الباب التاسع

التطبيقات التكنولوجيا الحديثة

الباب التاسع

التطبيقات التكنولوجيا الحديثة

New technologies

المقدمة : Introduction

يعتبر التحسين الوراثى أحد الاستراتيجيات المؤثرة والمتاحة لأجل تغيير أداء حيوانات المزرعة ويُعتبر هذا التحسين بطئ نسبيًا بالمقارنة ببعض الطرق الأخرى مثل التغذية ولكن التحسين الوراثى يُعتبر تأثيره دائم وتراكمى، وفى معظم الحالات يعتبر تأثيره مكلفًا بدرجة عالية ويحتاج إلى تدعيم. ومجتمعات الحيوانات التى تتميز بكفاءة وراثية عالية مطلوبة للحصول منها على عائد عالى فى صناعة قطعان الماشية. وقد أستخدم التحسين الوراثى عامة بكفاءة فى صناعة الدواجن فى كثير من البلاد، ولكن على الأقل حتى وقتنا الحاضر استخدامه أقل تأثيرًا فى بعض مشروعات انتاج الألبان، وأقل تأثيرًا فى مشروعات تربية ماشية اللحم والأغنام.

من الأهمية دراسة التطبيقات التكنولوجية الحديثة التى يمكن أن تؤدى إلى إجراء برامج تحسين وراثية ذات تأثير كبير فى مجال تربية الماشية، وبينما معظم التطبيقات التكنولوجية الحديثة وثيقة الصلة فى جميع أجناس الحيوانات الزراعية فإن كثير منها يعتبر ذو قيمة خاصة فى حالة تطبيقها على الحيوانات المجترة.

وتعتمد معدلات التحسين الوراثى على أربعة عوامل رئيسية وهى:

١ - كثافة أو عمق الانتخاب المستخدم.

٢ - الدقة التى تستخدم للتنبؤ بالقيمة الوراثية للصفة.

٣- كمية التباين الوراثي فى الصفة موضع الاهتمام.

٤ - مدى الجيل.

وبوجه عام كامل كلما زادت كثافة الانتخاب والدقة والتباين الوراثى وقصر مدى الجيل كلما زاد المعدل السنوى للتحسين الوراثى. والفرصة الرئيسية للمربين للإسراع فى معدلات التحسين تكون خلال إختيار أحسن الطرق دقة فى التنبؤ بالقيم التربوية، وكذلك عن طريق استخدام كثافات انتخاب عالية وفترات الجيل القصيرة، ولكن يُوجد حدود بيولوجية فى هذا المجال الذى فيه كثافة الانتخاب ومدى الجيل يمكن أن يتغير، ونتيجة النضج الجنسى المبكر ومعدلات التناسل العالية فى الدواجن من الممكن إجراء كثافة انتخاب عالية وفترات جيل قصيرة بالمقارنة بالحيوانات المجترة، ونتيجة لذلك المعدلات السنوية للتحسين الوراثى فى الدواجن غالبًا تزيد وتصل إلى الضعف بالمقارنة بالمعدلات المتنبأ بها أو المحققة فى الحيوانات المجترة.

ومن الأهمية دراسة مجال زيادة معدلات العائد الوراثى خلال الاستخدام الواسع لطرق الـ BLUP (أى أحسن تنبؤ خطى غير متحيز) للتنبؤ بالقيم التربوية وخاصة فى مجال ماشية اللحم والأغنام، وسوف تصل معدلات العائد الوراثى بالنسبة للقيمة الاقتصادية الإجمالية إلى أقصاه عن طريق التأكد أن أهداف التربية تشتمل على الصفات التى لها أهمية اقتصادية ووراثة هذه الصفات من الأباء إلى الأبناء ولا تشتمل على الصفات ذات الأهمية القليلة جدًا أو التى لا يتم توارثها. وبنفس الأسلوب أيضًا لابد أن تشتمل الأدلة الانتخابية على كل المقاييس المتاحة التى تحقق مشاركة معنوية فى التنبؤ بالصفات التى هى من أهداف التربية.

وقد تم دراسة بعض الأمثلة فى مجال التحسين واتضح أن اشتمال أدلة indexes التربية لماشية اللبن على الصفات التى تؤثر فى إطالة الحياة الإنتاجية وتوفير الصحة من المرجح أنها تؤدى إلى زيادة فى الدخل ومشاركة هامة فى التقدم الاقتصادى الاجمالى وتقوية برامج التربية وكذلك المعرفة الجيدة عن العلاقات بين الصفات الانتاجية والصفات التى يمكنها المواءمة فى الظروف البيئية القاسية والتى يمكن أن تساعد فى الإنتاج وتطبيق برامج التربية.

