95(3): 247-254.

Pattison, J. 2002. Characterising backyard pig keeping households of rural Mexico and their willingness to accept compensation for maintaining the indigenous Creole breed: A Study of Incentive Measures and Conservation Options. University of London. (MSc thesis).

Pearce, D. & Moran, D. 1994. *The economic value of biodiversity.* London. Earthscan.

Rege, J.E.O. & Gibson, J.P. 2003. Animal genetic resources and economic development: issues in relation to economic valuation. *Ecological Economics*, 45(3): 319-330.

Reist-Marti, S., Simianer, H., Gibson, G., Hanotte, O. & Rege, J.E.O. 2003. Weitzman's approach and breed diversity conservation: an application to African cattle breeds. *Conservation Biology*, 17(5): 1299-1311.

Richards, T. & Jeffrey, S. 1995. *Hedonic pricing of dairy bulls - an alternative index of genetic merit.* Department of Rural Economy. Project Report 95-04. Faculty of Agriculture, Forestry, and Home Economics. Edmonton, Canada. University of Alberta Edmonton.

Roosen, J., Fadlaoui, A. & Bertaglia. M. 2005. Economic evaluation for conservation of farm animal genetic resources. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122(4): 217-228.

Scarpa, R., Drucker, A.G., Anderson, S., Ferraes-Ehuan, N., Gómez, V., Risopatrón, C.R. & Rubio-Leonel, O. 2003a. Valuing genetic resources in peasant economies: the case of 'hairless' Creole pigs in Yucatan. Ecological Economics, 45(3): 427-443.

Scarpa, R., Ruto, E.S.K., Kristjanson, P., Radeny, M., Drucker, A.G. & Rege, J.E.O. 2003b. Valuing indigenous cattle breeds in Kenya: an empirical comparison of stated and revealed preference value estimates. *Ecological Economics*, 45(3): 409-426.

Signorello, G. & Pappalardo, G. 2003. Domestic animal biodiversity conservation: a case study of rural development plans in the European Union. *Ecological Economics*, 45(3): 487-499.

Simianer, H., Marti, S.B., Gibson, J., Hanotte, O. & Rege, J.E.O. 2003. An approach to the optimal allocation of conservation funds to minimise loss of genetic diversity between livestock breeds. *Ecological Economics*, 45(3): 377-392.

Smith, C. 1984. Genetic aspects of conservation in farm livestock. *Livestock Production Science*, 11(1): 37-48.

Smith, C. 1985. Scope for selecting many breeding stocks of possible economic value in the future. *Animal Production*, 41: 403-412.

Swanson, T. 1997. *Global action for biodiversity.* London. Earthscan.

Tano, K., Kamuanga, M., Faminow, M.D. & Swallow, B. 2003. Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle traits in West Africa. *Ecological Economics*, 45(3): 393-407.

Weitzman, M.L. 1993. What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(1): 157-183.

Wollny, C. 2003. The need to conserve farm animal genetic resources through community based management in Africa: should policy-makers be concerned? *Ecological Economics*, 45(3): 341-351.

Zander, K., Drucker, A.G., Holm-Muller, K. & Mburu, J. (forthcoming). Costs and constraints of conserving animal genetic resources: the case of Borana cattle in Ethiopia.

Zambrano, P., Smale, M. & Drucker, A.G. 2005. A selected bibliography of economics literature about valuing crop and livestock components of agricultural biodiversity. SGRP/IFPRI/ILRI.

القسم و

طرائق للصون

1 مقدمة

يعد تطوير سلالةٍ ما عملية ديناميكية لتغيّر وراثي موجّه بالظروف البيئية والانتخاب من قبل الإنسان، وتتأثر الأخيرة بالوضع الثقافي والاقتصادي. وقد أدّت حقيقة أن النظم البيئية ديناميكة ومعقدة وأن تفضيلات الإنسان تتغيّر إلى تطوّر سلالات و، حتى وقت قريب، زيادة صافية في التنوّع مع الزمن. على أنه حصلت خسارة واضحة في التنوّع، في الـ 100 سنة الأخيرة، نتيجة زيادة معدل انقراض السلالات والأصناف. فقد أضحت 481 سلالة ثدييات و 39 سلالة طيور منقرضة، وهناك 642 سلالة ثدييات أخرى و 481 سلالة طيور في خطر في إقليم أوروبا والقوقاز بمفرده. وقد تسارعت الخسائر بسبب التكثيف السريع للإنتاج الحيواني، الإخفاق في تقويم السلالات المحلية، والاستبدال غير المناسب للسلالات أو التربية التهجينية الميسّرة بتوافر سلالات عالية الأداء والتقنيات الحيوية التكاثرية (مؤطر 95).

مؤطر 94

دليل المصطلحات–الصون

لغرض هذا التقرير، يتم استخدام التعاريف التالية:

صون الموارد الوراثية الحيوانية: يعزو إلى كل الأنشطة الإنسانية بما في ذلك الاستراتيجيات، الخطط، السياسات، والأعمال المنفذة لضمان المحافظة على تنوّع الموارد الوراثية الحيوانية كي يسهم في إنتاج الأغذية والإنتاج الزراعي والإنتاجية، أو المحافظة على القيم الأخرى لهذه الموارد (بيئية وثقافية) في الوقت الحاضر وفي المستقبل.

الصون في عين المكان: يعزو إلى صون الحيوانات من خلال استمرار حافظي الثروة الحيوانية لاستخدامها في نظام الإنتاج الذي تطوّرت فيه الحيوانات أو توجد فيه الآن بشكل مألوف وتهجّن.

الصون خارج المكان في الموئل: يعزو إلى الصون من خلال المحافظة على مجتمعات الحيوانات الحية غير المحفوظة تحت ظروف الإدارة المألوفة (مثل حدائق الحيوانات، وفي بعض الحالات المزارع الحكومية) و/أو خارج هذه المنطقة التي تطوّرت فيها أو الموجودة فيها الآن بشكل مألوف.

لا توجد غالباً حدود واضحة ما بين الصون في عين المكان والصون خارج المكان في الموئل وينبغي توخي الحرص لوصف أهداف الصون وطبيعة الصون في كل حالة.

الصون خارج المكان في الأنابيب: يعزو إلى الصون خارج حيوان حي في بيئة اصطناعية، تحت ظروف تبريد عالية بما في ذلك الأمور التالية، الصون بالتجميد للأجنة، النطاف، البويضات، الخلايا الجسمية أو النسخ التي تمتلك إمكانية إعادة بناء حيوانات حيّة (بما في ذلك حيوانات لإدخال المورثات والسلالات الاصطناعية) فيما بعد.

مؤطر 95

أغنام معازي الحمراء– تهديدات متسارعة

يتم حفظ أغنام معازي الحمراء، المشهورة بتقسيتها ومقاومة الأمراض، وبخاصة مقاومتها للطفيليات المعدية المعوية، من قبل رعاة معازي بشكل سائد، وأيضاً من قبل القبائل المجاورة في المناطق شبه القاحلة في كينيا وجمهورية تنزانيا المتحدة. وقد بين عدد من المشاريع البحثية أن مقاومة السلالة للأمراض، وإنتاجيتها العالية تحت البيئات المتطرّفة المتحديّة، حيث يكون أداء السلالات الأخرى، مثل سلالة دوربر المُدخلة ضعيف جداً. وحتى أواسط السبعينيات كانت أغنام المعازي الحمراء موجودة في كل مكان من أراضي الرعي في كينيا، ومن المحتمل أن يبلغ تعدادها عدة ملايين رأس. وفي أواسط السبعينيات، تم تأسيس برنامج نشر مدعوم لكباش دروبر. وتبع ذلك تربية تهجينية واسعة غير مميزة. ولم تقدّم أية تعليمات للزرّاع حول تهجين قطعانهم مع الدروبر، والذي تبيّن فيما بعد أنها غير متلائمة في مناطق إنتاج عديدة. وفي 1992 وثانية منذ عهد قريب، نفذ المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية بحثاً واسعاً في كينيا والأجزاء الشمالية من جمهورية تنزانيا المتحدة ولكنه كان قادراً فقط على تحديد أعداد قليلة جداً من الحيوانات نقيّة التربية. وكان المعهد قادراً على إنشاء قطيع صغير (نقي التربية)، ولكن القطيع أظهر فيما بعد بعض مستويات التلوّث الوراثي. إن سلالة معازي الحمراء مهددة بوضوح، ولكن قاعدتنا بيانات الثروة الحيوانية DAD-IS وDAGRIS لا تحددان السلالة على أنها مهددة، ولا تبدو السلالة في قائمة الرصد العالمي (FAO/UNEP, 2000). وهذا مرتبط بعدم المقدرة الحالية للنظم لتوثيق تخفيف السلالة.

مقدمة من John Gibson

وبينما تزايد فقد التنوّع الوراثي الحيواني بشكل كبير في العقود الحديثة، فإن مدى المشكلة ما زال غير مقوّم بشكل كامل. وقد أتيحت المعلومات حول الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة التي قدمتها البلدان الأعضاء في الأمم المتحدة لعامة الناس في قاعدة بيانات نظام المعلومات عن التنوع الوراثي للحيوانات الأليفة (DAD-IS). ورغم توجيه دعوة خاصة في 1992 لمعلومات عن السلالات المنقرضة قبل تجميع الطبعة الثالثة من قائمة الرصد العالمي (FAO/UNEP, 2000)، فإنه من المحتمل أن تكون قوائم السلالات المنقرضة غير مكتملة – إذ من الممكن أن تكون بعض المجتمعات المحليّة غير الموصفّة قد اختفت بدون أن يتم تسجيلها. وأسباب الإنقراض تكون إما غير موثقة أو يصعب الوصول إليها، وبالتالي لم يتم تحليلها بشكل كامل. يمكن تقدير حالة الخطر لعديد من السلالات فقط، باعتبار أن بيانات إحصائيات مجتمع السلالة غير موحّدة غالباً أو لا يعتدّ بها. ويعيق نقص المعرفة الأعمال المتسقة ووضع أولويات الصون.

2 حجج لصالح الصون

يشير تصديق 188 دولة على معاهدة التنوّع البيولوجي إلى تعهّد دولي متنام لاستدامة التنوّع البيولوجي وحمايته. وتدعو اتفاقية التنوّع البيولوجي إلى صون كافة مكوّنات التنوّع البيولوجي بما في ذلك تلك المستخدمة للزراعة والغابات واستخدامها المستدام. واعترافاً بأهمية تنوّع المستوى الوراثي، تؤمّن المعاهدة مهمة لصون الموارد الوراثية للأغذية والزراعة. وتعترف المادة 2 بشكل خاص بالـ "الأنواع المستأنسة والمزروعة" كمكوّن مهم للتنوّع البيولوجي العالمي.

ومع ذلك، فقد تم ملاحظة أنه

"في حين برز على ما يبدو اتفاق عالمي مهم بشأن السياسة، فإن هذا الاتفاق لا يرتكز على أساس بتوافق الأداء حول نظرية القيمة لتوضيح لماذا يجب أن يكون حماية التنوّع البيولوجي، بغض النظر عن الدعم القوي له، أولوية رئيسة للسياسة البيئية" (Norton, 2000 في FAO, 2003 ص 105).

يمكن أن تختلف الحجج لحفظ التنوّع البيولوجي لمصلحته الذاتية، على سبيل المثال، مع النظرة القائلة أنه في حال غياب حالة واضحة لفائدة سلالة، فإن

فقدها يجب أن لا يكون موضع قلق كبير. يعرض هذا الفصل لمحة عامة عن الخطوط المختلفة للحجج المقدّمة في صالح الصون. وقد يتضمّن الأساس المنطقي لبرنامج صون توليفة من:

1.2 حجج مرتبطة بالماضي

تعكس سلالات الثروة الحيوانية الهوية الثقافية والتاريخية للمجتمعات التي طورتها، وكانت جزءاً مكملاً لمصدر الرزق والتقاليد لعديد من المجتمعات. إن خسارة سلالات نمطية تعني لذلك خسارة هوية ثقافية للمجتمعات المعنية، وخسارة جزء من التراث الإنساني.

وهناك حجة إضافية ترتبط بحقيقة أن تطوير السلالة، وبخاصة في الأنواع التي تكون الفواصل الزمنية بين أجيالها طويلة، قد شملت غالباً استثمارات كبيرة بمؤشرات الوقت، المصروف المالي، و/أو الموارد المؤسساتية. وإضافة لذلك، يمكن أن تبرز العملية التاريخية مخرجات فريدة قد لا يكون من السهولة إعادة خلقها. وتبعاً لوجهة النظر هذه، فإنه يتعيّن عدم أخذ القرار بهجر هذه السلالات على نحو بسيط. كما أن هناك بعداً تاريخياً لتطوير صفات تكيّفية– فكلما طالت فترة تعريض مجتمع حيواني إلى تحدّ بيئي، يكون احتمال تطور صفات تكيّفية محددة أعظم. لقد أبرزت المناطق ذات المناخات المتطرفة أو بظروف مرضية خاصة أصولاً محليّة متكيفة وراثياً ومحليّة. ولقد تطورت هذه السلالات في بيئة خاصة ونظام زراعي، وتمثل تراكماً لكلّ من الأصل الوراثي، وممارسات الرعاية المرافقة والمعرفة المحلية.

2.2 الحماية للحاجات المستقبلية

"إن التنبؤ بالمستقبل عمل خطر في أحسن الأحوال وبخاصة عندما تكون الأنشطة الإنسانية مشمولة"
(Clark, 1995 في Tisdell, 2003، ص 369).

من المعروف أنه من الصعب التنبّؤ بالمستقبل، وتوقعات الناس عالية التنوّع. وقد تكون التوقعات السالبة جداً في بعض الأوقات مرتبطة بالمخاوف غير المؤكدة أكثر من الحجج المنطقية. ومع ذلك يمكن تقديم حالة قوية من القلق حول خسارة تنوّع الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة:

"من وجهة نظر طويلة الأمد، من الممكن أن يخلق التركيز على السلالات المغلالة عالية الحساسية للبيئة مشكلة خطيرة لاستدامة الإنتاج الحيواني... ومن الممكن أن يخسر الزرّاع قدراتهم على التلاعب بالظروف البيئية الطبيعية. وإذا فقدت كل السلالات المتحملة بيئياً في الفترة الإنتقالية، فقد ينهار مستوى الإنتاج الحيواني".
(Tisdell, 2003، ص 373).

قد تحدث التطورات غير المتوقعة من تغيّرات في النظام البيئي، في طلب السوق واللوائح المرتبطة، بتغييرات في توافر المدخلات الخارجية، بتحديات مرض منبثق، أو بتوليفة من هذه العوامل. ومن المؤكد أن التغيّر المناخي العالمي وتطوّر المقاومة في المرضات والطفيليات للمكافحة الكيميائية ستؤثر في مستقبل نظم الإنتاج الحيواني، رغم أن طبيعة هذه التغيرات تبقى غير واضحة (FAO, 1992). يشير احتمال خسارة كارثية في الموارد الورثية الحيوانية للأغذية والزراعة نتيجة وبائيات مرضية، الإرهاب البيولوجي وعدم الاستقرار المدني، إلى الحاجة لامتلاك احتياطي مضمون، كبنك وراثي، للسلالات ذات الأهمية الإقتصادية العظيمة في الوقت الحاضر. ويوضّح عدم اليقين فيما يخص الحاجات المستقبلية، بالاشتراك مع الطبيعة غير العكوسة لأحداث مثل انقراض نوع أو سلالة، الحاجة إلى حماية قيمة الخيار[17] للتنوّع.

تشمل الأمثلة عن الحاجات غير المتوقعة سابقاً الميل عند مربي الحيوانات في العالم المتطوّر للتركيز أكثر، بعيداً عن التحسين الوراثي الموجّه للإنتاج، على التكيّف، مقاومة الأمراض وكفاءة العلف. وصلت أهمية الرعي الحافظ، في بعض الدول المتقدمة حداً، كان القليل قد توقعه قبل 40 سنة خلت عندما بدئ باستخدام السلالات النادرة لهذه الغاية. وفي المملكة المتحدة،

[17] إن قيمة الخيار للتنوّع هي القيمة المعطاة لحماية أصل لخيار استخدامه في تاريخ مقبل.

مؤطر 96

أغنام Lleyn في مقاطعة ويلز– إحياء الثروات

بتناغم مع الطلبات الحديثة تقدمت أغنام سلالة Lleyn في شمالي مقاطعة ويلز، في النصف الأخير من القرن الماضي، من حافة الإنقراض إلى سلالة ذات أهمية وطنية واسعة الإنتشار في صناعة الأغنام البريطانية. وعقب الحرب العالمية الثانية، تراجعت السلالة من الأهمية المحلية الكبيرة التي امتلكتها في النصف الأول من القرن، وبحلول الستينيات كان هناك سبعة قطعان نقية التربية فقط و 500 نعجة. وعلى النقيض، تجاوز عدد سلالات المربين النقية، في 2006، 1000 سلالة منتشرة في أرجاء المملكة المتحدة، وتشمل مبيعات مجتمع محلي تجارة سنوية بعدة آلاف من أغنام Lleyn.

تحقق هذا الإحياء من خلال تصميم وحماس مجموعة بدائية صغيرة من اثني عشر مربياً محلياً ومستشارين داعمين، وقد أنشأ هؤلاء جمعية للسلالة عام 1970 لتنسيق سياسة التربية، تسجيل القطعان نقية التربية وتحديث الأغنام المهجنة (عن طريق تهجين تراجعي متكرر باستخدام أكباش Lleyn). كانت السمات الرئيسية للسلالة منذ البداية حجمها المتوسط، قدرة الأمومة (إذ كانت تحلب بعد فطام حملانها) ووفرة إنجابها، إضافة إلى نوعية اللحم والصوف. والجاذبية الإضافية للأمان البيولوجي للسلالة هي ملاءمتها لعمليات "القطيع المغلق"، التي يتم من خلالها أن تكون الحيوانات المشتراة فقط كباش متفوقة.

تم تنظيم هذه المواصفات بتربية منظمة، جزئياً من خلال عملية خطة تربية لمجموعة نويّة نيوزيلندية، تشمل تسجيل الهدف (اللحم ولجنة الحيوانات) وسرعة دوران الجيل. وتم دعم الغذاء الواسع لنعاج سهلة المناولة، مناسبة لمالكي قطعان كبيرة وصغيرة، مع استخدام كفء للأراضي المُكلفة، من جمعية السلالة. وشمل ذلك تسويقاً سريعاً، مع مبيعات جيدة التنظيم للسلالة وتأمين معلومات لمشترين مرتقبين والمربين الأعضاء.

والعنصر المهم الآخر، هو أنه في حين مدّت السلالة توزعها الجغرافي بسرعة، كان التشجيع المعطى للتفويض المحلي. حيث شكلت جماعات ونوادٍ على أساس الريف، حالياً ما مجموعه سبعة نوادٍ، رغم أن جمعية السلالة الأبوية حافظت على دورها التنسيقي وارتباطها بالموطن الأم في غربي مقاطعة ويلز.

مقدمة من J.B. Owen

لمزيد من المعلومات حول السلالة انظر:
http://www.lleynsheep.com

الصورة مقدمة من: David Cragg

يتم رعي أكثر من 600 موقع حفظ (رغم أنها ليست جميعاً سلالات نادرة أو تقليدية) وقد يفيد 1000 موقع من هذا الرعي (Smal, 2004). وتضم السلالات المحددة التي كانت ذات مرة تحت التهديد ولكنها أثبتت الآن أنها ذات أهمية اقتصادية سلالة خنزير بيترين Pietrain. لقد كانت هذه السلالة ذات اللحم اللادهني، المستخدمة حالياً في عديد من برامج التربية التهجينية التجارية، تكاد لا تعرف خارج مقاطعة Brabant البلجيكية قبل 1950. وقد أضحت شبه منقرضة خلال الحرب العالمية الثانية عندما كان هناك طلب على الدهن (Vergotte de Lantsheere *et al.*, 1974). وتعد سلالة أغنام Lleyn من مقاطعة ويلز، التي كانت في الستينيات في تقهقر خطير وذات حجم مجتمع من 500 نعجة نقية التربية فقط المثال الثاني (مؤطر 96). أضحت السلالة في الأعوام القليلة الماضية شعبية على نحو متزايد بين زراع الأغنام في المملكة المتحدة وتنامى مجتمعها إلى 230000 رأس. كما تجذب "ويلتشاير هورن"، سلالة بريطانية أخرى كانت في تقهقر، أيضاً الاهتمام نظراً لتغيّر ظروف السوق. ذلك أن السلالة تسقط صوفها وهي مواصفة مرغوبة عندما تكون تكاليف جزّ الصوف أعلى من أسعار الجزّة المتحصل عليها. هناك حاجة أيضاً لاعتبار الفرص التي تؤمنها

التطورات المستقبلية في التقنيات الحيوية. إذ قدمت التقنيات التكاثرية والوراثية المنبثقة فرصاً متزايدة لتحديد واستخدام الاختلاف الوراثي للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، ويتوقع أن تظهر هذه التقنيات تقدّماً رئيسياً في المستقبل. وإذا بقيت الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المختلفة متوافرة، يتعيّن أن تمكّن هذه التقنيات البلدان النامية من إغلاق الفجوة الإنتاجية مع الدول المتقدمة عن طريق جمع أفضل السمات للسلالات المختلفة بطريقة انتقائية.