وفى معظم الحالات تكون الوسائل متاحة لكى تتحقق هذه التحسينات ولكن تحتاج

إلى تطبيق سليم وواسع ، ومثالاً لذلك أنه أمكن توفير الطريقة التى تساعد على تحقيق أهداف التربية وتكوين أدلة انتخابية شاملة وتصمم الأدلة لكى تكون موجهة إلى هدف محدد وذلك بإستخدام تقديرات عن المعاملات الوراثية المناسبة والقيم الاقتصادية.

وفى حالات أخرى فإن التطبيقات التكنولوجية الحديثة يمكن أن تُساهم فى الاسراع فى التحسين الوراثى ومثالا لذلك أن الوسائل الفنية الحديثة فى تجهيز شرائح رفيعة فى لحم الذبيحة يمكن أن تُحسن من معدلات التقدم فى دراسة صفات الذبيحة وذلك بالحصول على بيانات دقيقة عن تكوين الذبيحة لإستخدامها فى عملية الانتخاب، وكذلك الحال بالنسبة لمساهمة التطبيقات التكنولوجية الحديثة فى تحسين الدقة فى الانتخاب لأجل صفات اللبن، ويمكن أن تمدنا تطبيقات تكنولوجية مشابهة بمعلومات سريعة ودقيقة عن أوزان الذبيحة ودرجات ذبائح حيوانات اللحم فى المجال التجارى. وهذا يمكن أن يعتبر قيمة هامة فى زيادة الدقة عند إجراء التقييم للحيوانات الأصيلة.

ويوجد نوعان آخران من التكنولوجيا الحديثة التى لها أهمية كبيرة فى معدلات التحسين الوراثى. النوع الأول: التطبيقات التكنولوجية فى مجال التناسل reproductive ، النوع الثانى: التطبيقات فى مجال الوراثة النووية molecular genetic technologies ومن الأهمية دراسة تكنولوجيا الوضع الحالى والمستقبلى القوى فى المجال التناسلى والوراثى مع إمكانية أن يؤثر فى التحسين الوراثى للمجترات، وإن أى تطبيقات تكنولوجيا حديثة تحتاج إلى دراسة العلاقة بين التكلفة والفوائد المرجوة.

التطبيقات التكنولوجية فى مجال التناسل Reproductive technologies

من الممكن تحقيق كثافة انتخاب عالية فى الأجناس والأنواع من الحيوانات الزراعية بمعدل عالٍ فى مجال التناسل بالمقارنة بالحيوانات التى لها معدلات منخفضة فى التناسل، وأيضًا يمكن أن تتحقق فترات جيل قصيرة فى الأجناس والأنواع التى تصل إلى النضج الجنسى فى عمر صغير. وهذا يعود بدرجة كبيرة إلى الأفضلية البيولوجية فى هذه الصفات التناسلية حيث أن المعدلات العالية فى التغير الوراثى يمكن أن تحدث بدرجة أكبر فى الدواجن بالمقارنة بالحيوانات المجترة.

وفى ماشية اللبن الصفات الرئيسية وذات الأهمية هى الصفا ت المحددة للجنس وتقاس فى وقت متأخر من حياة الحيوان ويُوجد عديد من التطبيقات التكنولوجية متاحة أو يجرى لها التحسين والتى يمكن أن تسرع فى التقدم فى برامج التحسين الوراثى فى المجترات وهذه البرامج تشمل التلقيح الصناعى (AI) ، وتعدد التبويض أو استخلاص البويضات غير المخصبة مباشرة من مبايض الأبقار الحية أو المذبوحة recovery of eggs، ونقل الأجنة Embryotransfer (MOET) ، وأنتاج الأجنة فى أنابيب الاختبار خارج الجسم in vitro (أى أنتاج الأجنة فى بيئة المعمل)، وتجنيس السائل المنوى أو الأجنة، والانتاج المكثف لأجنة متشابهة cloning . وهذه التكنولوجيا من الأهمية دراستها بالتفصيل وكذلك معرفة تأثيراتها.