ومن المقبول على نحو واسع أن قيمة خيار المستقبل للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة يؤمن سبباً قوياً لصون هذه المواد. ومن المنطقي الافتراض أن تتطلّب المناسبات المتغيّرة والتقنيات المتقدمة بسرعة استخدام الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في المستقبل.

3.2 حجج مرتبطة بالوضع الراهن

لا ترتبط المحافظة على الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المهددة بالضرورة مع الاستخدام المستقبلي المحتمل تحت مناسبات متغيّرة. هناك عدة أسباب وراء كون استخدام هذه الموارد في الحاضر هو دون المثالي. وتقع هذه الأسباب في ثلاث فئات رئيسية: نقص المعلومات، إخفاقات السوق وتشوهات السياسة (Mendelsohn, 2003). هناك هوة كبيرة في المعرفة الخاصة بمواصفات السلالات المحلية وصفاتها أو مورثاتها التي قد تكون مهمة للإنتاج، للأغراض البحثية أو لتلبية حاجات إنسانية أخرى (Oldenbroek, 1999). وقد تؤدي المعلومات غير الكاملة إلى الإفراط في تقويم أداء السلالة ضمن بيئة إنتاج خاصة حيث يتم اعتبار إدخالها، وبالتالي اتخاذ قرار غير مناسب يخصّ تبنّيها. كما أنه من الممكن، بالطبع، أن تقود المعلومات غير الكاملة إلى حفظ الزراع لسلالتهم الأصيلة التي لا داعي لها ولا يتبنّون السلالات البديلة التي قد تحسّن مصادر رزقهم.

قد تضع تشوهات السياسة نظم الإنتاج الأقل تكثيفاً في مكان غير مناسب وتقدّم تثبيطات للتخصيص الفعّال للمورد. وقد يحفّز التركيز الضيّق على سلالات عالية المخرجات بسياسات مثل مستوردات مدعومة للحبوب، خدمات بلا أجر أو مدعومة (مثل التلقيح الاصطناعي)، أو دعم أسعار المنتجات الحيوانية، التي تحفّز عمليات التكثيف. فقد حفّز الدعم الهام لرأس المال، في بعض البلدان الآسيوية المتجهة للتصنيع بسرعة، نمطاً صناعياً للتنمية؛ وقاد رأس المال الرخيص إلى استثمارات في وحدات تجارية واسعة مترافقة مع استخدام عال للمدخلات والمنتجات المتجانسة. كما حفزت التنمية وبرامج الطوارئ أحياناً السلالات الغريبة من البلدان المانحة. وأخيراً قد يثبط عدم الاستقرار السياسي والسياسات غير الملائمة لحفظ مجتمعات الثروة الحيوانية المعرضة الاستخدام الفعال للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة (Tisdell, 2003).

قد لا تمثل الأسواق بدقة التكاليف الخارجية أو الفوائد. وتشمل التكاليف الخارجية التأثيرات السلبية في البيئة، والتأثيرات غير المرغوبة في توزيع الدخل والمساواة. وقد تضمن الفوائد الخارجية المترافقة مع سلالات معينة، إسهاماتها في إدارة المنظر الطبيعي. ويقترح Mendelsohn (2003، ص 10) أن:

"على إخصائيي الصون التركيز على الأشياء التي لن يقوم بها السوق. وينبغي عليهم تحديد وتكميم الفوائد الاجتماعية الممكنة للموارد الوراثية للثروة الحيوانية التي هجرتها السوق".

تخدم المحافظة على التنوّع، بما في ذلك التنوّع ضمن السلالة، على المحافظة على استقرار نظم الإنتاج. وتظهر المجتمعات المتنوعة مقدرة أعظم على المثابرة، الإنتاج والتكاثر في ظل ظروف متأرجحة للموارد العلفية والإمداد المائي، درجات متطرفة من الحرارة، الرطوبة وعوامل مناخية أخرى؛ ومستويات منخفضة من الإدارة (FAO, 1992). وهناك دليل على أنها أقل حساسية أيضاً للأوبئة

الكارثية (Springbett *et al.*, 2003). وبشكل عام، تكون المجتمعات المتجانسة وراثياً أقل مقدرة على الاستجابة لضغوطات انتخاب قوية نتيجة متغيرات بيئية. ويمكّن المحافظة على تنوّع السلالة الناس من الإفادة من الأعشاش البيئية أو الاقتصادية المتنوّعة. وهذه هي الحالة على نحو خاص في المناطق الهامشية والهشّة بيئياً، مثل الأراضي الجافة، حيث تقع معظم الثروة الحيوانية المحفوظة من قبل زرّاع فقراء، والتي تتسم بتنوّع عظيم ومستويات عالية من الخطر.

تزيل الحجج وقيم التركة للموارد الوراثة الحيوانية للأغذية والزراعة[18] الحاجة إلى تحديد فوائد ملموسة أو غير ملموسة كمبرر للصون:

"للتنوع البيولوجي قيمة جوهرية يتعيّن صونها بحد ذاتها إلى أقصى حدّ ممكن، بغض النظر فيما إذا كان ممكناً إظهار أيّ مكون ينتج فوائد اقتصادية ملموسة".

على أن تطوير السلالات ضمن الأنواع المستأنسة هو بشكل أساسي منتج تدخّل إنساني لتلبية أغراض وقيم إنسانية. وبالتالي فإن الدفاع عن الحجج بالحفاظ على التنوّع الحالي على أرضيات قيمة وجوده هي أكثر صعوبة من الحالة للتنوّع البيولوجي للنظم البيئية الطبيعية. تختلف الحجج والقدرات على الصون من إقليم لآخر. ففي المجتمعات الغربية تكون التقاليد والقيم الثقافية قوى موجهة مهمة، تضمن تطوّر تدابير الصون للسلالات النادرة وتحفّز ظهور أسواق متخصصة للمنتجات الحيوانية. وعلى النقيض، فإن الأمن الغذائي والتنمية الاقتصادية هي الهموم الفورية، في البلدان النامية. على أن معظم البلدان النامية هي فعلياً في عملية تطوّر اقتصادي، ويتوقع أن تضحي اقتصادياتها متطورة بشكل كاف لدعم الصون المرتكز على التراث الثقافي والمحركات الأخرى المماثلة عند نقطة ما في المستقبل. هناك حاجة لضمان عدم فقد الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة قبل الوصول إلى مرحلة الدعم الذاتي.

[18] قيمة الوجود مشتقة من الرضى بمعرفة أن أصلاً ما موجود؛ قيمة التركة هي الفائدةالحاصلة لأي فرد من معرفة أن الآخرين قد يستفيدون من المورد في المستقبل.

3 وحدة الصون

إن الخطوة الأولى الحرجة في تصميم برامج صون للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة هي تقرير ما الذي يجب صونه. وعلى المستوى الوراثي الجزيئي، يمثّل التنوّع الوراثي ضمن أنواع الثروة الحيوانية انعكاساً لتنوع البدائل/الأليلات (مثل اختلافات في تسلسل الحمض النووي) عبر الـ 25000 مورثة (مناطق DNA الوظيفية) المؤثرة في تطوّر الحيوان وأدائه. ومن الناحية المفاهيمية، كذلك، فإن الوحدة الأساسية للصون هي البديل/الأليل. وقد يكون الهدف تصميم برامج الصون التي تسمح بالمحافظة على غالبية البدائل الموجودة حالياً ضمن نوع ما، بالإضافة إلى تأمين تراكم مألوف وإمكانية إبقاء بدائل الطفرات المنبثقة حديثاً والتي تعدّ الوقود لتطوّر وتحسين حيواني مستمر. وقد يمكن تكميم تنوّع البدائل، نظرياً، بتعداد عدد ترددات البدائل المتنوعة، ولو أن ذلك يعدّ مهمة صعبة حالياً. وعند تعريف وحدة الصون، ينبغي الاعتراف أيضاً أن البدائل لا تعمل في عزلة، وأنه ينظر إلى أداء الحيوان بشكل مناسب في نظم الحيوان على أنه نتيجة التأثر بين البدائل الموجودة عبر المجين. وعليه، فإن عملية تطوير المورد الوراثي تشمل خلق توافيق من البدائل التي تدعم المستويات المرغوبة المحددة لأداء الحيوان وتكيّفه. وبالتالي، فإن الصون الفاعل للمورد الوراثي يشمل خلق بنى تسمح بالمحافظة على التوليفات الوراثية الموجودة لقيمة تكيّفية أو تكاثرية، والوصول السهل لهذه التوليفات لدعم الاحتياجات المستقبلية للإنتاج الحيواني.

إن سلالات الثروة الحيوانية الموجودة أقل تجانساً، من الناحية الوراثية، من معظم أصناف نباتات المحاصيل، ولكنها تمثّل مع ذلك تحقيق مجموعة متنوعة من العمليات التكيّفية. كانت بنية المجتمع للأنواع الرئيسة من الثروة الحيوانية حتى منتصف القرن التاسع عشر متوافقة بشدة مع بنية المجتمع المتنبأة لتعظيم الإمكانية التطورية. وكانت هناك عدة مجتمعات فرعية معزولة جزئياً (السلالات)، محفوظة

تحت شروط مختلفة، ولكن بتبادل دوري للحيوانات بين المجتمعات وبتوليفات دورية للسلالات لإنتاج توليفات وراثية جديدة. وعليه من المتوقع أن يؤدي تبني السلالة كوحدة إلى تعظيم الوصول إلى مصفوفة واسعة من التوليفات البدائلية.

4 صون الموارد الوراثية النباتية إزاء الموارد الوراثية الحيوانية

ارتكز تنظيم وتطبيق تقويم حالة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في العالم على الدروس المستقاة من التقويم العالمي للموارد الوراثية النباتية (PGR) والتقرير الذي نتج عن حالة الموارد الوراثية النباتية في العالم (FAO, 1998a). وانسجاماً مع ذلك فقد ركّز تقرير حالة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في العالم على تحضير التقرير الأول، والابتداء بأعمال على المستوى القطري برزت من عملية تحضير التقرير القطري. ومع ذلك لا يمكن تطبيق نهج صون الموارد الوراثية النباتية مباشرة على الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.

تستخدم الموارد الوراثية النباتية والحيوانية، في نظم الإنتاج التقليدية، بطرائق قابلة للمقارنة. تسود السلالات والأنواع المحلية المتكيّفة؛ وتؤخذ البذور للزراعة، وأصول التربية من حقول المزارعين، وقطعانهم، ويكون التنوّع الوراثي في السلالات الأصيلة الناتجة كبيراً. وتكون معظم أعمال التربية وأنشطة التنمية "تشاركية" (FAO, 1998a). بمعنى أن القرارات الخاصة بحماية البذور المعدّة للزراعة والحيوانات المحتفظ بها للتربية تؤخذ من قبل الزراع وليس من مربي نبات وحيوان مهنيين. ومع ذلك، أدى التكثيف الزراعي إلى تغيّرات مهمة في أنماط استخدام المورد الوراثي والتنمية. ففي النبات، كان التكثيف الزراعي لإنتاج المحاصيل مصاحباً بظهور قطاع بذور قوي مؤسساتي ومركزي تسوده مراكز ممولة قطرياً ودولياً، وشركات خاصة. وعلى النقيض، فإن التكثيف في قطاع الثروة الحيوانية حالياً أقل تقدّماً بكثير، وكان نتيجة لأكثر من كونه شرط أساسي للتنمية الاقتصادية.

إن قطاع تربية الحيوان أقل مركزية ومؤسساتية بكثير من قطاع البذور النباتية، رغم أنه حدثت حركة مهمة باتجاه المركزية في قطاعي الدواجن والخنازير وإلى مدى أقل تحديداً في قطاع أبقار اللحم. وتبقى المشاركة المباشرة للزرّاع في تربية الحيوان وتطويرها الإضافي "تشاركية" قوية في بيئات إنتاج معينة. وللبنى المختلفة لقطاعي البذور والأصول البذرية في النباتات تأثيرات مهمة لصون الموارد الوراثية العالمية.

يقارن جدول 104 عدداً من العوامل البيولوجية، التشغيلية والمؤسساتية التي تؤثر في أنشطة الصون في النباتات والحيوانات. وتتطلب الاختلافات البيولوجية بشكل واضح نهج صون مختلفة ، ولكن ربما يشمل الاختلاف الأكثر أهمية بين قطاعي المحاصيل والثروة الحيوانية القدرات المؤسساتية لإدارة الموارد الوراثية. وتحتفظ عديد من المؤسسات في قطاع البذور حالياً بمجموعات واسعة من الموارد الوراثية النباتية، وتسهم بنشاط في تطوير الأصناف النباتية وإطلاقها. إن قواعد البيانات للنظام العالمي للمعلومات والتحذير المبكر عن الموارد الوراثية النباتية (WIEWS) يسجل موقع أكثر من 5.5 مليون مدخل، في بعض من 1410 مجموعة خارج المكان حول العالم (FAO, 2004).

يشمل تأسيس بنك وراثي للحيوانات خزناً طويل الأمد للأعراس، الأجنّة أو الخلايا الجسمية في النيتروجين السائل. وتناقش النواحي الفنية لهذا الصون للحيوانات في الأنابيب بالتفصيل أدناه، على أن التكاليف للجمع والصون بالتجميد وإعادة تألف الأصل الوراثي بالتالي هي أعظم عدة مرات لكل مجين محفوظ من التكاليف لجمع، خزن، والاستخدام التالي للبذور. وإضافة لما تقدّم، فإن التمويل لدعم صون الأصول الوراثية الحيوانية كان غير كاف. ونتيجة لذلك ركّز صون الموارد الوراثية للثروة الحيوانية على نهج الصون في عين المكان. ومع ذلك، وباستثناء عدد

صغير من البلدان المتطورة، هناك عمل قليل لإنشاء برامج صون في عين المكان، وتبقى الاستدامة طويلة الأمد لهذه الخطط غير مؤكدة.

أدرج نظام المعلومات عن التنوّع الوراثي للحيوانات الأليفة DAD-IS 4956 سلالة ثدييات موجودة و 1970 سلالة طيور موجودة. وقليل من هذه ممثلة جيداً في مجموعات صون في الأنابيب ولم يتم أخذ عينات من واحدة منها على مستويات متسقة مع الخطوط التوجيهية لمنظمة الأغذية والزراعة لأخذ العينات في الأنابيب. وقد تكون موارد كبيرة مطلوبة لتطوير مجموعات في الأنابيب حتى للسلالات الأكثر تهديداً ومنها حوالي 7000 سلالة ثروة حيوانية. إذ توصي الخطوط التوجيهية لمنظمة الأغذية والزراعة (FAO, 1998b) لإدارة مجتمعات صغيرة في خطر جمع نطاف مجمدة من 25 ذكراً على الأقل لكل سلالة، واستخدام النطاف من هذه الذكور على 25 أنثى إضافية لكل سلالة لإنتاج أجنّة مجمدة. وبالنسبة للأبقار، ومع 300 سلالة مهددة، قد يكون المطلوب الصون بالتجميد لنطاف من 7500 ذكر وحوالي 100000 جنين. على أن الخطوط التوجيهية للسياسة الملكية، استخدام وإدارة المجموعات في الأنابيب ما زالت بحاجة إلى تطوير.

إن القدرة المؤسساتية لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة محدودة، مع وجود مجموعات قطرية قليلة فقط من خارج المكان. ومن بين مؤسسات المجموعة الاستشارية لمراكز البحوث الزراعية الدولية (CGIAR)، يعالج المعهد الدولي لبحوث الثروة الحيوانية (ILRI) والمركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ICARDA) بنشاط مسائل إدارة أفضل للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، ولا يمتلك أي منهما برنامجاً نشطاً للخزن الطويل للأصول الوراثية. وتبقى ملكية الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة محصورة في القطاع الخاص تقريباً. وقد يكون من المطلوب القيام بتحسين كبير للقدرة العالمية لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة واستخدامها الأفضل مع نماذج مؤسساتية جديدة وتعاون ما بين مؤسسات القطاع العام وما بين هذه الأخيرة والزراع، إذا ما أريد تنفيذ توصيات عملية إعداد تقرير حالة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في العالم.

5 معلومات لقرارات الصون

يتطلب وضع الأولويات لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة عملية تمكّن من تحديد هوية السلالات التي تسهم أكثر في التنوّع الوراثي العالمي وتمتلك إمكانية أعظم للإسهام بالاستخدام الفعّال في المستقبل والتطوير الإضافي لذلك التنوّع. كما تؤثر معايير إضافية، مثل القيم الثقافية والتراثية للسلالة، في أولويات الصون.

قد يرتكز تقرير التنوّع الوراثي المحتمل الموجود في مجموعة من السلالات على معايير متنوعة، بما في ذلك:

- تنوّع الصفة، وهو التنوّع في توليفة من مواصفات مظهرية قابلة للتعريف تحدد هوية السلالة؛
- التنوع الوراثي الجزيئي، المرتكز على قياسات موضوعية للعلاقات الوراثية بين السلالات على مستوى الـ DNA؛ و
- دليل على عزل وراثي في الماضي نتيجة عزل جغرافي أو سياسات تربية وتفضيلات ثقافية مطبقة في المجتمعات حيث تطورت السلالات.

يرتكز تنوّع الصفة على اختلافات مظهرية بين السلالات قابلة للتوريث. وعندما تقارن السلالات في ظل شروط بيئية مقارنة، فإن تنوّع الصفة يكون بالضرورة مؤشراً للتنوّع الوراثي الوظيفي الداعم. ولهذا السبب، يتعيّن إعطاء السلالات التي تمتلك صفة فريدة أو توليفة من الصفات أولوية عالية للصون، لأن مواصفاتها المظهرية الفريدة تعكس بالضرورة التوليفات الوراثية الداعمة. وُيعطى التنوّع الوراثي

جدول 104
مقارنة للعوامل البيولوجية، التشغيلية والمؤسساتية المؤثرة في صون الموارد الوراثية النباتية والحيوانية

العامل	النباتات	الحيوانات
القيمة الإقتصادية للإنتاج بالنسبة للفرد	منخفضة إلى منخفضة جداً	معتدلة إلى عالية
معدل التكاثر (عدد الذرية لكل فرد في الجيل الواحد)	عالية إلى عالية جداً (1000)	منخفضة جداً (<10) إلى معتدلة (<200) باستثناء ذكور النوع(خاصة الأبقار) حيث الاستخدام الواسع للتلقيح الاصطناعي ممكن
الفاصل بين جيلين	0.25 إلى عام واحد	عام إلى ثمانية أعوام
التنوع الوراثي ضمن الخط	محدود جداً في معظم الأصناف النباتية	كبير جداً في معظم سلالات الحيوانات
تكلفة تسجيل الأداء لفرد أو لعائلة	منخفضة إلى منخفضة جداً	مرتفعة إلى مرتفعة جداً
تكلفة تقدير التكيف أو مقاومة المرض لفرد أو لعائلة	منخفضة جداً إلى معتدلة	مرتفعة جداً
المقدرة على حفظ التنوّع الوراثي للأقارب البرية تحت الظروف الطبيعية	شائع للنباتات	نادرة في أنواع الحيوانات
المقدرة على الإخصاب الذاتي وتطوير خطوط نقية	ممكن وروتيني في عدة أنواع	الإخصاب الذاتي غير ممكن؛ ينبغي اجتناب المستويات العالية من زواج الأقارب نظراً لانخفاض القوة والنشاط. يتم في حالات خاصة استخدام الخطوط المهجنة داخلياً في التهجين
التكاثر بالاستنساخ	ممكن وروتيني في عدة أنواع	ممكن فنياً ولكنه غير فاعل حتى للأغراض البحثية
المقدرة على جمع أصول وراثية	بسيط في معظم الحالات	ممكن فنياً ولكنه يتطلب مرافق وعناصر مدربة
المقدرة على خزن أصول وراثية في الأنابيب	تخزين البذور في ظروف باردة مجد لمعظم الأنواع؛ تتطلب أنواع قليلة زراعة نسج؛ يمكن في بعض الحالات خزن المزارع في النيتروجين السائل	ممكن للأعراس الذكرية لمعظم الأنواع والأعراس الأنثوية لبعض الأنواع، خزن الأجنة ممكن لمعظم أنواع الثدييات، ولكن بتكلفة أعظم مقارنة بالنطاف، ينبغي حفظ المادة الوراثية من كل الأنواع في النيتروجين
المتطلبات لإعادة تجديد المادة الخزنة	معظمها يتطلب تجديداً دورياً لتعويض المادة المخزنة والمحافظة على حيويتها	خزن دائم أساساً
تكلفة استخراج، تجديد، واختبار المادة من بنك وراثي	سهلة نسبياً وبتكلفة منخفضة نسبياً؛ يتم استخراج واختبار عشرات الآلاف من المدخلات سنوياً	التجديد والاختبار صعب ويحتاج لوقت؛ هناك تجربة قليلة محدودة في استخراج واستخدام المادة المخزنة
وضع ونطاق البنوك الوراثية	مجموعات واسعة في مواقع عديدة على مستوى العالم تشمل ملايين المدخلات لمئات الأنواع وتتم بخزن البذور بمجموعات وتكاليف خزن منخفضة نسبياً	محدود على عدد قليل من الدول المتقدمة، ويشمل النطاف المجمدة بشل رئيسي
الجمع القائم للأصول البرية والأصيلة	مستويات أخفض مقارنة بالسنوات الماضية، لكنها ما زالت جهداً كبيراً، وبخاصة للأنواع المهملة	نشاط قليل جداً وبخاصة في البدان النامية
الدعم المؤسساتي للصون	كبير، منظم جيداً ومستقر	محدود وضعيف التنظيم، بعض الاستثناءات في البلدان المتقدمة

في الجدول "نباتات" تعزو بشكل محدّد للنباتات الحولية التي تسود إنتاج الأغذية والإنتاج الزراعي، مع أنه يتم الاعتراف ان النباتات المعمرة طويلة العمر كالأشجار تمتلك عناصر مهمة مشتركة مع الحيوانات. وعلى نحو مماثل، تشمل "حيوانات" كلاً من الأنواع الخصبة نسبياً مثل الدواجن، والتي تمتلك صفات مشتركة مع النباتات (مثل المقدرة على الاستبدال السنوي للقطعان التجارية)، والأنواع طويلة العمر، المدارة بشكل واسع مثل الجمل

مؤطر 97

صنع القرار في الصون والاستخدام- استخدام بيانات التنوّع الوراثي

تم الاعتراف مؤخراً فقط بقيمة بيانات التنوّع الوراثي في صون واستخدام الموارد الوراثية الحيوانية وتطبيقاتها. ويدعم مرفق البيئة العالمي (GEF) مشروعاً عن صون الأبقار، الأغنام والماعز المتحمّلة لداء المثقبيات في أربعة بلدان أفريقية، بدأ في 2005. وقد تم، في معظم الإقليم، تخفيف نقاوة السلالات المتحملة لداء المثقبيات عن طريقة التربية التهجينية في الماضي مع سلالات غير متحملة لداء المثقبيات. ومع ذلك فإن هذا النقص في النقاوة لا يكون واضح فوراً في مظهر الحيوانات. يتم حالياً استخدام الواسمات الوراثية الجزيئية لوضع التنوّع لهذه السلالات وتحديد المجتمعات الأكثر نقاوة، ويتم التركيز بعدئذٍ على الصون والتطوير الإضافي. وفي هذا الوقت، هناك برنامج قائم لهيئة الطاقة الذرية الدولية (IAEA) يقوم بوضع خرائط التنوّع الوراثي بين سلالات الأغنام والماعز الأسيوية. وسيتم بعد ذلك جمع بيانات التنوّع الوراثي مع البيانات المظهرية لتحديد سلالات تطورت فيها آليات مختلفة لمقاومة المرض ذاته. ويتم تهجين هذه السلالات بعد ذلك، كما يتم استخدام واسمات وراثية جزيئية لوضع خرائط للمورثات التي تحكم المقاومة بغية تأكيد أن السلالات المختلفة قد طورت آليات مختلفة من المقاومة. وإذا ما تم إثبات ذلك، يمكن استخدام هذه الآليات المختلفة في برامج تحسين وراثي أكثر.

مقدمة من John Gibson

المعّبر عنه على مستوى صفات كمية معقدة مثل المقاومة للأمراض، إنتاج الحليب أو معدل النمو أولوية أعلى في قرارات الصون من تنوّع الصفة المرتبطة مع صفات سهلة التوريث مثل لون الغطاء أو الريش، شكل القرن أو نمط الجسم. ويمكن تغيير هذه الصفات السهلة التوريث بسرعة استجابة لتفضيلات المالك، في حين تشمل الاختلافات في صفات كمية معقدة أعداداً أكبر من المورثات، تأخذ وقتاً أطول للتغيير، وتمتلك بالتالي إمكانية أعظم لعكس التنوع الوراثي الداعم.

تضحي القياسات المباشرة للعلاقات الوراثية الجزيئية بين السلالات متوافرة على نحو متزايد وتؤمّن أيضاً مؤشراً للتنوّع الوراثي. وترتكز هذه القياسات على اختلاف في تسلسل الـ DNA، عادة في المناطق المحايدة من الـ DNA التي كان يعتقد أنها لا تؤثر في أداء الحيوان أو نمطه المظهري. ولهذا السبب تعكس القياسات الجزيئية للتنوّع الوراثي الاختلاف في التاريخ التطوري، ولكنها تؤمّن أيضاً مؤشرات غير مباشرة للتنوّع الوراثي في المناطق الوظيفية أو المحتملة الوظيفية من الـ DNA. قد تختلف السلالات التي تبدو وثيقة الترابط بالاستناد إلى الترددات البدائلية/الأليلية على موقع محايد في المواقع الوظيفية بشكل مهم نتيجة اختلاف تواريخ الانتخاب. إذ لا تؤمّن معلومات المسافة الوراثية المستمدة باستخدام واسمات وراثية قليلة مختارة عشوائياً معلومات عن اختلافات وراثية محددة مثل دليل العضلات المضاعف في الأبقار البلجيكية الزرقاء، أو مورثة التقزّم في الديكستر (Williams, 2004). ولهذا السبب فإن تنوّع الصفة يستدعي الاعتبار الأول عموماً في اختيار المرشحين للصون. على أن السلالات المتماثلة مظهرياً قد تتطور نتيجة آليات وراثية مختلفة، وقد يساعد قياس التنوع الوراثي الجزيئي على تحديد السلالات المتماثلة سطحياً ولكنها مميزة وراثياً. إن صون السلالات الفريدة وراثياً يكون، بالمقابل، مبرّر لأنه من المحتمل أن تظهر هذه السلالات تنوعاً وراثياً وظيفياً لصفات غير مقاسة سابقاً أو غير معبرة، ولكنها قد تكون ذات أهمية مستقبلية في الأسواق الجديدة، التعرّض لأمراض جديدة أو في ظل شروط إنتاج مختلفة.

إن قياسات التنوع الوراثي الجزيئي جذابة كأساس لقرارات الصون لأنها تعطي قياسات كمية عن الصفة يمكن استخدامه بدوره لتقويم التنوّع الوراثي في مجموعة من السلالات. وعلى النقيض، فإن تكميم تنوّع الصفة بشكل موضوعي أكثر صعوبة، وبخاصة للصفات الكمية ولمجموعات صغيرة من السلالات. وقد ركّزت الجهود في الماضي لتكميم الاختلافات المظهرية بشكل رئيس على القياسات المورفولوجية/ الشكلية

مؤطر 98

التحليل المكاني للتنوع الوراثي

يسمح وضع خريطة للمعلومات الوراثية الجزيئية في نظام معلومات جغرافي بتحليل فراغي للمعلومات الوراثية. يمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافي لدراسة البنى المكانية، بيانات التوزيع والمسافة الوراثية؛ محاكاة هجرات مجتمعات الحيوانات في المنظر الطبيعي؛ رؤية وتحليل البنى الجغرافية للمجتمعات، لتحديد مناطق التنوع؛ لكشف مناطق التمايز الوراثي؛ ولفحص التآثر ما بين المتغيرات البيئية والوراثية.

تم تصميم مشروع Econogene (http://lasig.epfl.ch/projets/econogene/) للجمع ما بين الوراثة الجزيئية والتحليل المكاني لتوثيق التوزع المكاني والارتباطات البيئية للتنوّع الوراثي بين المجترات الصغيرة في أوروبا. وقد تم أخذ عينات DNA من أكثر من 3000 حيوان منتشرة من البرتغال إلى شرق تركيا. وتم تجربة مجموعة من 30 تابعاً دقيقاً، 100 AFLPs و 30 SNPs في هذه الحيوانات وسجل أكثر من 100 متغير بيئي. وتم فيما بعد استخدام أدوات تصوير جغرافي (GVIS) لرؤية أنماط الارتباطات الفيزيائية ما بين المكونات المختلفة للاختلاف الوراثي والعوامل البيئية المتنوعة. وقاد هذا التصوّر إلى تطوير فرضيات للارتباطات السببية ما بين العوامل البيئية والسكانية والاختلاف الوراثي. فقد، تم على سبيل المثال، اختبار ارتباط البدائل لعدة واسمات جزيئية مع متغيرات بيئية مختارة. وشمل الاختبار مجموعة واسمات جزيئية AFLP لم تكن مرتبطة بأي صفة محددة، وعدد من المتغيّرات البيئية (متوسط درجات الحرارة، المدى الحراري أثناء النهار، الرطوبة النسبية، أشعة الشمس، تردّد الصقيع الأرضي، تردّد الأيام الرطبة، سرعة الرياح والهطل المطري). ووجد أن هناك ثلاثة واسمات AFLP مترافقة معنوياً مع واحد أو أكثر من المتغيّرات، ومن المحتمل أن تشير إلى تكيّف مع بيئة رطبة مثل معامل اختلاف الهطل المطري، عدد الأيام الرطبة، الرطوبة النسبية، أشعة الشمس ومدى متوسط درجة الحرارة النهارية).

تمت مقارنة النتائج مع تلك المتحصل عليها بتطبيق طريقة وراثة مجتمع مستقلة كلياً. وتبين أن واسمين جزئيين هما تحت الانتخاب في كلا النهجين، جاعلين 31 بالمئة من الارتباطات المعنوية المحددة من التحليل المكاني صالحة. وتعدّ هذه النتائج مشجعة على نحو خاص باعتبارها تبدو أنها تصادق على منهج مستقل عن أي نموذج وراثة مجتمع. لمزيد من التفاصيل (انظر Joost (2005)).

مقدمة من Paolo Ajmone Marsan ومستشارية إيكونوجين.

على مستويات النوع أو تحت النوع في مجتمعات طبيعية. وفي غياب الوصول الواسع إلى معلومات وراثية جزيئية، فإن للنتائج قيمة مؤشرات للمسافة التطورية ولكنها أقل فائدة في الحيوانات الأليفة حيث يمكن للانتخاب الاصطناعي أن يقود إلى التنوّع في تغيرات مورفولوجية سريعة، مثل تلك الملاحظة في الكلاب الأليفة أو الدواجن الخيالية. ويتطلب التقويم الموضوعي للتنوّع الوراثي على المواقع الوظيفية أو الوظيفية المحتملة، تطويراً إضافياً لطرائق موضوعية لجمع معلومات عن الصفة والتنوع الوراثي الجزيئي (انظر القسم و: 8).

يمكن استخدام المعلومات التاريخية أو دليل العزل الوراثي لفترة طويلة في غياب معلومات عن تنوّع الصفة أو التنوّع الوراثي الجزيئي، ولكن ذلك قد يكون مضللاً أيضاً. وتظهر نظرية وراثة المجتمعات أن حركة مستويات منخفضة من الحيوانات بين مجتمعات معزولة يمكن على ما يبدو أن تمنع بكفاءة التمايز الوراثي المجدي. وعليه فإن السلالات ذات التاريخ بعزل وراثي هي مرشحات مهمة لتوصيف حريص للصفة وتوصيف وراثي جزيئي، ولكن تتخذ القرارات النهائية على التفردية الوراثية على نحو أفضل باستخدام أدوات أكثر موضوعية. ويتعيّن الاعتراف، مع ذلك أن سلالات الثروة الحيوانية المطورة نتيجة تفضيلات ثقافية في مجتمعات ريفية معزولة قد تكون جزءً مهماً من هوية المجتمع وتراثه. وقد يستحق صون هذه السلالات اعتباراً كجزء من الجهود الأوسع لتنمية المجتمع، بغض النظر عن القيمة المتنبأة كمورد وراثي عالمي فريد.

6 الصون في الموئل

يصف المصطلح "الصون في الموئل" طرائق صون الحيوانات الحيّة ويحيط بالصون في عين المكان والصون خارج المكان في الموئل.

1.6 الخلفية

يحصل صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في سياقات ذات مدى واسع، تختلف بمعايير النوع، السلالة، المنطقة الجغرافية، النظم المزرعية، الاجتماعية والاقتصادية. كما يمكن أن يكون للصون مدى واسع ومتنوّع من الأهداف. فقد يتم التأكيد على صون الموارد الوراثية أو التنوع بحد ذاته؛ على الخدمات البيئية التي تسهم الحيوانات من خلالها بصون النظام البيئي الأوسع؛ على النتائج الاجتماعية الاقتصادية؛ أو على الأهمية الثقافية في المحافظة على سلالات حيوانية خاصة. وقد تختلف النهج لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في قدرتها على تحقيق أهداف الصون المتنوعة، وبمؤشرات قابلية تطبيقها في سياقات مختلفة.

يمكن النظر إلى تقنيات الصون في الموئل على أنها طيف من نهج مختلفة؛ ففي نهاية في عين المكان من الطيف هناك المحافظة على السلالات ضمن النظم الأصلية لإنتاجها، في حين أنه على طرف في خارج المكان هو حفظ السلالات في حدائق الحيوانات. وفيما بين النهايتين المتطرفتين هناك، المحافظة على الأنواع في ظل الظروف المزرعية ولكن خارج البيئة التي تطورت فيها؛ المحافظة على عدد قليل من الحيوانات في مزارع صون خاصة الغرض، في قطعان تجريبية أو تعليمية؛ وحفظ السلالات لإدارة المرعى أو المنظر الطبيعي ضمن مناطق محمية. ومن الصعب أحياناً، بمواجهة التنوّع في تدابير الصون المحتملة، عمل تمييز واضح ما بين نهج في عين المكان وخارج المكان في الموئل. إذ يمكن اعتبار المحطات الحكومية، على سبيل المثال، على أنها تطبق طرائق صون في عين المكان أو خارج المكان في الموئل تبعاً للموقع وممارسات الرعاية.

لا توجد هناك وصفة مفردة لبرنامج صون ناجح. فقد تم تنفيذ أنشطة صون عديدة للسلالة، وبخاصة منذ الثمانينيات. على أنه لا توجد تقريباً محاولات لتحليل العوامل المحددة لنجاح أو إخفاق برامج الصون في الموئل بشكل كاف. كما يعيق التوافر المحدود للبيانات هذه التحاليل.

2.6 الإدارة الوراثية للمجتمعات

يمكن العثور على مناقشات مفصلة عن عديد من المتطلبات لإدارة الموارد الوراثية للمجتمعات في Oldenbroek (1999).

المجتمعات الصغيرة والاختلاف الوراثي

عندما يتم صون السلالات في الموئل، سواء كان ذلك في عين المكان أو خارج المكان، يتعيّن إدارتها بطريقة تبقي على اختلافها الوراثي على المدى الطويل. ومن المعروف جيداً أن حجماً صغيراً للمجتمع قد يقود إلى خسارة التنوّع الأللي وزيادة في التربية الداخلية/زواج الأقارب. وتعدّ المحافظة على حجوم مجتمع فعالة كافية لحفظ التنوّع الوراثي موضوعاً مركزياً للإدارة طويلة الأمد للسلالة. واستثناءً من زيادة عدد الحيوانات في المجتمع، تضمن تقنيات الإدارة للمحافظة على التنوّع الوراثي المحافظة على معدل جنسي ضيّق. وهذا بسبب أنه حتى عندما يكون عدد الإناث في مجتمع كبيراً، فإن بإمكان خطط انتخاب عالية الشدة أن تقلل عدد ذكور التربية بشكل كبير، ويؤدي ذلك إلى حجم صغير للمجتمع الفعال وما ينتج عنه من زيادات في التربية الداخلية. والطريقة الأخرى هي تقليل الاختلاف في عدد الذرية الناتجة من حيوانات تربية مفردة إلى الحدود الدنيا، الذي ينقص معدل القرابة بين الحيوانات المتوافرة للتربية في الجيل التالي.

يتعين أن يكون المجتمع كبيراً بقدر كاف كي يسمح للانتخاب الطبيعي بتنقية الطفرات الضارة والتي قد تتراكم على خلاف ذلك في المجتمع نتيجة لانحراف وراثي. ومن المهم أن تكون هناك عتبة لحجم المجتمع الفعال لإدارة مجتمعات تربية صغيرة، تتناقص لياقة المجتمع دونها بشكل ثابت. وبالارتكاز إلى أكثر معدلات التطفّر حداثة، تعد هذه العتبة من حجم المجتمع الفعال ما بين 50-100. وعليه فإن حجم المجتمع الفعال المطلوب سيكون تبعاً لذلك فوق الـ 50.

يعدّ حفظ المادة الوراثية بالتجميد في خطط صون في الأنابيب بغية زيادة حجم المجتمع الفعال أحد تقنيات الإدارة الأخرى الممكنة. وتم اقتراح الاستخدام المشترك للوراثة الجزيئية ومعلومات النسب. على أن مثل هذه التقنيات تتطلب خبرة ومصاريف كبيرة، وقد تكون مكلفة جداً لعديد من البلدان. وتعزو معظم النماذج النظرية والتطبيقية التي تم تطويرها إلى نسب المجتمعات مع درجة عالية من إدارة القطيع الحيواني. ومن المحتمل أن تكون هذه النماذج ذات صلة لعدد محدود من الأنواع في عدد محدود من البلدان. تم تطوير خطط لإدارة التي يمكن تطبيقها في مجتمعات ذات معلومات نسب محدودة (Raoul *et al.*, 2004). على أن هناك حاجة إلى اختبار حقلي وتطوير إضافي للمنهجيات لتكييفها لأوضاع ذات قدرة تنظيمية وتمويل محدودين.

الانتخاب في السلالات المحلية

تعدّ السلالات ديناميكية، وتخضع لتغيّر وراثي مستمر استجابة لعوامل بيئية وانتخاب نشط من حافظي الثروة الحيوانية. ونادراً ما تخضع السلالات الأصيلة للعالم النامي إلى تقنيات تربية حديثة. ومع ذلك، يمكن لبرامج الإنتخاب أن تزيد تردّد المورثات المرغوبة لإنتاجية ومربحية السلالات المحلية. وستكون هذه التدابير مطلوبة، بلا ريب، إذا ما أريد للسلالات المحلية أن تبقى خيار مصدر رزق صالح للزرّاع الذين يحافظون عليها. وتحتاج خطط التربية أن تراعي المحافظة على الاختلاف الوراثي ضمن السلالة والأخطار المترافقة مع معدلات عالية من التربية الداخلية. وتحتاج المواصفات تحت الانتخاب إلى تسجيل دقيق، وتنتج الاستجابات الأعلى للانتخاب من استخدام تقديرات وراثية إحصائية لقيمة التربية. تؤدي التربية المحكمة، بالارتكاز على تقديرات قيمة التربية، بمعدلات تربية داخلية أعلى مرتين إلى أربع مرات من تلك الناتجة من الانتخاب بحيث يمكن تحقيق توازن مناسب ما بين التربية الداخلية والتحسين الوراثي. ويتعيّن أن تكون هذه الطرائق ذات ميزة خاصة في المجتمعات الصغيرة وهناك أعمال قليلة عن كيفية استخدامها بشكل أمثل في ظل أوضاع البلدان النامية. وكتعميم واسع، يشمل التحسين الوراثي في السلالات المحلية تأكيداً أعظم على المواصفات[19] التي تسهم بتكاليف إنتاج منخفضة، والقيم البيئية والثقافية للنظم الزراعية المرافقة. وتحتاج الصفات المقترحة للانتخاب إلى تقويم دقيق لعلاقاتها الوراثية مع الصفات التي تحدّد قيمة الصون للسلالة، بحيث يتم اجتناب الآثار السلبية المحتملة في الصفات التكيفية الرئيسية.

3.6 الاستراتيجيات ذاتية الاستدامة للسلالات المحلية

تتأثر استدامة سلالة ما بعديد من العوامل بما في ذلك، الثقافية، الاجتماعية وتغيّرات الطلب على الأغذية؛ تحويل سلسلة الإنتاج الغذائي؛ تغيّرات السياسات وأطر العمل القانونية القطرية والدولية المؤثرة في استيراد الأصول الوراثية والمنتجات الحيوانية؛ التنمية الاقتصادية؛ والتغيّرات التقنية. وفي معظم الحالات، تسهم توليفة من التغيّرات في خطط الإنتاج ونقص في المربحية الاقتصادية الحالية بدور رئيس في تقهقر السلالة. ويبرز سؤال: ما هي الخيارات المتاحة لوقف وعكس عملية تدهور السلالة؟ يوجد أدناه خيارات محتملة لتحقيق الاستدامة الذاتية.