وبالاضافة إلى أهمية التكنولوجيا الحديثة فى مجال التناسل فى الإسراع فى الحصول على استجابة للانتخاب فى برامج التربية فإن كثير من هذه التكنولوجيات لها أيضا الكفاءة فى الإسراع فى نشر التحسين الوراثى فى مجال تصنيع منتجات الماشية.

١- التطبيقات التكنولوجية فى مجال التلقيح الصناعى:

أصبح حاليًا التلقيح الصناعى (AI) متاحًا لمربى الماشية منذ أكثر من ٥٠ سنة مضت وذلك لزيادة معدل التناسل للذكور، وإن التطور الموثوق فيه فى التكنولوجيا فى هذا المجال يهدف إلى الانتشار (أى تخفيف السائل المنوى لنسمح بإتساع رقعة الاستخدام له)، كما أن تجميد السائل المنوى حقق هذا الغرض، ويسمح التلقيح الصناعى باستخدام كثافات عالية للانتخاب بين الذكور بالمقارنة بما يحدث فى التلقيح الطبيعى، وأيضًا الحصول على العدد المرغوب من النسل يمكن أن يتم فى وقت قصير بإستخدام التلقيح الصناعى بالمقارنة بالتقليح الطبيعى وبذلك يمكن تقليل فترة الجيل للذكر.

كما يشارك التلقيح الصناعى فى الدقة العالية فى التقييم للكفاءة الوراثية كما يسمح بإجراء إختبار النسل على نطاق واسع فى عديد من القطعان، وقد أمكن تحقيق معدلات عالية فى التحسين الوراثى فى بلاد عديدة من خلال إستخدام التلقيح الصناعى فى مشروعات تربية ماشية اللبن المصممة جيدًا، وكان التقدم عاليًا بصفة خاصة عندما كان استخدام التلقيح الصناعى مصاحبًا له التطبيقات التكنولوجية الدقيقة لأجل التنبؤ بالقيم التربوية.

ورغم أن استخدام التلقيح الصناعى فى تربية ماشية اللحم أقل انتشارًا بالمقارنة بتربية ماشية اللبن فإن الإجراءات الفنية لها نفس التأثير. وفى كثير من البلاد أحد المساهمات الأساسية للتلقيح الصناعى فى برامج تربية ماشية اللحم هى إيجاد روابط وراثية بين القطعان التى تساعد على إجراء تقييمات وراثية داخل هذه القطعان.

ويعتبر التلقيح الصناعى فى الماشية رخيصًا نسبيًا وبسيطًا يسمح بالتعامل مع ذكور موثوق بها وحيوانات لها كفاءة وراثية عالية. وهذا يعنى أن التلقيح الصناعى أحسن طريقة مؤثرة لانتشار التحسين الوراثى فى القطعان التجارية، ويعتبر هذا صحيحًا فى تربية ماشية اللبن حيث القطعان التجارية تعتمد كثيرًا على التلقيح الصناعى ولها القدرة على تكوين طلايق لها كفاءة وراثية عالية. وفى بعض البلاد نلاحظ تفوق متوسط الكفاءة الوراثية للقطعان التجارية بالنسبة للصفات الإنتاجية على الكفاءة لقطعان المربين حيث يهتم المربون بتكوين الأنواع الجديدة فى قطعان التربية ويضعون مواصفات أقل بالنسبة للإنتاج والتركيز بصورة أكبر على صفات أخرى مثل نوعية نوع الحيوانات. وتربى معظم أبقار اللحم تحت نظام مكثف للإنتاج بالمقارنة بتربية أبقار اللبن، وهذا يجعل تحديد حالة الشبق مهمة صعبة، وهذا يؤدى إلى الحد من إستخدام التلقيح الصناعى لأجل إنتشار السائل المنوى للطلوقة رغم وجود زيادة فى الاهتمام بالاستفادة من تشخيص الشبق فى قطعان اللحم التجارية وذلك للاستفادة بصورة عملية من التلقيح الصناعى وبصورة أكبر والاستفادة من الطلايق ذات الكفاءة الوراثية العالية.