[19] تركيز أعظم على مقاومة المرض، كما يتم تطبيق كفاءة العلف والتكيّف العام للتحسين الوراثي للسلالات الموجهة تجارياً أكثر، مقادة من المشاغل حول إخفاق ممكن للتدابير القائمة لمكافحة المرض.

تحديد وتحفيز منتجات ذات نوعية

لعديد من السلالات المحلية المقدرة على تأمين منتجات فريدة قد تكون من نوعية أعلى من تلك المتحصل عليها من السلالات التجارية عالية المخرجات. كما يمكن تقويم السلالات المحلية ومنتجاتها أيضاً كجزء مميّز للنظم المزرعية التقليدية. وإضافة لذلك، أسهم عديد من السلالات المحلية بدور مركزي في الحياة الاجتماعية والثقافية للمجتمعات الريفية– بما في ذلك التقاليد الدينية والمدنية، التراث الشعبي، فن الطهي، المنتجات والصناعات اليدوية المتخصصة (Gandini and Villa, 2003).

مؤطر 99

الصون في عين المكان للأغنام النرويجية البرية

تعدّ الأغنام النرويجية البرية بقايا من مجتمعات أغنام حفظت في النرويج خلال أيام الفايكنج. وقد ثبت، في 1995، أن السلالة مهددة بالإنقراض. وكان هناك في ذلك الوقت حوالي 2000 حيوان في البلد، معظمها محفوظ في غرب النرويج.

وقررت ثلة من أفراد ملتزمين، ركّزوا على مجتمع تربية نشط طويل الإنشاء للأغنام في "أوستيوفول" بناحية "هوردالاند" محاولة حماية الأغنام البريّة وتطوير صناعة تخصصية بالاستناد على السلالة. وفي حزيران/يونيو 1995، تم تأسيس الإتحاد النرويجي للأغنام البرية. ويعتبر الإتحاد مجتمعاً على امتداد القطر، يدار تعاونياً بعضوية تقارب 300 عضواً. ويهدف إلى صون السلالة وتحسين مربحيتها، بتكييف طرائق الإنتاج والمنتجات لطلبات السوق، وبزيادة الوعي الجماهيري.

أنشأ الإتحاد بسرعة مجموعة من معايير الإنتاج التي يتوجب تلبيتها إذا ما أريد تصديق المنتجات تحت لصاقات "أغنام برية". وتشمل هذه المعايير كلاً من وصف السلالة، وبعض المتطلبات الخاصة بطرائق الإنتاج. والناحية الهامة لمعايير الإتحاد للمُنتج هي أيضاً حماية الطرائق المزرعية التقليدية، وهي استمرارية للطريقة التي تم فيها حفظ الأغنام في الخارج طيلة العام، وأن يكون لها إمكانية الوصول إلى واقية محمية عند عدم توافر مأوى طبيعي. وكقاعدة، فإن استخدام الأعلاف المركزة ممنوع أيضاً. وقد رحب المستهلكون بلحم الأغنام البريّة. وينظر إلى الطعم المميز للحم على أنه منتج تخصصي على الموضة. والهدف المهم الآخر لاتحاد التربية هو المحافظة على أراضي الشجيرات الشاطئية وغيرها من المناظر الطبيعية الثقافية. وتعدّ هذه المناظر الطبيعية، مع رعي الأغنام البرية، أماكن جذب شعبية للسياح.

في 2003، وبعد ثمان سنوات من إدخال تدابير الصون الأولى، تجاوزت أعداد الأغنام البرية 20000 حيوان. وما زالت معظم الأغنام البريّة موجودة في غرب النرويج، ولكن هناك مبادرات لإدخال هذا الشكل الخاص من مزارع الأغنام إلى المناطق الساحلية لوسط وشمال النرويج، كجزء من تطوير صناعات ريفية في هذه المناطق.

مقدمة من Erling Fimland

الصورة مقدمة من: Erling Fimland

يمكن أن تكون هذه المواصفات قاعدة لإنتاج حيواني متنوّع، وفائدة متزايدة للسلالات المحلية. وقد حفزت أهداف الصون من خلال المعونة المباشرة (انظر أدناه)، ومن خلال تحفيز المنتجات المتخصصة عالية القيمة. وكان النهج الأخير ناجحاً بشكل خاص في المناطق المتوسطية، حيث لا يزال تنوّع السلالات ونظم الإنتاج مترافقين بتنوّع من المنتجات الحيوانية، تفضيلات غذائية وتقاليد ثقافية. ومع الأسف، فإنه حتى في هذا الجزء من العالم، من المحتمل أن تكون معظم هذه العلاقات التي كانت موجودة في منتصف القرن التاسع عشر قد فقدت. والاستراتيجية مدعومة من النظم الأوروبية الحالية لاستصدار شهادات للمنتجات الزراعية مثل تسمية المنشأ المحمية (PDO) والمؤشر الجغرافي المحمي (PGI)، وأيضاً بتطوير أنواع تجارية محددة.

يتم تطبيق جهود الصون هذه، في أوروبا، ضمن اقتصاد عالي التطور يمكنه دعم منتجات عالية القيمة، وأعمالاً لدعم الأهداف الثقافية والبيئية. ومن المحتمل أن تكون الفرص لتطبيق هذه النهج أكثر محدودية في البلدان ذات الاقتصاد الأقل تطوراً، ولكن توجد أمثلة، مثل السعر الأعلى المتحقق من اللحم المستمد من خنازير كريول البلدية في يوكاتان، المكسيك، وللحم الدجاج البلدي في عديد من البلدان الآسيوية والأفريقية. ومع تطوّر الاقتصاد، من المحتمل أن تضحي الهوية الثقافية للسلالات أكثر أهمية كناحية للتسويق وكهدف للسياسة، وتقدّم بالتالي فرصاً أعظم لتحقيق الاستدامة الذاتية للسلالة.

الخدمات البيئية

تعدّ السلالات المتكيّفة مع الشروط المحلية للإنتاج غالباً الأكثر ملاءمة لتقديم خدمات بيئية مثل إدارة المنظر الطبيعي، بما في ذلك تحفيز الأنماط المرغوبة من النمو النباتي، مكافحة النيران والانهيارات الثلجية، والإبقاء على خطوط الطاقة وممرات الحياة البريّة خالية من الشجيرات (وبالتالي خفض استخدام مبيدات الأعشاب). وقد تكون هناك فرص حتى في الاقتصاديات الأقل تطوراً لإدارة تنوّع من السلالات المهمة ثقافياً من خلال السياحة البيئية والثقافية، أو نهج جديدة أخرى لتوليد الدخل لحافظي الثروة الحيوانية. وقد يكون أحد الأمثلة استخدام الأبقار المحلية للمحافظة على نظم بيئية صحية تحفّز كثافة حيوانية متزايدة وتنوّعاً في حدائق الحياة البريّة الكبيرة. إن التحدّي هو في ترجمة خدمات السلالة هذه إلى عوائد اقتصادية لحافظي الثروة الحيوانية.

مؤطر 100

أمثلة عن خطط دفع الحوافز على مستوى قطري

في المملكة المتحدة، تغطى السلالات التقليدية التي تديرها الطبيعة الانكليزية (هيئة صون حكومية للطبيعة) الثروة الحيوانية المحفوظة في، أو بجوار، مواقع ذات أهمية علمية بإدارة خطة حوافز (English Nature, 2004). والتعهّد هو أن تكون السلالات التقليدية غالباً أفضل تكيّفاً لرعي الأعشاب الموجودة في هذه المواقع، وبالتالي تنجز عملاً أفضل عندما يكون الرعي مطلوباً لأغراض الصون. ويكون الهدف هنا أوسع من حفظ السلالات بحد ذاتها فقط، وينظر إلى مدفوعات الحوافز للزراع على أنها، جزئياً، مدفوعات للخدمات البيئية المقدمة الأوسع.

وفي كرواتيا، يستلم مربو السلالات المهددة المسجلين معونات حكومية يبلغ إجماليها 650.000 دولار أمريكي سنوياً (تقرير كرواتيا، 2003). ويتم تغطية 14 سلالة بالخطة بما فيها أبقار إستريان، أبقار سلوفانيان-بودالبيان، حصان بوسافينا، حصان مورنسولانر، خنزير توروبولج، الخنزير الأسود السلوفاني، أغنام إستريان، الديك الرومي زاغوج وبعض سلالات الحمير. وعلى نحو مماثل، في صربيا والجبل الأسود، تقوم مديرية الموارد الوراثية الحيوانية والنباتية التابعة لوزارة الزراعة بتشغيل خطة دعم لدعم الصون في المزرعة للسلالات المتكيفة محلياً من الخيول، الأبقار، الخنازير والأغنام (Marczin, 2005).

وفي ميانمار، تزايدت أعداد مجتمع أبقار Shwe Ni Gyi من خلال تأمين نطاف مدعومة، ودفع مبلغ قليل (يعادل دولار واحد) للمالكين عندما يسجلون حيواناً نقي التربية (Steane *et al.*, 2002).

التدابير المحفزة

إن نقص المربحية بالنسبة لسلالات أخرى، وبالتالي نقص الشعبية عند الزرّاع، هي السبب غالباً لتراجع أعداد مجتمع سلالة ما. ولعلّ أحد النهج الممكنة للصون هو منح الزراع حوافز عالية لتعويضهم عن الدخل الذي تخلّوا عنه بحفظ السلالة الأقل مربحية. وهذا النهج مجدٍ فقط حيثما تكون الموارد كافية وهناك رغبة سياسية لمدّ الأموال العامة لتلبية أهداف الصون؛ وحيثما يكون توصيف السلالة كافياً للسماح بتحديد هوية منتجات السلالة وتصنيفها انسجاماً مع حالة الخطر لها، لرصد أنشطتها، وإدارة المدفوعات. ومن غير المستغرب أن تكون خطط الحوافز لصون سلالة محصورة بشكل كبير على أوروبا. وكانت هذه الخطط موجودة في الاتحاد الأوروبي منذ 1992 (لمزيد من المناقشة عن تشريعات الاتحاد الأوروبي التي تغطي مدفوعات الحوافز، انظر الجزء الثالث– القسم و: 3). وقد أوقفت هذه الحوافز تقهقر بعض، وليس جميع السلالات المحلية. كما تم وضع عدد من الخطط على المستوى القطري، ومعظمها في أوروبا أيضاً (انظر مؤطر 100 كمثال). على أن الاستدامة الأطول مدى لنظم الحوافز هذه، حتى عندما تكون ناجحة، هي موضع تساؤل. ويبدو أنه من المفيد بحث استخدام حوافز أكثر تحديداً؛ فإزالة حصة إنتاج الحليب للسلالات المهددة، على سبيل المثال، قد تحفز استخدامها الأوسع. وبشكل عام، يتعيّن أن يتم تصميم الحوافز الاقتصادية لتسريع تحقيق الاستدامة الذاتية للسلالة أكثر من تأمين دعم اقتصادي مؤقت فقط.

مؤطر 101

مؤشر إمكانيات التنمية الاقتصادية التي تستهدف استثمارات الصون في عين المكان.

يجمع مشروع Econogene التحليل الجزيئي للتنوع البيولوجي، مع الاقتصاديات الاجتماعية والإحصائيات الجغرافية بغية معالجة صون الموارد الوراثية للأغنام والماعز والتنمية الريفية في النظم الزراعية البيئية الهامشية عبر أوروبا. يتم جمع عينات من المادة الوراثية في17 بلداً في أوروبا والشرق الأدنى والأوسط (http://lasig.epfl.ch/projets/econogene/).

وكان أحد الأهداف للمشروع جعل صرف الأموال أكثر كفاءة. وقد طور المشروع مؤشراً لإمكانية التنمية، قدّم كأداة بسيطة يمكن استخدامها لتحديد المواقع التي يمكن فيها صرف المال العام بشكل أفضل لتعظيم الاستجابة. والتطبيق ممكن على عدة مستويات: من مزرعة فردية وحتى المنطقة، والمؤشر هو مجموع موزون لثلاثة مؤشرات فرعية تقوّم، (1) المواصفات الاقتصادية المميزة للشركة/المزرعة (مفردة أو معدل من المنطقة)، (2) المواصفات الاجتماعية للشركة/ المزرعة، (3) استراتيجيات التسويق. ويرتكز كل مؤشر فرعي على عدد من المدخلات. وفي حالة دراسة Econogene لسلالات أغنام وماعز الإتحاد الأوروبي، كانت الأوزان النسبية في مؤشر التنمية الاقتصادية 50 بالمئة للبعد الاقتصادي، 30 بالمئة للبعد الاجتماعي، والـ 20 بالمئة الباقية لاستراتيجيات التسويق. ولا يشمل المؤشر العوامل البيئية، مثل الشروط المناخية، توافر الأرض الزراعية أو المرعى، أو عوامل الإدارة العامة. ويمكن أن تؤثر هذه العوامل في النتائج عندما تكون أدوات السياسة مطبقة، ولكن المؤشر يقوّم فقط الإمكانية الاقتصادية الناجمة من خصائص وسلوك القطاع الخاص

مقدمة من: Paolo Ajmone Marsan ومستشارية Econogene.

مؤطر 102

برنامج صون في عين المكان مرتكز على المجتمع- حالة من باتاغونيا

يعد ماعز Neuquén criollo المصدر الرئيس للدخل والبروتين الحيواني لعدد من أرباب الأسر في شمال مقاطعة Neuquén في الأرجنتين باتاغونيا. وحيوانات الماعز متكيّفة جيداً للحركات الانتقالية التي شكلت تقليدياً حياة حافظي الماعز المعروفين باسم crianceros. إن استدامة النظام، مع ذلك، مهددة بالتغييرات التي تقيّد حركة الحيوانات، وبخاصة تسييج مناطق الرعي التقليدية. كما حفزت فرص التعليم، التوظيف والسكن الأفضل المقدمة من حياة أكثر تحضراً الاستقرار أيضاً. وقد ثبت عدم نجاح محاولات إدخال ماعز أنغورا ونوبيان- الإنكليزي لإنتاج الألياف والحليب بسبب البيئة القاسية. ومع ذلك، تفرض التربية التهجينية خطراً على الموارد الوراثية المحلية.

تم إنشاء برنامج لصون وتحسين Neuquén criollo في 2001 تحت رعاية المعهد الوطني للتقنيات الزراعية (INTA) والمكتب الزراعي القروي. وتم إدخال ابتكارات تنظيمية وتقنية تحفز استمرارية النظام التقليدي في ظل مناسبات متغيّرة. وقد تم شمل حافظي الماعز في البرنامج منذ تأسيسه من خلال إنشاء اتحادات المنتجين التي أسهمت بدور قيادي في تطوير ونشر التقنيات الجديدة.

توجه أعمال التحسين الوراثي باتجاه صون الاختلاف الوراثي للسلالة، التقسية والكفاءة الإنتاجية ضمن إطار عمل النظام التقليدي. ويطوّر البرنامج نظاماً لتأمين عترات محسنة من الطرز البيئية المحلية بالارتكاز إلى معايير انتخاب اقترحها الـ crianceros أنفسهم. والتفضيل هو للحيوانات الكبيرة ولكن المدمجة التي تعطي إنتاجاً جيداً من اللحم وتستطيع مقاومة البيئات المتطرفة. كما أعطى الـ crianceros اهتماماً لملاءمة الإناث للتربية والإنجاب. والتفضيل للماعز الأبيض مرتبط بتسويق الشعر. وعلى النقيض، تعدّ الماعز بغطاء ملوّن أكثر سهولة في الإدارة في المراعي المغطاة بالثلج. وهذا

الصورة مقدمة من Maria Rosa Lanari

التفضيل يكون الأقوى عندما يدوم الثلج طويلاً. وتشمل التغيّرات الإضافية تدابير لزيادة قيمة منتجات الماعز. ويباع لحم الصغار (الجدي) تحت "مؤشر جغرافي" مميّز. ويحسّن هذا الابتكار القانوني التجاري مربحية المنتج التقليدي للنظام. والتعهّد الأحدث لحافظي الماعز هو حصاد الكشمير. وأظهرت دراسات حديثة للألياف من السلالة إمكانية هذا المنتج. وقد زوّد الـ crianceros بأمشاط وُدربّوا على جمع الألياف وتصنيفها.

إن الهدف إذن هو إحباط التخفيف الوراثي للسلالة كجزء من جهود متكاملة للمحافظة على نظام الإنتاج. وينظر إلى سلالة الماعز البيئة المحلية، الممارسات الثقافية والتقليدية للـ crianceros كأصول قيّمة يمكن استخدامها لتحسين تنمية هذه المنطقة الريفية.

مقدمة من Maria Rosa Lanari

لمزيد من المعلومات انظر FAO (2007a).

الاستخدام في نظم الإنتاج

قد تؤدي الإنتاجية العالية الناجمة من تحسين وراثي للسلالات المحلية إلى كثافة أعلى من الإدارة والحاجة إلى بنى تحتية داعمة. وعلى العكس، يمكن للتحسينات في نظم الإنتاج أن تحث على تحسين السلالة المحلية و/أو استيراد سلالات جديدة. ويمكن لهذا التطور أن يكون فرصة وتهديداً، على حد سواء، للمحافظة على السلالات المحلية. فقد تكون التربية التهجينية غير الميزة، على سبيل المثال، تهديداً رئيساً. على أنه إذا تم هيكلة التربية التهجينية على نحو مناسب، فإنها تقود إلى المحافظة على السلالة المحلية، على سبيل المثال، كسلالة أنثوية عالية التكيّف والكفاءة في برنامج تربية تهجينية رجعي. ومع الأسف، فإن هناك القليل المعروف عن كيفية تحسين نظم الإنتاج والبنى بطريقة تحسّن مصادر رزق الناس المحليين وتحقيق الأمن الغذائي في الوقت الذي يتم فيه حفظ الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة الأصيلة.

4.6 نهج الصون في عين المكان إزاء خارج المكان للصون في الموئل

نظراً للعلاقات الوثيقة والمعقدة بين المجتمعات الأصيلة، البيئات والثروة الحيوانية، والنقص الواسع الانتشار للخدمات والبنى التحتية للتربية، فإنه ينظر لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المرتكزة على المجتمع غالباً على أنها الحل (Köhler-Rollefson, 2004)، وتحفز بشكل واسع من منظمات غير حكومية. ويبدو من المؤكد أن هذه النهج المرتكزة على المجتمع للصون الخيار المفضل إذا ما دعمت تطويراً إضافياً للسلالة وقابليتها على تحسين مصادر الرزق. وقد تم بناء عديد من استراتيجيات الصون المرتكزة على منتجات أو خدمات إنتاج عالية القيمة، المناقشة أعلاه، حول الصون في عين المكان المرتكز على المجتمع. ولا بد من ضمان أن المحافظة على السلالات المحلية سيحسن مصادر رزق المجتمعات التي تحفظها على المدى القصير والطويل. وإذا لم تكن هذه هي الحالة، سيثبت أن هذه الاستراتيجيات غير مستدامة على اعتبار أن المجتمعات ستتحول في النهاية إلى سلالات بديلة تؤمن مصادر رزق أفضل.

توجد نهج الإدارة المرتكزة على المجتمع في العالم النامي. ويوضح المثال الموصوف في المؤطر 102 أنه حتى

مؤطر 103

تغيرات في نظم الإنتاج تؤدي إلى استبدال الجواميس المحلية– حالة من نيبال

كان لتجزئة الأرض المتاحة للرعي نتيجة النمو السكاني تأثيراً كبيراً في النظم المزرعية التقليدية للحيوانات في الهضاب المتوسطة من نيبال. فقد استبدلت الأسر الريفية التي تصل إلى الأسواق الحضرية الأبقار والجواميس منخفضة الإنتاج بجواميس حليب عالية الإنتاج يمكن أن تعلف وهي جالسة. وفي أقل من 30 عاماً، استبدل 95 بالمئة من الأسر في المنطقة المغطاة بحالة الدراسة هذه أبقارهم المحلية وجواميس Lime بواحدة إلى ثلاثة سلالات من جواميس Mirah عالية الإنتاج من الحليب من أراضي السهول الهندية. ويشتري 65 بالمئة من الأسر حيوانات في مرحلة الحلابة كل عام، وباعوا الحيوانات الجافة لإعادة التربية أو اللحم. تهجّن الجواميس المستوردة في المنخفضات الهندية، تنتخب من التجار الهنود، الذين يقومون بنقلها إلى مرتفعات نيبال ويشترون الحيوانات الجافة (المتوقفة عن إنتاج الحليب) وقد أسهم هؤلاء التجار الخاصّين بجزء أكثر أهمية من الحكومة في تحفيز استخدام الحيوانات عالية الغلة. وستبقى سلالات الأبقار والجواميس المحلية مهمة في المناطق الريفية النائية حيث تستمر في تأمين قوة الجرّ وتعطي حليباً كافياً لكفاف الأسرة.