٢- تعدد التبويض ونقل الأجنة Multiple ovulation and Embryo transfer (MOET) أو Embryonic Multiple transfer (EMT) فى الوقت الحالى زاد الاهتمام بإيجاد طرق موثوق بها لآجل زيادة التبويض super ovulation واستخلاص الأجنة سليمة embryo recovery وتجميد الأجنة embryo freezing ، ونقل الأجنة embryo

transfer فى الماشية (Woolliains J.and Wilmut ١٩٨٩) وقد تم اقتراح عدد من التطبيقات عن الطرق العملية للمحافظة على الأجنبة فى تربية الماشية والأغنام، وتضمنت هذه التطبيقات الاستخدام فى:

(١) برامج التحسين الوراثى داخل النوع.

(٢) التجارة الدولية للمادة الوراثية (توفر فوائد كبيرة فى الاقتصاد ورفاهية الحيوان والتحكم فى الأمراض).

(٣) الاسراع فى استبدال النوع عن طريق مساهمة الأنواع الجديدة المستوردة.

(٤) المحافظة على المادة الوراثية بتجميد الأجنة المأخوذة من حيوانات ذات قيمة وراثية عالية أو من حيوانات نادرة أو أنواع أو أجناس معرضه لخطر الفناء.

وسوف يصبح برنامج EMT وثيق الصلة فى مجال صناعة ماشية اللبن إذا تم إجراء اختيار لعدد كبير من عائلات من الأناث المتطابقة Clone Female (حوالى ١٠٠ فى السنة) يتم بها إجراء اختبار عن طريق توزيع ١٠٠-٢٠٠ من الأجنة المجنسة من كل عائلة فى اختبار للقطعان. وهذا يشبه اختبار النسل فى التلقيح الصناعى باستخدام الطلايق المختبرة، ولكن يستغرق هذا الاختبار مدة أقل بحوالى سنتين حتى يمكن تكمله وتوفير مستوى وراثى عالى. والجدول التالى (٩-١) يوضح مقارنة الوقت وخطوات برنامج اختبار النسل التقليدى مقارنة مع الـ EMT مما يؤدى إلى قلة التكلفة بالمقارنة ببرنامج اختبار النسل للطلوقة وبذلك نحد من تكلفه رعاية الطلايق حيث بمجرد أن تنتهى اختبارات المجموعة الأولى من العائلات المتطابقة فإن الخمسة من الطلايق التى فى القمة يتم تكرارها فى أعداد كبيرة وتباع.

جدول (٩-١) مقارنة بين التلقيح الصناعى التقليدى وبرنامج EMT لاختبار الطلوقة.

السنة	برنامج التلقيح الصناعى التقليدى	برنامج الاختبار EMT
صفر	تزاوج أحسن الطلايق مع أحسن الأبقار	تزاوج أحسن الطلايق مع احسن الأبقار. وتوزيع سلالات أجنة أناث عوملت بنظام EMT .
١-	ولادة الطلايق	إختبار EMT للعجلات المولودة.
٢-	الحصول على منى من الطلايق لاختباره	إختبار EMT للعجلات الملقحة.
٣-	ولادة النسل	إختبار EMT للعجلات التى وضعت صغارًا.
٤-	تسجيل أداء النسل ويتم إجراء اختبار نسل له بصفات اللبن.	إختبار EMT لسلالات تم تعيين القيمة التربوية لها.
٥-	تضع البنات مولودًا.	ولادة الإنتاج الرئيسى ومن عجلات EMT .
٦-	الطلوقة يُجرى لها اختبار نسل لصفات الامهات.	تلقيح الإنتاج الرئيسى من عجلات EMT .
٧-	ولادة الإنتاج الثانى من البنات.	الإنتاج الرئيسى من عجلات EMT تضع مواليد.
٨-	تلقيح الانتاج الثانى من البنات.	
٩-	يضع الإنتاج الثانى من البنات مولودًا	

تعدد التبويض ونقل الأجنة (MOET) :

أى توفير فوائد كبيرة للأناث فى عملية الانتخاب تشبه الفوائد التى يوفرها التلقيح الصناعى للذكور. وبذلك يمكن زيادة كثافة انتخاب الأناث وتقليل فترة مدى الجيل وزيادة الدقة فى تقييم الأناث الواهبات للأجنة أو الأخوة الأشقة.

ومنذ أواسط سنة ١٩٧٠ تم إنجاز عديد من الدراسات عن التأثير القوى لـMOET على معدلات التحسين الوراثى فى المجترات، وتنبأت الدراسات المبكرة بأن معدلات التحسين فى ماشية اللحم وماشية اللبن والأغنام يمكن أن تزيد بمقدار مرتين بالمقارنةبمشروعات التربية التقليدية. وكنتيجة لهذا العمل تكونت مشروعات تربية ماشية اللبن التجارية مصممة على أساس الـ MOET فى عديد من البلاد من منتصف إلى آخر سنة ١٩٨٠، كما تكونت مشروعات تربية فى مجال ماشية اللحم والأغنام فى نفس الوقت

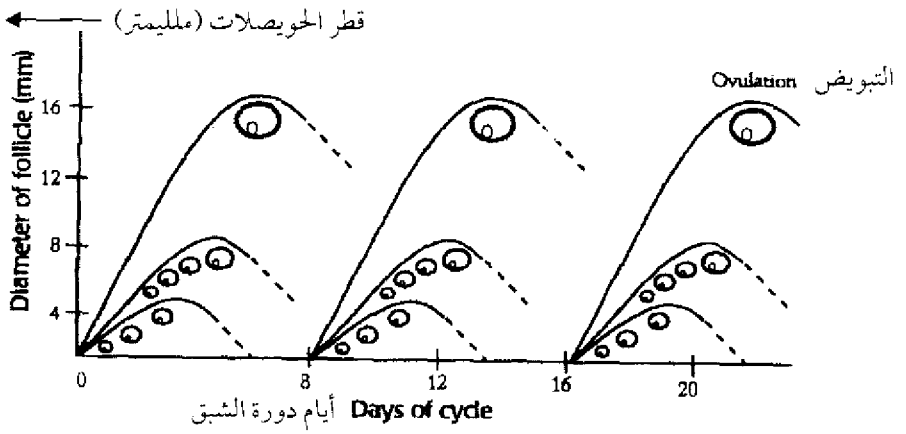
تقريبًا على أساس الـ MOET أيضًا ولكن دراسة نظرية فى منتصف ١٩٨٠ وبعد ذلك أظهرت أن النتائج الأولية كانت ذات حساسية كبيرة فى تغيير بعض الفروض فمثلاً معظم الدراسات المبكرة استخدمت معدلات نجاح متفائلة لأجل تطبيق الـ MOET وكان من الصعوبة تحقيقها فى مجال المزرعة عمليًا.

ومن الناحية النظرية يمكن أن تكون الـ MOET طريقة تكنولوجية مؤثرة لأجل نشر التحسين الوراثى إلى الأقسام التجارية للصناعات فى مجال تربية الحيوان حيث لدى الأجنة الكفاءة لأعطاء نسبة عالية من الولادات الناجحة بالمقارنة بالتلقيح الصناعى رغم أن هذه الكفاءة مازالت بعيدة عن التحقيق. كما تحتوى الأجنة على المكونات الكاملة للكروموسومات اللازمة لنموها، لذلك يمكن أن تعطينا الـ MOET مجتمعات من حيوانات تجارية بها ١٠٠٪ من عواملها الوراثية من العوامل الوراثية الممتازة من الأبوين بينما التلقيح الصناعى المستخدم فى الأناث من القطعان التجارية يعطى حيوانات بها فقط ٥٠٪ من عواملها الوراثية المتفوقة وراثيًا، ولكن مع استمرار استخدام التطبيقات التكنولوجية MOET فإن كل أم واهبة تنتج نسبيا عدد قليل من الأجنة على الأقل تقارب عدد الدفقات من السائل المنوى الذى يمكن أن يعطيه كل ذكر. وبعيدًا عن هذا السبب يعتبر الأسلوب التقني المعقد المستخدم فى إجراء الـ MOET مكلفًا جدًا بالمقارنة بالتلقيح الصناعى وكذلك أقل جاذبية كوسيلة للانتشار.

وقد تحقق أول نجاح فى نقل الأجنة embryo transfer (ET) فى الحيوانات فى القرن الماضى فى الأرانب وقد أمكن فى السنوات الأخيرة خلال ١٥ – ٢٠ سنة تطبيق هذا الأسلوب التقنى فى المجال التجارى فى الماشية.

والإجراءات التقنية تشمل بصفة أساسية تحفيز الأبقار لأحداث تضاعف فى نشاط المبيض بدلاً من الحصول على بويضة (أو بويضتين) بالصورة الطبيعية. وبعد تلقيح البقرة واخصاب البويضات ينمو عدد من الأجنة التى تستكمل نموها فى رحم أبقار مستقبلة، ويطلق على هذه العملية تضاعف التبويض ونقل الأجنة (MOET) ، وبذلك تحقق الـ MOET مكاسب وراثية فى الماشية عن طريق الحصول على عدد كبير من النسل فى مدى وقت قصير من أناث أكثر امتيازًا elite ، بالمقارنة بالصورة الطبيعية لتكاثر الحيوانات.