تم التغلب على العوائق البدائية لإدارة السلالة المُدخلة حديثاً، ولم يعد الزراع يرغبون بالعودة إلى استخدام الحيوانات المحلية. وحفظ الزراع الجواميس المحسنة بنجاح على قاعدة طويلة، وكوفئوا بمعيار محسّن من العيش. وأولويتهم الآن هي عمل تطوير إضافي لاستراتيجيات تربية جواميس Murah لتحقيق إنتاجية أفضل. ويتطلب ذلك تعاوناً ما بين المربين في نيبال والهند.

قادت التغيرات الإجتماعية–الاقتصادية الزراع إلى هجر ممارساتهم المزرعية التقليدية والبحث عن بدائل. وأمنت استراتيجيات الإدارة الجديدة عوائد اقتصادية أعلى، وأضحى الزراع يفضلون سلالة مدخلة على حيواناتهم المحلية. وتظهر حالة الدراسة هذه أنه عندما تتغيّر ظروف الإنتاج، تؤمّن سلالات جديدة بمواصفات مختلفة أحياناً للزراع خيار مصدر رزق أفضل من السلالات المحلية.

مقدمة من Kim-Anh Tempelman

لمزيد من المعلومات انظر FAO, (2007b).

عندما تكون نظم الإنتاج مهددة، فإنه يمكن عمل تقدّم نحو تحقيق الأهداف مثل، إدارة أراضي الرعي المشاع، تحسين الموارد الوراثية وتعزيز التنمية الإجتماعية. على أن المثال من نيبال (مؤطر 103) يظهر أنه يمكن أن يكون إدخال الموارد الوراثية المدخلة، مع تغيّر ظروف الإنتاج، خياراً صالحاً لحافظي الثروة الحيوانية على مستوى صغير. وبينما تكون مصادر رزق الزرّاع قد تحسنت، فإن الموارد الوراثية للجاموس المحلي لم تعد مستخدمة. ويوضح المثال أن تحقيق الاستراتيجيات التي تحسن مصادر الرزق وتحقق أهداف الصون بشكل متزامن سيكون غالباً تحدياً.

رغم أن الصون في عين المكان هو طريقة الصون الأكثر تردداً في التبنّي في أوروبا، هناك أيضاً عدة أمثلة عن برامج صون خارج المكان في الموئل، في حدائق المزارع وفي حالات قليلة في حدائق الحيوان. ويوجد في المملكة المتحدة حالياً 17 مركزاً معتمداً لائتمان بقاء السلالات النادرة[20] وإحدى هذه المزارع، حديقة[21] Cotswold ، تجذب أكثر من 100000 زائر سنوياً. وفي ألمانيا، أبلغ Falge (1996) عن 124 مؤسسة تحتفظ بـ 187 سلالة وتسعة أنواع حيوانية. وتوجد مؤسسات مماثلة في عديد من أجزاء أخرى من أوروبا، في إيطاليا، فرنسا واسبانيا، على سبيل المثال، وأيضاً في أمريكا الشمالية. وواحداً من الأدوار الخاصة القيّمة لهذه الحدائق المزرعية أنها تسهم بالتوعية الجماهيرية بصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وبالنسبة لبعض الأنواع، كالدواجن مثلاً، تسهم منظمات المربين الهواة المتحمسين بدور مهم في صون السلالات المحلية. والمثال الأول للمحميات التي ركّزت على السلالات الأليفة النادرة كان في هنغاريا، حيث يتم صون السلالات البلدية في Puszta (منطقة من أراضي رطبة حشائشية وسهول في الجزء الشرقي من البلد). وتوجد مثل هذه الخطط حالياً في أجزاء أخرى من أوروبا وأماكن أخرى.

إن أنشطة الصون خارج المكان في الموئل الأكثر ملاحظة في البلدان النامية هي القطعان التي تحتفظ بها المؤسسات المتلكة حكومياً. ويقترح الدليل المقدّم في التقارير القطرية أن هناك معلومات غير كافية لتحديد كيف ستتم استدامة برامج الصون هذه. ويبدو افتراضياً أن كلّ الصون في خارج المكان في الموئل في الدول النامية يستخدم لدعم الاستخدام القائم لموارد الثروة الحيوانية للأغذية والزراعة من قبل الزرّاع– مبرزة السؤال فيما إذا كان من المحتمل أن يكون الحفظ خارج المكان في الموئل اتجاه صالح لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة التي لم تعد تستخدم حالياً. هناك حاجة واضحة جداً لتطوير فهم أعظم لكيفية تصميم وتطبيق صون مستدام في الموئل، وبخاصة في العالم النامي.

7 الحالة الراهنة والتوقعات المستقبلية للصون بالتجميد

منذ التطورات الأولى للتلقيح الاصطناعي في منتصف الأربعينيات من العام الماضي إلى الإمكانية الأكثر حداثة التي قدمها خزن الـ DNA، و نقله، كان للتقنيات الحيوية التكاثرية دور قوي وفعال في نقل المادة الوراثية في الموئل وفي الأنابيب. والتقنيات التي يمكن الوصول إليها حالياً والمجدية اقتصادياً لصون الموارد الوراثية للثروة الحيوانية في الأنابيب هي تلك لصون الخلايا التكاثرية، الأجنة والنسج بالتجميد. ويمكن للمواد المحفوظة باستخدام هذه التقنيات المحافظة على حياتيتها ووضعها الوظيفي لعقود أو حتى قرون. ومع ذلك، ونظراً للفترة القصيرة نسبياً التي وجدت فيها هذه التقنيات، يحتاج التقويم الدقيق لهذا التعمير المقترح إلى تأسيس. وللتقنيات الحيوية الدقيقة الأكثر حداثة، بما في ذلك الاستنساخ، التحوير الوراثي، ونقل المواد الجسمية إمكانية عظيمة للتطبيقات المستقبلية في صون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، ولكنها متوافرة في الوقت الحاضر فقط لمختبرات قليلة. إن المصداقية المنخفضة والتكاليف المرتفعة جداً لهذه التقنيات هما عاملين من المحتمل أن يحدّا استخدامها في صون الموارد

[20] http://www.rbst.org.uk/html/approved_centres.html
[21] http://www.cotswoldfarmpark.co.uk

الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في السنوات القادمة. ويركّز هذا الفصل لذلك بشكل رئيس على الحالة الراهنة لأحدث التقنيات الحيوية التكاثرية القابلة للوصول فنياً واقتصادياً في معظم المناطق الجغرافية. تؤمّن الوثائق المطبوعة سابقاً مثل "الخطوط التوجيهية الوطنية لتنمية الموارد الوراثية لحيوانات المزرعة" (FAO, 1988c) و "الخطوط التوجيهية لتشكيل برامج وطنية للصون بالتجميد لحيوانات المزرعة" (ERFP, 2003) تفاصيل أكثر حول التطبيقات.

1.7 الأعراس/الجاميطات

النطاف

تم في السنوات الماضية بنجاح تجميد النطاف من أنواع الحيوانات الثديية، كما تم ذلك لنطاف من بعض أنواع الدواجن (الدجاج، الإوز). وتكون إجراءات التجميد لصون النطاف بالتجميد محددة نوعياً. ولكن الإجراءات العامة هي كما يلي:

- تخفف النطاف بعد جمعها في محلول أيوني (ملح) او لا أيوني (سكر) وتعدّل إلى قرب الحلولية الفيزيائية؛
- يضاف حامي جليدي مناسب– الغليسرول هو الأكثر شيوعاً في الاستخدام؛ ولكن الداي ميثيل سلفوكسيد (DMSO)، داي ميثيل أسيتاميد (DMA)، أو الداي ميثيل فورماميد (DMF)، تكون تبعاً للنوع ذات أهمية عملية عالية؛
- تبرّد النطاف المخففة، تؤخذ منها عينات، ثم تجمّد في النتروجين السائل (–196 سلزيوس)؛
- يتم تجميد جرعات نطاف فردية عادة في أنابيب صغيرة بدلاً من حبوب لضمان شروط صحية مثالية والتحديد الدائم لهوية كل جرعة.

وعقب التلقيح الاصطناعي بالنطاف المجمدة والمذابة، فإن المعدلات العالمية للحمل تتراوح من 50-65 بالمئة في أكثر من 110 ملايين تلقيح في السنة الأولى في الأبقار؛ 70-80 بالمئة في أكثر من 40 مليون تلقيح في الخنازير، 50-80 بالمئة (داخل الرحم) أو 55-65 بالمئة (في عنق الرحم) في أكثر من 120.000 تلقيح في الماعز؛ 50-80 بالمئة (داخل الرحم) أو 55-60 بالمئة (في عنق الرحم) في أكثر من 50000 تلقيح في الأغنام؛ و 35-40 بالمئة في أكثر من 5000 تلقيح في الخيول (G. Decuardo 2005 Erickson Thibier, 2005 *et al.*, 2002 اتصال شخصي،). وبينت النتائج في الدواجن اختلافاً واسعاً بين السلالة وضمنها بحدود 1-90 بالمئة (Brillard and Blesbois, 2003).

إن عدد جرعات النطاف الواجب حفظها هي عامل لعدد الجرعات المطلوبة لكل ولادة أو فقس، زمن الحياة المتوقّع لإنتاج إناث خصبة، وعدد الذكور والإناث المرغوبة في المجتمع الذي أعيد بناؤه. وحيثما تستخدم النطاف لإعادة بناء سلالات بالتهجين الرجعي، ستبقى بعض المورثات من مجتمع الأنثى المستخدم في التهجين الرجعي في السلالة المعاد بناؤها. إذ يحتاج إلى خمسة أجيال من التهجين الرجعي للحصول على حيوانات تحمل أكثر من 95 بالمئة من الأصل الوراثي للسلالة المستعادة من النطاف المجمدة. وينبغي خزن نطاف كافية لإنتاج العدد المطلوب من الأجيال المهجنة رجعياً. وفي أنواع الطيور التي تحمل كروموزومات متباينة AW. (الذكور تكون ZZ)، فإن المورث المحمول من الكروموزوم W لا يمكن نقله من خلال صون معياري بالتجميد. وإضافة لذلك، في كل الأنواع، قد تفقد بعض الآثار السيتوبلازمية للسلالة المانحة أو تتشوّه. وعلى الرغم من هذه التحديدات، يتعيّن النظر إلى هذه التقنية على أنها تسهم بدور سائد في الصون خارج المكان في الموئل للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، نظراً لتوافر تقنية متقدمة وموثوقة وسهلة التطبيق. على أنه إذا كانت أعداد الجرعات المتوافرة لكل ذكر منخفضة أو إذا كان عدد الإناث التي يمكن الحصول عليها من أنثى منخفضاً، عندئذٍ يكون إعادة تأسيس السلالة من خلال نقل الأجنة، حيثما كان ذلك ممكناً، مرغوب أكثر كوسيلة لضمان استعادة كاملة للمورثات البدائية.

أكياس البيضات

في حالة الطيور، ورغم التطورات التقنية المهمة، لم يتم بعد الحصول على فراخ فاقسة بنجاح من بيوض تم تبريدها وإذابتها. وهذا يعود جزئياً للكمية الكبيرة جداً من الدهون الموجودة في المح. وعلى النقيض، يمكن إنتاج الأجنة من بعض أنواع الحيوانات الثديية في الأنابيب من أكياس بيضات ناجحة مجموعة عند الذبح أو من إناث حيّة باستئصال المبيض. يمكن تجميد أكياس البيضات هذه لفترات طويلة قبل إخصابها في الأنابيب (F1) لإنتاج أجنة. يمكن تمييز طريقتين من التجميد بالاستناد إلى سرعة إجراءات التجميد. إجراءات التجميد البطيء القابلة للتطبيق حالياً في الأبقار من المحتمل تطبيقها في الأغنام والماعز، ولكن تبقى معدلات النجاح في الحصول على ذرية منخفضة جداً (أقل من 10 بالمئة). نتيجة لمعدل النجاح المحدود في نقل الجنين، وارتفاع معدل وفيّات الجنين بعد الإخصاب. وإضافة لذلك، فإن هذه التقنيات التي تتطلب نضج كيس البيض قبل إخصابه في الأنابيب، يجب أن تنفذ من قبل فنيين عاليي التأهيل. ويتم حالياً تطوير إجراءات التجميد فوق السريع، والذي يسمى أيضاً التبلّر/التزجيج، تجريبياً للحدّ من الأضرار لكيس البيضة الناتج من أضرار التجميد أو سمية حاميات التجمّد. وتستخدم معظم البروتوكولات تركيزات عالية من حاميات التجمّد والسكريات لإزالة الماء من الخلايا. وهذا يحدّ من تشكل الجليد بين الخلوي، ويمنع بالتالي أضرار الجليد لكيس البيضة. وقد تم الحصول على نتائج مشجعة في الأبقار. ومع ذلك فإن إجراءات العمل التي قد تجعل الصون بالتجميد لأكياس البيضة مفيداً للمحافظة على الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة تحتاج إلى مصادقة على مقياس واسع.

2.7 الأجنة

على نقيض أنواع الطيور، يمكن افتراضياً تجميد الأجنة بنجاح لكل أنواع الثدييات، إذابتها ومن ثم نقلها إلى الأنثى المستقبلة لإنتاج ذريّة. على أن الاستخدام الواسع لصون الأجنة بالتجميد مقصور حالياً على الأبقار، الأغنام والماعز. ويتطلب جمع الأجنة من الخنازير التضحية بالأنثى، ويبقى الإجراء تجريبياً في أنواع الخيول. وتؤثر عدد من العوامل بما في ذلك طريقة جمع الأجنة، (بيوبسايد، المنتجة في الأنابيب، أو المستنسخة)، ومرحلة النضج، على نحو كبير في احتمالية الحصول على ذريّة حيّة. وتم اقتراح بروتوكولات متنوعة لتجميد وتذويب الأجنة من الحيوانات، وكما هو في حالة أكياس البيضات، يمكن تصنيفها في فئتين بالاستناد إلى سرعة إجراءات التجميد.

في نهج التجميد البطيء، يحدث التوازن ما بين حاميات التجمّد والمواد المذابة بين الوسط المحيط بالجنين ومكوناته بين الخلوية ببطء، حاداً بذلك من مخاطر تمزّق الغشاء بسبب تشكّل الجليد بين الخلوي. وعند التذويب، يتم نقل الأجنة إلى الإناث المستقبلة مع أو بدون إزالة حامي التجمّد. ويعدّ استخدام هذه التقنية دولياً في الوقت الحاضر الأكثر شيوعاً في الأبقار، الأغنام والماعز. وتختلف معدلات النجاح أثناء الولادة تبعاً للنوع، الأصل الوراثي، المصدر (في الموئل أو في الأنابيب)، ومرحلة تطوّر الأجنة. وتؤدي الأجنّة المحفوظة بالتجميد في مراحل مبكرة من تطوّرها إلى معدل ولادات أخفض من الأجنة المحفوظة بالتجميد عند مرحلة أكثر تقدماً (Massip, 2001).

تتضمن تقنية التجميد السريع (التزجيج) تبريداً فائق السرعة وتجميد الأجنة في كمية صغيرة جداً من الوسط المعلّق الذي يكون فيه حامي التجمّد والمواد الذائبة الأخرى (السكريات) عند تركيزات عالية. تم تزجيج ونقل الأجنة من عدة أنواع من الثدييات (أبقار، أغنام، ماعز) بنجاح– وقد لوحظت معدلات مثابرة من 59 إلى 64 بالمئة في أجنّة الأغنام والماعز، على التوالي، باستخدام ما يسمى تقنية التزجيج (Cognie *et al.*, 2003). تعدّ تقنيات حفظ الأجنة ذات أهمية خاصة فيما يخص الصون بالتجميد للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة كونها تسمح باستعادة كاملة للمجين الأولي. وتتطلب معدلات التجميد البطيئة مجمّدات مبرمجة مكلفة، ولكنها تقدّم مرونة أكثر للفنيين غير المدربين نظراً للفاصل الطويل نسبياً ما بين الخطوتين في

الإجراء. وعلى النقيض، يحتاج التزجيج لأدوات محدودة فقط، ولكن لفنيين عاليي التدريب.

3.7 الحفظ بالتجميد للخلايا الجسمية واستنساخ الخلايا الجسمية

منذ ولادة النعجة دوللي، الحيوان الأول المخلوق باستنساخ الخلايا الجسمية، أظهرت التقنية أنها تعمل مع معظم الثدييات التي اختبرت فيها. ومع ذلك لم تطبّق بنجاح في الطيور. والحالة الراهنة للتقنية مكلفة، ومع معدلات نجاح منخفضة جداً. وإذا ما تم تطوير إعادة بناء الحيوانات من الخلايا الجسمية إلى الدرجة التي تضحي فيها موثوقة ورخيصة، قد يضحي المحافظة على الخلايا الجسمية خياراً جذاباً لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بالتجميد. وقد تكون الميزة الرئيسية للتقنية هو اختيار

جدول 105

الوضع الراهن لتقنيات الحفظ بالتبريد حسب النوع

الأنواع	نطاف	أكياس بيضات	أجنة	خلايا جسمية
أبقار	+	+	+	+
أغنام	+	0*	+	0
ماعز	+	0	+	0
خيول	+	0	0	0
خنازير	+	0	0	0
أرانب	+	0	+	0
دواجن	+	-	-	-

+ تقنيات روتينية متوافرة، 0 نتائج بحوث إيجابية، – لايمكن تنفيذها في الوضع الراهن، * حفظ بالتجميد لكامل المبيض

مؤطر 104

إنعاش أبقار الفريزيان البلدية البيضاء والحمراء في هولندا

في 1800، كان مجتمع الأبقار في محافظة فريزلاند مؤلف أساساً من أبقار حمراء الأرجل. وقد تم استيراد عدة أسلاف حمراء من الدانمرك وألمانيا عقب الخسائر الواسعة الانتشار التي أحدثها الطاعون البقري. ومنذ 1879، سجّل كتاب قطيع أبقار فريزيان نمطاً مظهرياً بلون أحمر وأبيض، ولكنه دفع من قبل أسواق التصدير، وأضحت الحيوانات السوداء والبيضاء تدريجياً أكثر شعبية من الأبقار الحمراء والبيضاء الأصلية. وفي 1970، انضم 50 مزارعاً فقط يمتلكون 2500 بقرة إلى اتحاد مربي الفريزيان الأحمر والأبيض. وخلال فترة قصيرة، أدى الاستيراد المستمر لأبقار هولشتاين–فريزيان من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا إلى تقهقر إضافي للمجتمع، بحيث بقي فقط 21 فرداً من الأبقار الحمراء والبيضاء (أربعة ذكور و 17 أنثى) في 1993. وبدأت مجموعة من المالكين مؤسسة لأبقار فريزيان البلدية الحمراء والبيضاء. وبالتعاون مع بنك المورثات للحيوانات المُنشأ حديثاً، تم تطوير برنامج تربية. وتم استخدام نطاف من فحول محفوظة في البنك في السبعينيات والثمانينيات لتربية الإناث تحت نظام عقود. وقام مربّون، منحوا إعانة من البنك الوراثي، بتربية الذريّة. وتم جمع النطاف من هذه الذكور، تجميدها واستخدامها لاحقاً في ظل عقود جديدة. وتزايد عدد السلالة، ووصل إلى 256 أنثى حية و 12 ذكراً حياً مسجلين في 2004. ويتم حالياً خزن 11780 جرعة نطاف من 43 ثوراً في البنك الوراثي وتحفظ حيّة للتلقيح الاصطناعي. وتربى معظم الأبقار لإنتاج الحليب. من قبل هواة.

مقدمة من Kor Oldenbroek

مؤطر 105

إنعاش أبقار Enderby في نيوزيلندا

توضّح حالة أبقار جزيرة إنديرباي أنه من الممكن بعث سلالات من مادة وراثية محدودة جداً. على أنها تظهر أيضاً أن العمليّة معقدة وتتطلب زمناً وموارد كثيرة.

وإنديرباي جزيرة صغيرة تقع على مسافة 320 كيلومتراً إلى جنوب نيوزيلندا. وقد جلبت الأبقار إلى الجزيرة لأول مرة في 1894، عندما أخذ W.J.Moffett من "إنفركارجيل" عقداً رعوياً وجلب بالطائرة تسعة رؤوس قصيرة القرون. وقد تم هجر المزرعة في الثلاثينيات من القرن الماضي، ولكن بقيت الأبقار كقطيع في الحالة البرية. وبعد 100 عام من تحمّل البيئة القاسية لجزيرة إنديرباي وغذاء من الأعشاب البحرية كانت الأبقار قاسية، صغيرة، ممتلئة الجسم وجيّدة التكيّف. وفي 1991، ولحماية الحياة البريّة المحليّة، أطلق الرصاص على الأبقار. وتم جمع أكياس بيضات ونطاف من الحيوانات الميتة للصون بالتجميد، ولكن المحاولات لإخصاب أكياس البيض أخفقت وبدا أن سلالة إنديرباي قد أزيلت من الوجود إلى الأبد.