جرعات الخصوبة المستخدمة فى الـ MOET : عندما تُولد العجلة يحتوى كل مبيض على ٥٠ – ١٠٠ ألف بيضة (oocytes) ، ومع مرور الوقت ويصبح عمرها سنتين يموت معظم هذه البويضات ويتبقى فقط حوالى خمسة آلاف بيضة تبقى فى كل مبيض وغير معروف سبب فقد هذه البويضات، ولكن هذا يحدث فى أغلب الأجناس حتى الإنسان، ومن عشرة آلاف بويضة الباقية سوف تنتج فقط ٥ – ١٠ من صغار الماشية بصورة طبيعية. وتنمو الحويصلات فى صورة موجات waves فى المبيض خلال دورة طبيعية، ولكن عادة حويصلة واحدة فقط (أو اثنان فى حالة التوائم غير المتطابقة) تفرز بيضة واحدة عند التبويض (شكل ٢١-١).



شكل (٩-١) موجات تطور الحويصلات فى الماشية

وفى الـ MOET الهدف هو تحفيز عدد من الحويصلات لكى تستمر فى النمو وتكوين بويضة وهذا يتم عن طريق تزويد البقرة بجرعة زيادة من الهرمون المنبة للحويصلات المبيضية FSH (يفرز من الفص الأمامى للغدة النخامية ويُنشط نمو وتطور الحويصلات المبيضة فى الأناث وينشطها لإفراز هرمون الايستروجين، كما ينبه لانتاج (تكوين الحيوانات المنوية فى الذكور). ومع حقن الأنثى بسلسلة من الجرعات خلال عدد من الأيام ينمو فى المتوسط عشرة أو أكثر من الحويصلات على المبايض (من صفر – ١٠٠ حويصلة).

وبعد ظهور حالة الشبق فإن معظم هذه الحويصلات يفرز بويضة التى بعد الاخصاب فى قناة المبيض Oviduct (نتيجة التلقيح الصناعى أو الطبيعى) تتحرك فى الرحم كجنين embryo .

جدول (٩-٢) برنامج التحفيز الهرمونى للأبقار والواهبة (المانحة) وبرنامج تزامن حالة الشبق فى الأبقار المستقبلة البويضات

اليوم	الواهبات (أو المانحات)	المستقبلات
آخر أكتوبر ١٩٩٦	حقن جرعة الـ prostaglandin الأولى	
١٠ نوفمبر	حقن جرعة الـ prostaglandin الثانية	
١٣ نوفمبر	قبل التزامن مع حالة الشبق	
١٧ نوفمبر	الحقن ب CIDR	الحقن ب CIDR
١٩ نوفمبر	الحقن ب استرادبول 17 B	
٢٣ نوفمبر	أول حقنة FSH (صباحًا)	
	ثانى حقنة FSH (مساءً)	
٢٤ نوفمبر	ثالثُ حقنة FSH (صباحًا)	الحقن prostaglandin (ظهرًا)
	رابعًا حقنة FSH (مساءً)	
٢٥ نوفمبر	خامس حقنة FSH وحقنة prostaglandin الثالثة (صباحًا)	ازالة CIDR's (ظهرًا)
	سادس حقنة FSH وحقنة prostaglandin الرابعة (مساءً)	
	ازالة الـ CIDR (مساءً)	
٢٦ نوفمبر	سابع حقنة FSH (صباحًا)	
	ثامن حقنة FSH (مساءً)	
	الكشف عن حالة الشبق/ التلقيح الصناعى	الكشف عن حالة الشبق.
٢٧ نوفمبر	الكشف عن حالة الشبق/ التلقيح الصناعى	الكشف عن الحالة الشبق.
٢٨ نوفمبر		الكشف عن حالة الشبق.
٤ ديسمبر ١٩٩٦	تم الاخصاب وتكوين الجنين	تاريخ نقل الجنين حديث التكوين أو تاريخ تجميد الجنين.