وفي السنة التالية، اكتشف أعضاء من جمعية صون السلالات النادرة النيوزيلندية (NZRBCS) بقرة وعجلاً على الجزيرة. وتم مسك الحيوانين بمروحية ونقلا بالبحر إلى نيوزيلندا. وعنى الموت التالي للعجل أن "السيدة" كما أضحت البقرة معروفة، كانت آخر بقرة لسلالة إنديرباي. ولم تكلل المحاولات لإنتاج عجل، من خلال الإباضة المتعددة ونقل الأجنّة (MOET)، باستخدام نطاف مصانة بالتجميد مأخوذة من الثيران المقتولة على الجزيرة، بالنجاح. وظهر ثانية أن السلالة تواجه الإنقراض. على أن الجمعية النيوزيلندية لصون السلالات النادرة بالتعاون مع AgResearch نجحوا في إنتاج عجل، إلسي، استنسخ من الخلايا الجسمية للسيدة. وولدت أربع بكاكير إضافية في السنة التالية. وفي الوقت ذاته، ثبت أن الجهود لإنتاج ثور إنديرباي من خلال الإخصاب في الأنابيب باستخدام نطاف مصانة بالتجميد وأكياس بيض مأخوذة من السيدة قد كانت ناجحة، مع ولادة "ديربي". ومات اثنين من النسخ لاحقاً. ولكن في 2002 تمت ولادة عجلين إضافيين من خلال التزاوج الطبيعي للبكيرتين المستنسختين مع ديربي.

لمزيد من التفاصيل انظر: Historical Timeline of the Auckland island, Wells (2004); NZRBCS (2002)

الحيوانات التي يجب صونها بدقة، وإعادة تشكيل مجتمع فيما بعد من مستنسخات لهذه الحيوانات. وعلى عكس حالة الأجنّة المحفوظة، لا يتم حفظ الـ DNA السيتوبلازمي من حيوانات مستمدة من خلايا جسمية. ومع ذلك فإن جمع الخلايا الجسمية هو أكثر بساطة بكثير من جمع الأجنّة، وقد يكون من المجدي جمع عينات كثيرة من مجتمعات حقلية. إن التكلفة الحالية لتطوير مزارع خلايا، وعدم اليقين حول التوقعات المستقبلية لإنتاج حيوانات حيّة من الخلايا المحفوظة، تعني أنه من غير المحتمل أن يكون صون الخلايا الجسمية أولوية في أنواع يكون فيها الصون بالتجميد للأعراس والأجنة جيّد التطور. ومع ذلك فإن الصون بالتجميد للخلايا الجسمية قد يكون احتياطاً حريصاً حيث لا يمكن القيام بصون الأعراس والأجنّة بالتجميد أو عندما تكون معدلات النجاح منخفضة.

يؤمن جدول 105 لمحة عامة عن جدوى التقنيات المناقشة أعلاه في الأنواع الرئيسة من الحيوانات.

4.7 اختيار المادة الوراثية

تستخدم تقنيات لحفظ الأعراس والأجنّة بالتجميد على نحو واسع في معظم الثدييات الأليفة لأغراض تجاريّة؛ وهناك استثناءات قليلة مثل نقل الأجنة في الخيول والخنازير (Thibier, 2004). و أحد المسائل الرئيسية في حالة برامج الصون بالتجميد المكرسّة لإدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة، هو تخزين كمية كافية من المادة البيولوجية للسماح بإعادة بناء حيوانات فردية أو مجتمعات تحمل الصفات المرغوبة. وعليه، يعدّ اختيار الأصل المانح، عدد الأفراد المانحين ونمط المادة المراد صونها بالتجميد حاسماً إذا أريد أن يكون للاستثمارات أرباح على المدى الطويل. وتتيح المصادر التالية توصيات مفيدة فيما يخص هذه المسائل: Blackburn (2004) ، ERFP (2003) و Danchin- Burge *et al.*, (2002).

5.7 الأمان في البنوك الوراثية

ينبغي أن تؤمن البنوك الوراثية للأصول الوراثية الحيوانية تخزيناً مضموناً فنياً وأن تلبّي المتطلبات الصارمة للصحة الحيوانية.

الأمان الفني

قد يؤدي نقص النيتروجين السائل لأي فترة من الزمن (بالضبط لدقائق) إلى خسارة كاملة للمادة المصانة بالتجميد. ويحدّ تخزين المواد المُصانة بالتجميد في وعاءين منفصلين، وعلى الأفضل في موقعين منفصلين، من خطر الخسائر الناتجة من الإخفاق الحادثي للمحافظة على النيتروجين السائل.

الأمان البيولوجي

قد تحمل المواد من مصدر حيواني بما في ذلك السوائل، الأعراس، والأجنة ممرضات قادرة على المثابرة في الصون بالتجميد. وبينما هناك حاجة لبحوث إضافية لزيادة تقويم مخاطر الانتقال عبر البنوك الوراثية، فإن التوصيات المقدمة من مدونة صحة الحيوانات الأرضية للمنظمة العالمية للصحة الحيوانية (OIE) مطبقة عالمياً. ويمثل تلبية طلبات المدونّة صعوبات شديدة لعديد من البلدان. فهي تجعل حركة الأصول الوراثية من مناطق مصابة بالمرض إلى مناطق خالية من الأمراض صعبة جداً. كما قد تعني أيضاً أن العيّنات التي لا تفي بمتطلبات المدونّة لا يمكن خزنها في المرفق ذاته الذي تكون فيه العيّنات مستوفية للمتطلبات. وقد تكون هذه المسائل عائقاً كبيراً لإنشاء بنوك صون بالتجميد قطرية، إقليمية ودولية. وقد يكون مطلوباً بنيات خاصة ومن المحتمل بعض الاستثناءات الخاصة للمدونات القائمة.

8 استراتيجيات تخصيص الموارد في الصون

1.8 طرائق لوضع الأولويات

يعدّ التحديد الواضح للأهداف حاسماً لكل أنشطة الصون. وأحد المعايير الذي يتم اعتباره مهم غالباً هو المحافظة على التنوّع الوراثي. على أن صون أكبر قدر ممكن من التنوّع سيكون نادراً الهدف الوحيد. كما تم مراعاة عوامل أخرى مثل صون صفات معينة خاصة (مثل التحمّل للأمراض)، والقيم البيئية والثقافية للسلالة. والهدف لذلك هو تنظيم الفائدة من مجموعة من السلالات، حيث تكون الفائدة توليفة موزونة من تدابير التنوع وصفات/قيم أخرى. ويتطلب تعريف الأوزان تقويم التنوّع بالنسبة للمعايير الأخرى المعتبرة.

وتعدّ درجة التهديد للسلالات المعنيّة اعتباراً مهماً آخر. ويمكن تكميم هذه الدرجة على شكل احتمالية الإنقراض. ويتم تحديد المعيار بشكل رئيس بوساطة حجم المجتمع الفعال، والاتجاه العددي (مثل فيما إذا كان حجم المجتمع في تزايد أو تناقص)، ولكن يجب أن تراعي أيضاً عوامل أخرى مثل التوزيع الجغرافي، تطبيق برامج التربية، الوظائف النوعية البيئية، الثقافية أو الدينية، والخطر من تهديدات خارجية (Reist-Marti *et al.*, 2003).

تم اقتراح طرائق عديدة لدمج معايير مختلفة لوضع أولويات السلالات التي يجب استهدافها من قبل برامج الصون. فقد اقترح Ruane (2000)، على سبيل المثال، طريقة تتبعها مجموعة من الخبراء المحددين لأولويات السلالة على المستوى القطري. والمعايير السبع التالية مدرجة في إطار العمل:

- النوع (مثل السلالات التي ينبغي إدراج الأنواع منها في تدريب وضع الأولويات؟)؛
- درجة التهديد؛
- الصفات ذات القيمة الإقتصادية الحالية؛
- قيم منظر طبيعي خاصة؛
- الصفات ذات القيمة العلمية الحالية؛
- القيم الثقافية والتاريخية؛ و
- التفرديّة الوراثية.

وقد اقُترح أنه يتعيّن إعطاء أولوية للسلالات ذات درجة التهديد العالية. وإذا كان من الضروري وضع الأولويات بين السلالات عالية التهديد، فإنه اقترح أنه يتعيّن مراعاة المدى الذي تلبّي فيه السلالات المعايير الأخرى المدرجة. وقد يكون من الضروري إعطاء أوزان للمعايير المختلفة للسماح بتمييز إضافي لدرجات الأولوية. ويتم تقرير الأهمية النسبية الواجب إعطاؤها لكل معيار من قبل جماعة خبراء.

قدم Hall (2004) إطار عمل مرتكز على كل من التنوّع الوراثي والوظيفي، باستخدام سلالات بريطانية وأيرلندية من الأغنام والأبقار كمثال. وتم مقارنة كل سلالة تحت الإعتبار مع كل سلالة أخرى بمؤشرات التميّز الوظيفي والوراثي. وتم تقويم المكوّن الوراثي على أساس تاريخ السلالة واحتمال حدوث انسياب معنوي للمورثات خلال الـ 200 سنة الأخيرة. والمكوّن الوظيفي المرتبط بالوظائف الإقتصادية، الإجتماعية والثقافية للسلالة. وتم، في الأبقار، تقدير التميّز الوظيفي بموضوعية، ولكن ذلك كان أكثر صعوبة في حالة الأغنام. وعلى هذا الأمر، كان متوسط لياقة الألياف، المعيار الوحيد تقريباً الذي تم قياسه بطريقة مقارنة عبر السلالات في الدراسة، واستخدم كمؤشر للتميّز الوظيفي في سلالات الأغنام. واعتبرت السلالات ذات القيم العالية لكل من التميّز الوظيفي والوراثي الأكثر مناسبة لإدراجها في قائمة الأولويات.

كما أنشأ إتحاد بقاء السلالات النادرة في المملكة المتحدة مجموعة من المعايير للاعتراف بـ "السلالات النادرة" التي تتطلب اهتماماً خاصاً بمؤشرات تدابير الصون (Mansbridge, 2004). وتم مراعاة طول الوقت الذي وجدت فيه السلالة، عدد الحيوانات الإناث والتوزّع الجغرافي للسلالة.

2.8 استراتيجيات التخطيط الأمثل لبرامج الصون

يتعين أن تستخدم برامج الصون الفاعلة الموارد المالية وغير المالية المتوافرة بطريقة يتم فيها تعظيم هدف الصون. والأسئلة الواجب الرد عليها هي:

- لأي سلالات ضمن النوع تحت الاعتبار يتعيّن تنفيذ برنامج الصون؟
- ما هي الحصة الواجب تخصيصها لكل من السلالات المختارة من الميزانية الكلية للصون؟
- ما هي برامج الصون التي يتعيّن تطبيقها لأي سلالة مختارة؟

إذا تم الافتراض أن هدف تدابير الصون المعتبرة هو لصون أكبر قدر ممكن من التنوع الوراثي بين السلالات، عندها يمكن استخدام الطرائق التالية لتحديد السلالات ذات الأولوية (Simianer, 2002).

يمكن حساب التنوّع الإجمالي لمجموعة قائمة من السلالات، كما يمكن حساب إسهام كل سلالة إلى التنوع الإجمالي. وتستخدم احتمالات الانقراض والتنوّع لمجموعات فرعية من السلالات لحساب ما يعزى إليه بـ "التنوّع المتوقّع" (مؤطر 106). وهو التنوّع المتوقع في نهاية أفق التخطيط على افتراض أنه لا يتم القيام بأنشطة صون. وقد يحدث أن تضحي السلالات الأكثر تهديداً، في نهاية أفق التخطيط، منقرضة. ومع ذلك، إذا ما تم القيام بجهود صون، فإن احتمال انقراض السلالات ينخفض ويزداد التنوّع المتوقّع. إن كمية التغيير في التنوّع المتوقّع هو معامل التغيير في احتمال الانقراض لسلالة خاصة والذي يعزى إليه بالمصطلح "التنوّع الهامشي" للسلالة. ويعكس التنوّع الهامشي الوضع التطوّري للسلالة. كما يشير أيضاً فيما إذا كانت السلالات وثيقة الارتباط أمينة من الانقراض، ولكنها مستقلة من احتمال الانقراض الخاص بالسلالة.

تم إظهار أن أولوية صون سلالة ما متناسبة مع "إمكانية صون تنوّعها" (مؤطر 106). وهو تدبير يعكس الكمية الإضافية من التنوّع التي يمكن صونها إذا ما جعلت السلالة أمينة كلياً من الانقراض. وقد ينتج الاحتمال العالي للصون إما من درجة عالية من التهديد، أو من تنوّع هامشي عالي.

إن المعايير المناقشة هنا (التنوّع الهامشي، احتمال الصون، الخ). هي عناصر لنظرية التنوّع العامة التي تقدم بها Weitzman (1993;1992)، والتي استقطبت اهتماماً كبيراً كإطار عمل لصنع القرار في صون الثروة الحيوانية. ولا يتطلب النهج أن يكون التنوّع المتري لوايتزمان، الذي هو التنوّع بين السلالات، الكمية المعظمة. ويمكن تطبيق المنهجية لأي وظيفة موضوعية، بما في ذلك القياسات المترية الواسعة للتنوّع أو الفوائد (بمعنى المجموع الموزون لمكوّن التنوع وقيم أخرى).

يصف المؤطر 107 مثالاً يزيد فيه التخصيص الأعظمي لحسابات الصون من الكفاءة بحدود 60 بالمئة مقارنة بتلك المتحصّل عليها باستخدام نهج تبسيطية.

إن تعريف أولويات الصون بترتيب السلالات تبعاً لإمكانية صونها يفترض أن تكاليف الصون متماثلة تقريباً ما بين السلالات. وبشكل أكثر دقة، الافتراض أن تكاليف الفرصة لإنقاص احتمالية التهديد في وحدة واحدة هي متجانسة عبر السلالات. وهذا ليس حقيقي بالطبع، فإنقاص احتمالية الانقراض من 0.8 إلى 0.7 (أي 12.5 بالمئة) يمكن تحقيقه بوسائل سهلة نسبياً وأرخص من إنقاص احتمالية التهديد من 0.2 إلى 0.1 (أي 50 بالمئة).

ومن الضروري، من أجل تحليل أكثر تفصيلاً وواقعية، تحديد التكلفة لأنشطة صون خاصة (مثل تأسيس صون بالتجميد، أو إعطاء معونات للزرّاع للمحافظة على مجتمع سلالة في خطر في عين المكان''، وأيضاً لتقويم تأثير هذه الأنشطة بمؤشرات خفض احتمالية الانقراض للسلالة المقابلة. وإذا ما تم تخصيص الموارد في سياق دولي، يجب مراعاة مستويات تكلفة مختلفة، معايير تقنية، ومعدلات تعديل العملة، وقد يكون صحيحاً أن الصون بالتجميد ينشأ على أساس تطبيق روتيني في بلد واحد، في حين أنه لا بدّ في بلد آخر من تطوير البنية التحتية أولاً. والاعتبار الآخر هو أن تكاليف العمالة لخطط الصون في الموئل قد تختلف على نحو كبير بين البلدان.

لخطة الصون دائماً عدد من التكاليف، تختلف بشكل واضح ما بين الأنواع والبلدان. إن التكاليف الثابتة هي تلك المطلوبة لإنشاء خطة وتشغيلها كما هي (مثل إنشاء مركز صون بالتجميد)، في حين تتوقف المصاريف المتغيّرة على عدد الحيوانات المشمولة ونمط المادة الوراثية (نطاف، أكياس بيضات أو أجنة) المُصانة في الخطة. وتختلف خطط صون مختلفة بمؤشرات مستوى التكلفة الثابتة والتكلفة المتغيّرة لكل وحدة وراثية مصانة. وإذا كان بالإمكان نمذجة بنية التكلفة هذه بدقة كافية، فإن خطط التخصيص المثلى سوف لن تعيّن حصة من ميزانية الصون لسلالة معينة، ولكنها ستشير أيضاً إلى أي من تقنيات الصون المتاحة ستكون أكثر جدوى لهذه السلالة.

مؤطر 106

دليل مصطلحات: مساعدات القرار الموضوعي

التنوع: تكميم عددي لكمية الاختلاف الوراثي في مجموعة من السلالات، يغطّي بشكل مثالي كلاً من التنوّع ضمن السلالات وبينها.

الفائدة: تكميم عددي للقيمة الكلية لمجموعة من السلالات، مثل الوزن المجموع للتنوّع ومكونات القيمة الاقتصادية المتنوعة.

إسهام التنوّع: الكمية التي يسهم بها وجود سلالة إلى التنوّع لمجموعة كاملة من السلالات.

احتمال الانقراض: الاحتمال الذي تضحي فيه سلالة منقرضة ضمن أفق تخطيط محدد، (غالباً 50 إلى 100 عام). يمكن أن يأخذ احتمال الانقراض قيماً من 0 (السلالة أمينة كلياً) و 1 (الانقراض أكيد).

التنوّع المتوقّع: تقدير التنوّع الفعلي إلى نهاية أفق التخطيط، جامعاً التنوّع الفعلي مع احتمالات الانقراض. ويعكس التنوّع المتوقّع كمية التنوّع الممكن توقعها إذا لم يتم القيام بجهود صون.

التنوّع الهامشي: يعكس التغيّر في التنوّع المتوقّع لمجموعة إجمالية من السلالات إذا كانت احتمالية انقراض السلالة قد تحورّت (مثل من خلال تدابير صون).

إمكانية صون التنوّع: كمية نسبية للمنتج من التنوّع الهامشي واحتمالية الانقراض. ويعكس هذا المعيار تقريباً الكميّة التي يمكن زيادتها من التغيّر المتوقّع إذا أصبحت السلالة أمينة تماماً. وقد اقترح وايتزمان أن هذا التدبير هو ''الإشارة التحذيرية الفردية الأكثر فائدة [سلالة]''.

إذا ما أريد تعظيم الفائدة أكثر من التنوّع، ''إسهام الفائدة'' ، ''الفائدة المتوقعة''، ''الفائدة الهامشية'' و ''احتمال صون الفائدة'' هي المصطلحات ذات الصلة، وكلمة ''تنوّع'' في التعاريف أعلاه يتعين أن تستبدل بكلمة ''فائدة''.

المصدر: مكيفة من Simianer (2005).

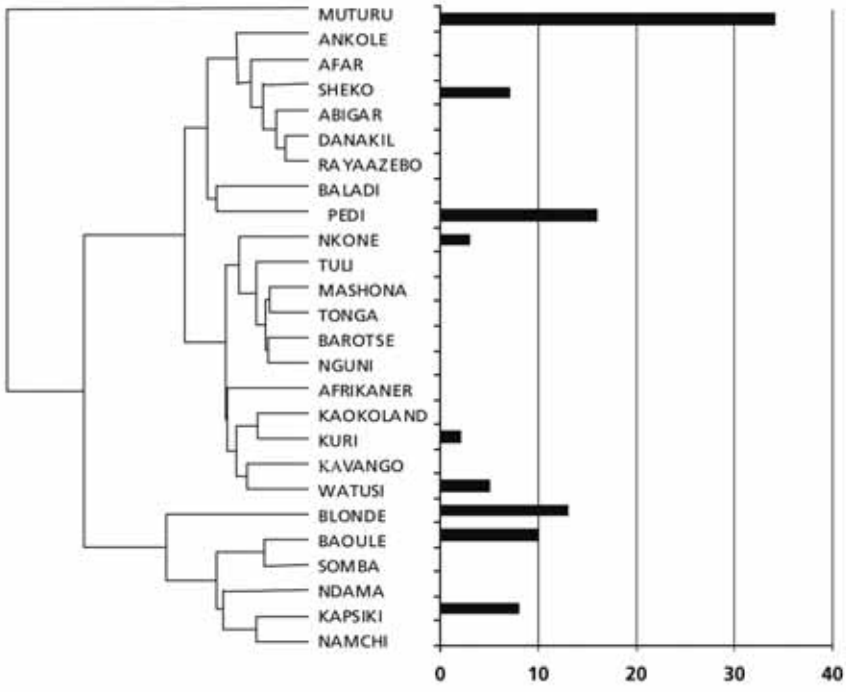
مؤطر 107

التخصيص المثالي لحساب الصون– مثال يخص الأبقار الأفريقية

أوضح Simianer (2002) تطبيق خطة تخصيص مثالية لمجموعة من 26 سلالة أبقار Taurine و Sanga أفريقية، تم عمل تقديرات المسافات الوراثية لها (بالارتكاز إلى 15 تابع دقيق) واحتمالات الانقراض. وباستخدام احتمالات الانقراض، قدرت الخسارة المتوقعة في التنوّع في غياب الصون على مدى أفق التخطيط المفترض لـ 50 عاماً على أنها 43.6 بالمئة من التنوّع الحالي. وافترض أن ميزانية الصون كانت متوافرة والتي إذا ما خصصت بالتساوي عبر السلالات، فإنها قد تمنع 10 بالمئة من الخسارة المتوقّعة في التنوّع. وإذا ما تم تخصيص الميزانية نفسها إلى السلالات الثلاث الأكثر تهديداً فقط، يتناقص التنوّع المصاب قليلاً إلى 9 بالمئة من الخسارة المتوقعة، وبالتالي ستكون 10 بالمئة أقل كفاءة من تخصيص الحساب عبر السلالات بالتساوي. ومع خطة تخصيص مثلى بالاستناد إلى مفهوم وايتزمان للتنوّع، تتلقى 10 من 26 سلالة حساب، مع 34 بالمئة من الحساب سيستخدم لـ Muturu و 2 بالمئة لـ Kuri (انظر الشكل).

ومع استراتيجية التخصيص المثلى، تتناقص الخسارة المتوقعة في التنوع بحدود 15.7 بالمئة. وهذا 57 بالمئة أكثر كفاءة من تخصيص الحساب بالتساوي عبر للسلالات. يمكن الوصول إلى التأثير ذاته على التنوّع كما هي استراتيجية التخصيص المناسب مع تخصيص مثالي لـ 52 بالمئة من الحساب المتوافر. ويوضّح المثال أن التخصيص المثالي قد يزيد على نحو كبير كفاءة استخدام حساب الصون.

مقدمة من Henner Simianer



وعلى اعتبار أن إجراءات التخصيص الفضلى ترتكز على تحسين رياضي، فإنه من السهل تضمين قيود معينة أو شروط جانبية. وهذه قد ترتبط بالتوازن الجغرافي، أي تتطلب أن تكون أنشطة الصون مطبقة في كل أجزاء المنطقة المستهدفة. كما أنها قد ترغم الحلّ الأفضل لاجتناب فقد صفات خاصة معينة بوضع جزاء عقوبة عالية على الحلول التي تضحي فيها كل سلالات الأبقار المتحملة لداء المثقبيات منقرضة.

تكون الاستراتيجيات الأخرى لإيجاد النمط الأفضل من تخصيص الموارد محدودة لمشكلات محددة بصنع القرار. واقترح Eding *et al.*, (2002) انتخاب ما يسمى مجموعة مركزية السلالات بالاستناد إلى العلاقات المقدرة بالواسم. ويمكن التفكير بمجموعة مركزية كمجتمع مختلط حي و مصان بالتجميد، مؤلف من نسب مختلفة من سلالات مختلفة. وتستمد إسهامات السلالة إلى المجموعة المركزية بطريقة يتم فيها تعظيم التنوّع المتوقّع لكامل المجموعة المركزية. وميزة هذا النهج أنها تجمع بين التنوّع بين وضمن السلالة. على أنها لا تراعي درجة الخطر الذي تواجهه سلالات خاصة، والذي يحدّ من فائدتها لحالة خاصة من صنع القرار، مثل إيجاد التصميم الأمثل لبرنامج صون بالتجميد مع قدرة تخزين محدودة.

يتطلب تخصيص الموارد للصون الفاعل لتنوع الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة معلومات جيدة عن البنية الفرعية للتطوّر النوعي لنوع ما، وعلى العوامل المؤثرة في درجة التهديد التي تواجهها السلالات المعنيّة، وعلى القيم الخاصة التي قد تمتلكها السلالات. إن معرفة كبيرة بإمكانية برامج الصون، بما في ذلك تكلفتها، مطلوبة أيضاً. وكلما كانت هذه المعلومات موثوقة وكاملة يكون تصميم برنامج الصون الأمثل أكثر جدوى من حيث التكلفة. وهناك حاجة لأعمال إضافية للإجابة عن السؤال عن العوامل الأكثر مناسبة التي يجب تحسينها في جهود الصون، لأن استعمال عوامل مختلفة قد يؤدي إلى قرارات صون مختلفة. كما أن هناك حاجة إلى أعمال إضافية كبيرة لتطوير أدوات ستساعد تنظيم مدى متنوّع من تدابير التنوع والفائدة.

تستمد القرارات النهائية حول الاستثمارات في الصون من عوامل متعددة اقتصادية، اجتماعية وسياسية. وبالتالي يتعيّن النظر إلى مساعدات القرار المذكورة أعلاه كأدوات تسمح لصانعي القرار بفهم أفضل لنتائج استراتيجيات الاستثمار البديلة للصون.

9 استنتاجات

تعدّ التقاليد والقيم الثقافية قوى موجهة مهمة للصون في المجتمعات الغربية، وأضحت أيضاً مهمة بتزايد في بعض البلدان النامية. والحافز القوي الآخر المشترك بين عديد من أصحاب الشأن هو حماية أكبر قدرٍ ممكن من التنوّع لمستقبل لا يمكن التنبؤ به.

يعدّ البديل/الأليل، من الناحية المفاهيمية، الوحدة الأساسية للتنوع، وبالتالي قد يكون أحد التعاريف للمحافظة على التنوع الوراثي، من وجهة نظر علمية، هو المحافظة على تنوّع أليلي. وهذا يؤدي إلى اجتناب المشكلات المترافقة مع تعريف السلالة علمياً. وتؤمن القياسات الجزيئية للتنوّع الوراثي في الوقت الحاضر، مع ذلك، مؤشرات غير مباشرة فقط عن التنوّع الوراثي في المناطق الوظيفية أو الوظيفية المحتملة للـ DNA. وعليه يبقى تنوّع السلالات أو مجتمعات مميّزة تطوّرت في بيئات مميّزة، وتمتلك صفات إنتاجية ووظيفية مميزة الوكيل الأفضل للتنوّع الوظيفي. وإضافة لما تقدّم، يرتبط الجدل الثقافي للصون بالسلالات وليس بالمورثات. ومع ذلك هناك حاجة لتطوير معايير موضوعية لتقرير فيما إذا كانت سلالة معينة هي ذات قيمة علمية فريدة، أو فيما إذا كان، على سبيل المثال، بالإمكان استبدالها بمجتمع مجاور. وهذا يتطلب تجميع كافة المعلومات المتاحة عن المواصفات المميزة للسلالة، منشأها وتوزيعها الجغرافي. وحيثما كان ممكناً، يتعيّن اعتبار معلومات إضافية، بما في ذلك نتائج التوصيف الجزيئي.

إن طرائق الصون في الموئل و في الأنابيب مميزة بوضوح بمؤشرات ما يمكنها تحقيقه. ويسمح حفظ الحيوانات الحية بتطوير إضافي للسلالة وبتآثر مع البيئة، في حين يحفظ الصون في الأنابيب الوضع الوراثي الحالي. تؤمن طرائق الصون في الأنابيب استراتيجية احتياطية مهمة عندما لا يمكن إنشاء صون في الموئل أو عندما لا يمكن صون حجم المجتمع الضروري. وقد تكون أيضاً الخيار الوحيد في حالة الطوارئ مثل فاشيات الأمراض أو الحروب. وقاد التركيز على الصون بالتجميد في الماضي كأداة دعم لبرامج التربية إلى حلول سليمة فنياً للأنواع الحيوانية الرئيسة. ومع ذلك، هناك حاجة ماسة لتطوير إجراءات قياسية لكل أنواع الثروة الحيوانية. ويبدو أن تجميد عينات الأنسجة طريقة مغرية، نظراً للسهولة التي يتم فيها أخذ عينات المادة الوراثية. على أن الصعوبة في إعادة إنتاج حيوانات حية من هذه النسج تقترح على أنه يتعيّن النظر إليها كطريقة أخيرة يمكن اللجوء إليها.

من المثير ملاحظة أنه تم ولفترة طويلة قبول أنه يتعيّن أن تقوم البنوك الممولة من المجموعة الدولية بحفظ التنوّع الوراثي. وتهدف مبادرة حساب الإئتمان العالمي إلى خلق إطار عمل لمساعدة مالية طويلة الأمد لهذه البنوك الوراثية لجعلها مستقلة عن الأولويات المادية قصيرة الأمد للمؤسسات المضيفة. وإضافة لذلك عرضت الحكومة النرويجية تقديم ملجأ أخير للموارد الوراثية النباتية سيبدأ عمله في 2007 (مؤطر 108).

وبشكل عام، يتطلب الأمر وقتاً أطول بكثير لخلق سلالة حيوانية من ذاك اللازم لخلق صنف نباتي– بالنسبة لبعض السلالات أخذت العملية قروناً. على أنه يبدو، مع ذلك، أن المجتمع الدولي أقل استعداداً لاستثمار الوقت الضروري، الطاقة والنقد في حماية هذا التراث. ومع ذلك فإن مسؤولية المحافظة على هذه الموارد القيّمة هي مسؤولية عالمية– مسؤولية تشمل كل الموارد الوراثية للأغذية والزراعة.

يشير تحليل الصون في الموئل إلى أن التمييز ما بين طرائق الصون في عين المكان وخارج المكان في الموئل غير واضحة بشكل قاطع. وقد يكون من المناسب اعتبار طرائق الصون في الموئل، كاستمرارية، بدءاً من صون الحيوانات في بيئات إنتاجها الأصلية (الصون في عين المكان كما تم تعريفه أعلاه)، إلى الحالة المتطرفة خارج المكان لصون سلالات الحيوانات في حدائق الحيوان. وفي حين أن هناك تفضيل واضح للمحافظة على سلالات الثروة الحيوانات في بيئات الإنتاج التي طورت فيها، فإنه من المهم التقويم الحريص فيما إذا كان بالإمكان تحقيق أهداف الصون أيضاً في سياق خارج المكان. ويتوقف ذلك بوضوح على النوع والظروف خارج المكان المحددة. وفي العالم النامي، ترتبط معظم الأمثلة عن الصون خارج المكان المبلغ عنها بمجتمعات في عين المكان، ويبدو من المريب فيما إذا كانت صالحة بشكل مستقل.

في حين تم تطوير منهجيات للمحافظة على تنوّع أعظمي في مجتمعات صغيرة فإن استراتيجيات التطبيق للمحافظة على السلالات في خطر في نظم إنتاج تقليدية نادرة. وتم الإبلاغ عن أمثلة ناجحة متنوعة من البلدان المتطورة ومن بعض البلدان النامية. وفي البلدان المتطورة، تم استخدام عدة احتمالات مثل الأسواق التخصصية، الرعي الحافظ أو المعونات لزيادة الصلاحية الإقتصادية للسلالات المهددة، وعلى العكس ، فإن الأمثلة الناجحة الوحيدة المبلّغ عنها في البلدان النامية مرتبطة بطلبات المستهلك أو السوق لمنتجات محددة أو تقليدية. ومع ذلك، فإن هذه الأمثلة العملية عن ما تم تحقيقه لم تقد بعد إلى مفاهيم (علمية) أو نماذج لتطبيق الاستراتيجيات. وإضافة لما تقدّم، لا تتوافر تقديرات موثوقة لتكاليف وفوائد استراتيجيات الصون. وتستند المحاولات لتحسين تخصيص حسابات الصون على افتراضات خام عن جانب التكلفة، وتستخدم وظائف موضوعية مبسطة. وتعيق مصاعب تكميم الصفات الوظيفية المرغوبة الواجب إدراجها تطوير وظائف موضوعية أكثر تعقيداً .

مؤطر 108

مودع Svallbard الدولي للبذور: إيداع للبذر في منطقة القطب الشمالي

بدأت الحكومة النرويجية حديثاً التخطيط لبناء مودع سفالبارد الدولي للبذور ليخدم كمرفق "إخفاق أمين" احتياطي للبنوك الوراثية. وسينشأ المرفق بالقرب من مدينة Longyearbyen، في سفالبارد، عند درجة 78 شمال وسيفتح في ربيع 2008.

سيكون الإيداع واسعاً على نحو كاف لصون نسخة من كافة المدخلات المميزة الموجودة حالياً في البنوك الوراثية حول العالم، مع مساحة إضافية للمجموعات الجديدة. وسيكون موقعه في " مودع " محفور في صخور صلبة داخل جبل، ومبطناً بإسمنت مدعّم. ستكون هناك أبواب تغلق هوائياً لمراقبة الرطوبة، وعدداً من أجهزة الأمان. إن الموقع النائي، وجود السلطات النرويجية، وتجوّل الدبّ القطبي بين الحين والآخر تتحد لجعل هذا المرفق الأكثر ضماناً وموثوقية في العالم. وفي ظل الظروف المألوفة سيتم إيواء المجموعات عند درجة –18° تقريباً. ومع ذلك، وباعتبار أن المودع واقع في منطقة جليد دائمة، فإن الإنقطاع طويل الأمد للكهرباء سيؤدي فقط إلى ارتفاع تدريجي في درجة الحرارة إلى –3.7°.

تخدّم مدينة Longyearbyen– وهي نقطة توقّف للبعثات للقطب الشمالي، برحلات يومية بالطائرة، وتمتلك بنية تحتية ممتازة ومزودات طاقة تستخدم الفحم المقتنى محلياً.

لن يكون مودع البذور "بنكاً وراثياً" بالمعنى المألوف للمصطلح. ولكنه سيكون موجهاً، بدلاً عن ذلك، لإيواء مدخلات مميزة مصانة فعلياً ومضاعفة في بنكين وراثيين تقليديين يخدمان كمصدر للبذور لمربي النبات والباحثين. وستكون المواد من المودع، المخزونة في شروط "صندوق أسود" متاحة فقط عندما تفقد كل النسخ الأخرى، مع الحفظ بقصد إتاحة مرفق أمين ومضمون قد يؤمن حماية للموارد الوراثية النباتية للأغذية والزراعة في حالة حدوث كوارث واسعة المدى مثل حرب نووية، أو أعمال إرهابية رئيسة.

سيكون الاشتراك في الخطة تطوعياً، وستكون الإدارة "سلبية"، ولن يرتبط المودع بأنشطة للتوصيف، التقويم، التجديد أو أية أنشطة مماثلة أخرى. وسيكون البنك الوراثي النرويجي مسؤولاً عن وضع المواد في المودع واسترجاعها حسب الضرورة. وهو يمتلك حالياً مجموعته الاحتياطية في مرفق آخر في سفالبارد، ومجموعة مزدوجة من مجموعة أفريقيا الجنوبية للتنمية مخزنة حالياً هناك أيضاً. ونظراً لضرورة الإبقاء على إدارة العمليات والتكاليف بحدودها الدنيا، والمحافظة على القصد من إنشاء المرفق الذي سيعمل بدون تدخل إنشائي من يوم لآخر، سيكون المودع بموقع لاستلام البذور المعبأة بشكل جيد. وعلى اعتبار أن المرفق سيصمم للمجتمع الدولي، لن تطالب النرويج بأية حقوق ملكية على البذور المخزنة هناك.

وقد رحبت لجنة الموارد الوراثية النباتية التابعة للأمم المتحدة بالمبادرة النرويجية، وأشارت عديد من الدول، ومراكز المجموعة الاستشارية لمراكز البحوث الزراعية الدولية إلى رغبتها الاشتراك في المودع.

مقدمة من Cary Fowler

تم تطوير المفاهيم العلمية المتاحة لبعض نواحي الصون في سياق برامج الصون بشكل رئيس. وما زالت البحوث الحقيقية في مجال صون التنوع الوراثي الحيواني (ربما باستثناء الطرائق الجزيئية) في مراحلها المبكرة.

المراجع

Blackburn, H.D. 2004. Development of national genetic resource programs. *Reproduction, Fertility and Development,* 16(1): 27-32.

Brillard, J.P. & Blesbois, E. 2003. Biotechnologies of reproduction in poultry: hopes and limits. In *Proceedings of the 26th Turkey conference,* held Manchester, UK, 23-25 April, 2003.

Clark, C.W. 1995. Scale and feedback mechanism in market economics. In T.M. Swanson, ed. *The economics and ecology of biodiversity decline: the forces driving global change,* pp. 143-148. Cambridge, UK. Cambridge University Press.

Cognié, Y., Baril, G., Poulin, N. & Mermillod, P. 2003. Current status of embryo technologies in sheep and goat. *Theriogenology,* 59(1): 171-188.

CR Croatia, 2003. *Country report on the state of animal genetic resources.* (available in DAD-IS library at http://www.fao.org/dad-is/).

Danchin-Burge, C., Bibe, B. & Planchenault, D. 2002. The French National Cryobank: creation of a cryogenic collection for domestic animal species. In D. Planchenault, ed. *Workshop on Cryopreservation of Animal Genetic Resources in Europe,* Paris, 23rd February 2003, pp. 1-4. Salon International de l'Agriculture.

Eding, H., Crooijmans, R.P.M.A., Groenen, M.A.M. & Meuwissen, T.H.E. 2002. Assessing the contribution of breeds to genetic diversity in conservation schemes. *Genetics Selection Evolution,* 34(5): 613-633.

English Nature. 2004. *Traditional breeds incentive for sites of special scientific interest.* Taunton, UK. English Nature. (also available at http://www.english-nature.org.uk/pubs/publication/PDF/TradbreedsIn04.pdf).

ERFP. 2003. *Guidelines for the constitution of national cryopreservation programmes for farm animals,* by S.J. Hiemstra, ed. Publication No. 1 of the European Regional Focal Point on Animal Genetic Resources.

Ericksson, B.M., Petersson, H. & Rodriguez-Martinez, H. 2002. Field fertility with exported boar semen frozen in the new Flatpack container. *Theriogenology,* 58(6): 1065-1079.

Falge, R. 1996. Haltung und Erhaltung tiergenetischer Ressourcen in *Ex-situ*-Haltung in Zoos und Tierparks. (Maintenance and conservation of domestic animal resources, ex situ, in zoos and domestic animal parks.) *In* F. Begemann, C. Ehling & R. Falge, eds. *Schriften zu genetischen Ressourcen,* 5 (Vergleichende Aspekte der Nutzung und Erhaltung pflanzen) - und tiergenetischer Ressourcen), pp. 60-77. Bonn, Germany. ZADI.

FAO. 1992. *In situ conservation of livestock and poultry,* by E.L. Henson. Animal Production and Health Paper No. 99. Rome.

FAO. 1998a. The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Rome.

FAO. 1998b. Primary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans. Rome.

FAO. 1998c. Secondary guidelines for the development of national farm animal genetic resources management plans: management of small populations at risk. Rome.

FAO. 2003. Effectiveness of biodiversity conservation, by M. Jenkins & D. Williamson. In *Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries.* Proceedings of the Satellite Event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome, 12-13 October 2002, pp. 100-116. Rome.

FAO. 2004. *Overview of the FAO global system for the conservation and sustainable utilization of plant genetic resources for food and agriculture and its potential contribution to the implementation of the international treaty on plant genetic resources for food and agriculture.* Item 3.1 of the draft provisional agenda, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Tenth Regular Session, Rome, 8-12 November, 2004. Rome.

FAO. 2007a. The Neuquén criollo goat and its production system in Patagonia, Argentina, by M.R. Lanari, M.J. Pérez Centeno & E. Domingo. In K-A. Tempelman & R.A. Cardellino, eds. *People and animals. Traditional livestock keepers: guardians of domestic animal diversity, pp.* 7-15. FAO Interdepartmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome.

FAO. 2007b. Managing lowland buffaloes in the hills of Nepal, by K. Gurung & P. Tulachan. In K-A. Tempelman & R.A. Cardellino eds. *People and animals. Traditional livestock keepers: guardians of domestic animal diversity, pp.* 27-29. FAO Interdepartmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture. Rome.

FAO/UNEP. 2000. *World watch list for domestic animal diversity*, 3rd Edition, edited by B. Scherf. Rome.

Gandini, G.C. & Villa, E. 2003. Analysis of the cultural value of local livestock breeds: a methodology. *Journal of Animal Breeding and Genetics,* 120(1): 1-11.

Hall, S.J.G. 2004. Conserving animal genetic resources: making priority lists of British and Irish livestock breeds. In G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources, pp.* 311-320. Nottingham, UK. Nottingham University Press.

Historical Timeline of the Auckland Islands (available at http://www.murihiku.com/TimeLine.htm).

Joost, S. 2005. Econogene Consortium. In F. Toppen & M. Painho, eds. *Proceedings of the 8th 328 AGILE Conference on GIScience,* held May 26-28, 2005, Estoril Portugal, pp. 231-239. Association of Geographic Information Laboratories for Europe (AGILE).

Köhler-Rollefson, I. 2004. *Farm animal genetic resources. Safeguarding national assets for food security and trade*. Summary Publication about four workshops on animal genetic resources held in the SADC Region. FAO/GTZ/CTA.

Mansbridge, R.J. 2004. Conservation of farm animal genetic resources - a UK view. *In* G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources, pp.* 37-43. Nottingham, UK. Nottingham University Press.

Marczin, O. 2005. *Environmental integration in agriculture in south eastern Europe.* Background document to the SEE Senior Officials meeting on agriculture and environment policy integration, Durres, Albania, April 15-16, 2005. Szentendre, Hungary. The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe.

Massip, A. 2001. Cryopreservation of embryos of farm animals. *Reproduction in Domestic Animals,* 36(2): 49-55.

Mendelsohn, R. 2003. The challenge of conserving indigenous domesticated animals. *Ecological Economics,* 45(3): 501-510.

Norton, B.G. 2000. Biodiversity and environmental values in search of a universal ethic. *Biodiversity and Conservation,* 9(8): 1029-1044.

NZRBCS. 2002. *Enderby Island cattle: a New Zealand Rare Breed Society rescue project.* (available at http://www.rarebreeds.co.nz/endcattlepro.html).

Oldenbroek, J.K. 1999. *Genebanks and the conservation of farm animal genetic resources.* Lelystad, the Netherlands. DLO Institute for Animal Science and Health.

Raoul, J., Danchin-Burge, C., de Rochambeau, H. & Verrier, E. 2004. SAUVAGE, a software to manage a population with few pedigrees. *In* Y. van der Honing, ed. *Book of Abstracts of the 55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production,* Bled, Slovenia, 5-9 September 2004. Wageningen, the Netherlands. Wageningen Academic Publishers.

Reist-Marti, S.B., Simianer, H., Gibson, J., Hanotte, O. & Rege, J.E.O. 2003. Analysis of the actual and expected future diversity of African cattle breeds using the Weitzman approach. *Conservation Biology,* 17(5): 1299-1311.

Ruane, J. 2000. A framework for prioritizing domestic animal breeds for conservation purposes at the national level: a Norwegian case study. *Conservation Biology*, 14(5): 1385-1393.

Simianer, H. 2002. Noah's dilemma: which breeds to take aboard the ark? *Proceedings 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP).* CD-Rom Communication No. 26-02.

Simianer, H. 2005. Decision making in livestock conservation. *Ecological Economics*, 53(4): 559-572.

Small, R. 2004. The role of rare and traditional breeds in conservation: the Grazing Animals Project. In G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources*, pp. 263-280. Nottingham, UK. British Society of Animal Science.

Springbett, A.J., MacKenzie, K., Woolliams J.A. & Bishop, S.C. 2003 The contribution of genetic diversity to the spread of infectious diseases in livestock populations. *Genetics*,165(3): 1465-1474.

Steane, D.E., Wagner, H. & Khumnirdpetch V. 2002. Sustainable management of beef cattle and buffalo genetic resources in Asia, In J. Allen & A. Na-Chiangmai, eds. *Developing strategies for genetic evaluation for beef production in developing countries.* Proceedings of an International Workshop held in Khon Kaen Province, Thailand, July 23-28 200, pp. 139-147. Canberra. Australian Centre for International Agricultural Research.

Thibier, M. 2004. Stabilization of numbers of *in vivo* collected embryos in cattle but significant increases of *in vivo* bovine produced embryos produced in some parts of the world. *Embryo Transfer Newsletter*, 22: 12-19.

Thibier, M. 2005. The zootechnical applications of biotechnology in animal reproduction: current methods and perspectives. *Reproduction, Nutrition and Development*, 45(3): 235-242.

Tisdell, C. 2003. Socioeconomic causes of loss of animal genetic diversity: analysis and assessment. *Ecological Economics*, 45(3): 365-376.

Vergotte de Lantsheere, W., Lejeune, A. & Van Snick, G. 1974. L'élevage du porc en Belgique: amelioration et sélection. *Revue de l'Agriculture*, 5: 980-1007.

Weitzman, M.L. 1992. On diversity. *Quarterly Journal of Economics*, 107: 363-405.

Weitzman, M.L. 1993. What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *Quarterly Journal of Economics*, 108: 157-183.

Wells, D.N. 2004 The integration of cloning by nuclear transfer in the conservation of animal genetic resources. *In* G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. *Farm animal genetic resources*, pp. 223-241. Nottingham, UK. Nottingham University Press.

Williams, J.L. 2004. The value of genome mapping for genetic conservation of cattle. Conservation of farm animal genetic resources - a UK view. *In* G. Simm, B. Villanueva, K.D. Sinclair & S. Townsend, eds. pp. 133-149. Nottingham, UK. Nottingham University Press..

القسم ز

الأولويات البحثية

يتم في هذا القسم تحديد أولويات البحوث والتنمية بالاستناد إلى التحليل الخبير لإدارة حالة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وتمّ تحديد الأولويات لسدّ الثغرات في المعرفة وتأمين الأدوات المطلوبة لتطوير برامج إدارة وتطبيقها بشكل أكثر تأثيراً، فاعلية واستمراراً. تم وضع الأساس المنطقي لأولويات البحوث والتنمية في الأقسام السابقة، وبالتالي فإنه سيتم هنا عرض الوصف الأكثر اختصاراً.

1 معلومات للاستعمال الفاعل والصون

إن نقص المعلومات عن الصفات الأساسية وأداء الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة الأصيلة، والافتقار إلى بيانات موثوقة عن حجم المجتمع وبنيته واستخدام وصون الموارد الوراثية للثروة الحيوانية هي العائق الرئيس لصنع القرار. ولا بدّ من تطبيق المهام البحثية التالية بحيث يمتلك الباحثون، صانعو السياسة، صانعو القرار ومرشدو المجتمعات المزرعية المعلومات التي يطلبونها لعمل توصيات مناسبة ولاتخاذ قرارات مناسبة لصون واستخدام الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة.

- طرائق محسنة واستخدام أعظم للتوصيف المظهري: مطلوبة بغية إسناد المجتمعات الحيوانية في السلالات المناسبة، وللتغلّب على نقص المعلومات الخاصة بصفات التكيّف الأساسية للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة الأصيلة.
- بيئة الإنتاج ورموزها: تحتاج إلى تنقية واستخدام في نظم المعلومات القائمة للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة للإشارة إلى البيئة التي تلائم سلالات خاصة، وكوكيل عن الصفات التكيّفية.
- طرائق محسنة لتعريف الخطر ورصده: إن طرائق تقويم احتمالية الانقراض ضعيفة التطور وتحتاج إلى بحوث إضافية كبيرة. ولا بدّ من ربط طرائق الرصد المحسنة بالإدخال المنتظم للبيانات عن حجم المجتمع وبنيته في نظم المعلومات لضمان أنها تبقى محدثة وذات صلة.

2 نظم المعلومات

تمتلك نظم المعلومات القائمة وظيفية قليلة نسبياً وراء البحوث البسيطة لبلد أو سلالة. تحتاج الوظيفية إلى توسيع لتزويد أصحاب الشأن بالمعلومات التي يتطلبونها بطريقة أكثر تجميعية وصديقة للاستخدام.

- تحديث وتصحيح منتظم للبيانات القائمة، واستكمال المعلومات المفقودة: يجب أن تيسر بروتين النظام.
- وظيفية نظام المعلومات: تحتاج إلى تحسين وتوسيع لتسمح باستخلاص تحليل البيانات المظهرية والوراثية الجزيئية ضمن وبين مصادر البيانات. ويتطلب توسيع هذه الوظيفية تطوير طرائق محسنة لتحليل وتفسير الأشكال المختلفة لبيانات التنوّع الوراثي (جزيئية ومظهرية).

- العزو الجغرافي لنظم معلومات الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة: للسماح بالوصول إلى معلومات جيوفيزيائية متعددة الطبقات مرتبطة بصفات الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة (التكيّف المحدود)، ولتأمين معلومات دقيقة عن الموقع الجغرافي الحالي والماضي وتوزيع الموارد الوراثية للثروة الحيوانية للأغذية والزراعة.
- الربط الداخلي والتفسير المتبادل ما بين موارد المعلومات/قواعد البيانات: تحتاج الخيارات والنماذج إلى تطوير إضافي.

3 الطرائق الجزيئية

يتوقع أن تزداد الفرص لاستخدام التقنيات الجزيئية في إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في المستقبل القريب. على أن تكلفة وفوائد تطبيق هذه التقنيات. وبالتالي الاستراتيجيات المناسبة لاستخدامها ستختلف تبعاً للظروف المحلية.

- فهم محسّن للتنوّع الوراثي في الأنواع الحيوانية الرئيسة: تقويمات شاملة للتنوّع الوراثي باستخدام الواسمات الوراثية الجزيئية مطلوبة. وهذه تحتاج للتحقيق بطرائق تعظّم قيمة الكميات الكبيرة من البيانات الموجودة ولكن المجزأة حالياً. كما سيحتاج إلى طرائق محسنة لأخذ العينات، مع تطوير العينات المرجعية الدولية وتوسيعها. وتحتاج النتائج إلى إدخال في نظم معلومات متاحة جماهيرياً.
- تحديد للمتغيّرات في مورثات الصفات الأساسية على مدى عالمي.
- فهم محسّن للأسس الوراثية للصفات التكيّفية: استكشاف إمكانية التقنيات الجديدة والمنبثقة لكشف الأساس الوراثي لمقاومة المرض، التكيّف مع بيئات صعبة والكفاءة الإنتاجية. ويمكن أن يؤمّن هذا الفهم دروباً جديدة للتحسين الوراثي التقليدي والتحويري.
- تطوير طرائق لمكاملة المعلومات الجزيئية في برامج الصون والتربية: يجب تكييف الطرائق لبيئات مختلفة، ومناسبات زراعية واجتماعية اقتصادية.

4 التوصيف

- تتطلب الأهمية المتزايدة المعطاة لرعاية الحيوان، نوعيات المنتج المميزة، مشاغل الصحة الإنسانية، تحسين كفاءة استخدام الموارد، وخفض التأثير البيئي مدى أوسع من معايير الانتخاب في برامج التربية في المستقبل. وحتى تاريخه، فإن المعروف عن النواحي الوراثية للتكيف قليل. وهناك حاجة لتطبيق طرائق للتوصيف المظهري والجزيئي ولمسك المعرفة المترافقة مع السلالة وإدارتها. وإضافة لذلك، تحتاج طرائق تقدير مدى التخفيف الوراثي لسلالة إلى تطوير جيّد. وسيؤدي ربط نتيجة هذا البحث بقوائم الجرد النظامية إلى إعلام صانعي القرار بحالة الخطر والتدابير الواجب اتخاذها لوقف تراجع التنوّع الوراثي.
- فهم القوة: قيمة السلالات المختلفة فيما يخص القوة، كما يتم قياسها بخفض التآثرات أصل وراثي–بيئة، تحتاج إلى تحديد؛ كما تحتاج المورثات التي توضح الاختلاف في القوة والعوامل المسهمة في اختلال التوازن في ظل نظام رعاية ما أو ممارسة إدارة.
- فهم محسّن لمقاومة المرض: تحتاج آليات الإصابة والتأثرات عائل–ممرض إلى دراسة.

5 طرائق التحسين الوراثي

هناك معلومات قليلة عن كيفية تكييف استراتيجيات التربية لبيئات منخفضة المدخلات الخارجية مع بنية تحتية تنظيمية ضعيفة أو غير موجودة. وفي هذا المجال، يعدّ الانتخاب لصفات وظيفية مثل القوة،

مقاومة المرض، صفات سلوكية، وكفاءة استخدام العلف أمور ذات صلة بشكل خاص. وهناك حاجة إلى توجيه للقرار البدائي فيما إذا كان يجب تطبيق برامج تحسين وراثي.

- خطوط توجيهية مفصلة لتصميم برامج تحسين وراثي في نظم منخفضة المدخلات الخارجية: تحتاج إلى تطوير مصادقة. ويتعيّن أن تشمل هذه تطوير أهداف التربية والإنتاج بعلاقة مع الأهداف والسياسات القطرية ودور الصفات التكيّفية.
- تطوير نظم تربية هجينة مستقرة مع دور للسلالات البلدية.
- يتعيّن تطوير أدوات محاكاة للتنبؤ بنتائج إدخال سلالات غريبة إلى مجتمعات محليّة (جزء من تقويم التأثير الوراثي).
- انتخاب لمقاومة المرض، حيثما تكون المورثات المحددة قد عرفت: يتعيّن تطوير استراتيجيات عن كيفية تطبيق الانتخاب المرتكز على الـDNA بدون المساس بمواصفات الإنتاج.
- الانتخاب لصفات الرعاية. هناك حاجة إلى تعريف واضح لصفات الرعاية لكل نوع؛ كما تحتاج الطرائق لقياس الإجهاد والحالة النفسية (العدوانية، عدم الراحة والإحباط) إلى تحسين. وهناك حاجة إلى تطوير طرائق الانتخاب لمزاج أكثر مناسبة، خفض مشكلات الأقدام والأرجل، وحدوث مشكلات الأوعية القلبية (في الدواجن المرباة للحم).
- الانتخاب لكفاءة متزايدة لاستخدام العلف: هناك حاجة إلى معرفةٍ أفضل بالمتطلبات من المغذيات (مثل الحموض الأمينية) في ظل ظروف مختلفة واختلاف وراثي في هضم حموض أمينية محددة والفوسفور.

6 طرائق الصون

هناك خبرة قليلة في إنشاء برامج صون مستدامة في بلدان أقل تطوراً، أو كيفية تشغيل برنامج صون يمكن تشغيله عبر عدد من البلدان، أو على مستوى إقليمي بدلاً من قطري. والبحوث مطلوبة أكثر لفهم المعوقات الاجتماعية–الاقتصادية، البنى التحتية والسياساتية لإنشاء واستمرارية برامج الصون.

- طرائق الصون في عين المكان في الموئل: البحوث والتنمية مطلوبة لفهم كيفية تطبيق الصون في عين المكان في الموئل بطرائق مستدامة، تعظّم مصادر رزق حافظي الثروة الحيوانية وتدعم أهداف التنمية.
- طرائق الصون خارج المكان في الموئل: هناك حاجة لتحديد نهج للصون خارج المكان في الموئل في العالم النامي قريبة لأن تكون ذاتية الاستمرار، وبالتالي أقل عرضة للإنهيار أكثر من النهج التي تعتمد بشكل كبير على دعم الدولة.
- أخذ العينات وتخزين المواد الوراثية للنظم الاحتياطية المرتبطة ببرامج التربية: الطرائق مطلوبة لتحسين نظم أخذ العينات والتخزين القائمة حيث الهدف الأولي هو تأمين احتياطي لبرامج التحسين الوراثي القائمة.
- تقنيات الصون بالتجميد والتقنيات التكاثرية: كفاءة محسنة ووصول موسّع إلى الصون بالتجميد والطرائق التكاثرية للأعراس والأجنة مطلوبة في أنواع تكون التقنيات لأجلها موجودة حالياً. كما تحتاج التقنيات إلى مدّ لتشمل أنواعاً أخرى. وقد يحسّن الاستنساخ الرخيص والفعال للخلايا الجسمية كثيراً أمان وجدوى الصون في الأنابيب.
- أطر عمل السياسة، التشريعات والصحة الحيوانية للصون في الأنابيب: البحوث والتنمية

مطلوبة لتحديد أطر عمل السياسة، التشريعات والصحة الحيوانية التي ستسمح بتخزين الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة في البنوك الوراثية القطرية والدولية والمتعددة وتحفيز الوصول إليها.

7 أدوات دعم القرار للصون

هناك حاجة لأدوات لتحليل البيانات المعقّدة وتحسين استخدام المورد، ولتصميم برامج تساعد الباحثين، صانعي القرار والمستشارين لفهم أفضل لنتائج القرارات، بالإضافة إلى تحسين هذه القرارات. وبما أن الصون يشمل غالباً استخدام وتحسين الموارد الوراثية تحتاج مثل هذه القرارات إلى إدراج مساعدات إلى تصميم وعمل برامج الصون. ويعد ما يلي المناطق الأساسية للبحوث والتنمية.

- طرائق لتحسين المورد: البحوث مطلوبة عن كيفية جمع المعلومات من درجات مختلفة من عدم اليقين لتحسين انتخاب الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة للصون، وتخصيص الموارد للصون.
- طرائق التحسين: تحتاج لأدوات صديقة للمستخدم لتحسين تخصيص المورد في الصون إلى تطوير، كما تحتاج هذه الأدوات إلى إدراج ضمن الجيل التالي من نظم المعلومات.
- التحذير المبكر وآليات الاستجابة: تحتاج الدوافع والأعمال إلى تطوير لاستخدامها على المستوى القطري.

8 التحليل الاقتصادي

فيما يخص قرارات صونٍ واستخدامٍ فردية، هناك حاجة إلى طرائق محسنة يمكن استخدامها في مدى واسع من الحالات للتقويم الدقيق للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة والمواصفات المميزة المختلفة لهذه الموارد التي يمكن حفظها أو تحسينها. ومن المهم الاستمرار في الاختبار الحقلي لطرائق التقويم الواعدة، ولاستخدام النظم المتأكّد منها للمواصفات المختلفة، السلالات والأنواع عبر نظم إنتاج متنوعة. وبالإضافة قد يكون من الضروري تيسير تطبيق المنهجيات والنتائج على المستويين القطري والإقليمي، وبالتالي إعطاء فرص للتأثير في قرارات السياسة المتعلقة بالصون والاستخدام المستدام. وهناك حاجة إلى تقدير التكلفة المفصلة لبدائل الصون عبر طيف واسع من الحالات لمساعدة البلدان والهيئات الأخرى لتحديد المنافع المالية لصون الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وهذه ستتطلب:

- تحديد الاستخدامات وتفضيلات الزرّاع لصفات السلالات المحلية في ظل نظم إنتاج مختلفة: ويتعيّن أن يشمل هذا التحليل منظور تطور للأنظمة بالإضافة إلى القوى المؤثرة في هذه العوامل واستخدام سلالات مناوبة. ويتضمن ذلك بالضرورة قياس معايير أداء السلالة، إضافة إلى توصيف نظم التربية الفعلية والممكنة.
- تنفيذ تحليل لسوق سلالات الحيوانات ومنتجاتها، وتحليل الجدوى الاقتصادية لبرامج التربية. وهذه ستوجّه صنع القرار فيما إذا كان يجب البدء ببرامج تربية مهيكلة للسلالات المحلية.
- تنفيذ تحاليل مسبقة للآثار في مصادر الرزق نتيجة استخدام سلالات مناوبة: وهذه ستدعم استهداف التدخلات لصالح الفقراء، مع معوقات التبنّي وآليات الوصول/الانتشار الممكنة.
- تقدير التكاليف لاستراتيجيات صون مناوبة: يتوقف اختيار توازن مناسب من استراتيجيات الصون على تكلفة النهج المناوبة. وتختلف تكلفة

نهج صون معيّن بشكل ملحوظ فيما بين البلدان والأقاليم، تبعاً لتكلفة المدخلات المختلفة، ولمستويات البنية التحتية القائمة وإمكانية الحصول على الخبرة.

- تطوير وتطبيق أدوات دعم القرار لتحسين السلالة: يتعيّن أن تحدد هذه الأدوات الخيارات الأفضل لبرامج صون مجدية اقتصادياً ومنظمة للتنوّع.

9 الوصول واقتسام المنفعة

يعدّ الوصول واقتسام المنفعة في مجال تبادل واستخدام الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة مسألة مناقشات دولية متزايدة، قد يكون لنتائجها تأثيراً واسعاً في رغبة دول، هيئات، معاهد وشركات متعددة للاستثمار في الصون والتطوير الإضافي للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. ومن الضروري ضمان أن تكون المناقشات الدولية المتوقعة حول الموضوع معلمة جيداً، وأنه يمكن اتخاذ قرارات فاعلة. وهناك حاجة إلى تحليلات تفصيلية لتحسين فهم العلاقة بين الوصول والاتجار بالأصول الوراثية الحيوانية، والبحوث والتنمية، مع تقدير للتكاليف والفوائد الناتجة من هذه البحوث. هناك حاجة لتقويم التأثير الممكن لأطر العمل للوصول واقتسام الفوائد للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة. وقد تؤمن المعلومات الأفضل عن التكاليف والفوائد للحركة في الماضي للموارد الوراثية الحيوانية خلفية قيمة لهذا التحليل، وذلك يتطلب:

- تحليل لكيفية تحسين استخدام العامة والمجتمع للتنوّع البيولوجي (مثل تحسين إدارة الموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة المرتكزة على المجتمع)، بما في ذلك تحسين اقتسام الفوائد على المستوى المحلي.
- فهم محسّن لأهمية التدخلات التنظيمية القطرية (تدخلات الاقتصاد الكلي، السياسة التنظيمية، سياسة التسعير، سياسة الاستثمار، سياسة المؤسسات وبروتوكولات مكافحة الأمراض الحيوانية).
- ضمان الفوائد المحلية والمستقبلية من الانسياب العالمي للأصول الوراثية الحيوانية: تصميم الآليات على المستويين القطري والدولي لحماية وتحسين الأشكال القائمة من اقتسام المنفعة، وتقويم الاحتياجات بعلاقة مع السيناريوهات المستقبلية التي قد تؤثر في أو تغيّر من الانسيابات واقتسام الفوائد.
- استكشاف أطر العمل القانونية والفنية لإقامة بنك وراثي للموارد الوراثية الحيوانية للأغذية والزراعة بما في ذلك الأقارب البريّة، الواجب استخدامها لأغراض بحثية.