ملحوظة: جميع المانحات ١٢ ساعة، ٢٤ ساعة بعد ثبات حالة الشبق

حقن المانحات بهرمون الاستروجين بعد يومين من ظهور حالة الشبق.

ثالثًا : إنتاج الأجنة فى المعمل In vitro production of embryos خارج الجسم :

بذلت مجهودات ناجحة فى السنوات الأخيرة فى مجال تطوير تكنولوجيا إحداث نضج للبويضات الزراعية للحيوانات خارج الرحم in vitro وإخصابها أو فى وسط يشبه الرحم، والهدف هو السماح بإستخدام آلاف البويضات الموجودة فى مبايض أناث الحيوانات.

ويُعتبر أحد أهداف إنتاج الأجنة فى المعمل (خارج الرحم) تحسين كفاءة صغار الماشية من أبقار اللبن أو المستخدمة لرضاعة الصغار وذلك بإيجاد أجنة $\frac{٣}{٤}$ أو $\frac{٧}{٨}$ تراكيبها الوراثية لماشية اللحم.

وفى البداية كان المصدر الرئيسى لبويضات المبايض من عجلات لحم مذبوحة، وتكونت جميعات فى عديد من البلاد لجمع البويضات من عجلات اللحم التى فى تكوينها الوراثى نسبة كبيرة من أنواع اللحم الأصيلة، ولأجل انتاج أجنة من أبقار ناضجة تم إخصابها بسائل منوى من طلايق ذات صفات جيدة ومختبرة وهذه الأجنة تم عرضها للبيع لأجل نقلها فى رحم أبقار لبن أو أبقار لحم مُرضعة. وقد أجريت عملية النقل إما لكل جنين أو توائم إما عن طريق نقل جنين تم تكوينه خارج الرحم وزرع الجنين فى رحم أبقار تحمل فعلا جنين طبيعى أو عن طريق نقل جنينين تم تكوينهما خارج الرحم.

ورغم توفر البويضات من العجلات المذبوحة فإن التقنيات المبكرة أمكنها انتاج قليل من الأجنة الصالحة للنقل من كل مبيض. كما أن أسلوب التقنية يتطلب توفر سائل منوى من عدد قليل من الذكور المنتخبة لقدرتها العالية على اخصاب البويضات وهذا الأسلوب يسمح بكثافات عالية للذكر مع مراعاة الدقة العالية. وهذا سوف يعوض العيوب المحتملة فى أساليب الانتخاب لأجل الأناث الواهبة للبويضات ومع إجراء تحسينات فى الأساليب المستخدمة والمناسبة لانتخاب الآباء وانتاج الأجنة خارج الرحم يمكن حدوث تحسين نوعى وتناسق فى انتاج اللحم فى المستقبل. وقد أمكن تطوير أحدث وسائل التقنية لكى نتمكن من استخلاص البويضات غير المخصبة مباشرة من

المبايض للأبقار الحية، وهذه تشمل جمع البويضات خلال إبرة مدرجة تُحدث موجات صوتية عالية التردد داخل المبيض وعادة من خلال المهبل. وهذه النوعية من استخلاص البويضات تسمى in vivo aspiration of oecytes أو التقاط البويضة (OPU) ولهذه الطريقة عديد من الفوائد ذات القيمة بالمقارنة باستخلاص البويضات من الأبقار المذبوحة أو استخدام التقنية التقليدية لاستخلاص البويضات ومن هذه الفوائد:

١ -الحيوانات الأصيلة التى له كفاءة وراثية عالية يمكن أن تُستخدم كواهبة للبويضات ولذلك يصبح الأسلوب التقنيى له فائدة كبيرة فى التحسين الوراثى وليس لمجرد إنتشار هذا الأسلوب.

٢ - الأسلوب التقنى يمكن أن يطبق للحصول على أجنة تخضع لتخطيط محكم بالمقارنة بأسلوب استخلاص الأجنة بعد ذبح الأناث.

٣ - التقاط البويضة Ovum pick up (OPU) يسمح بتجميع البويضات قبل التلقيح من الأناث الواهبة صغيرة السن بالمقارنة بالأسلوب التقنى التقليدى لاستخلاص الجنين.

٤ - يمكن تجميع البويضات قبل التلقيح من الإناث الواهية فى مراحل مبكرة من الحمل.

٥ - البويضات يمكن أن يتم جمعها أسبوعيًا من الأناث الواهبة والسماح بعشرات أو مئات من الأجنة يمكن تكوينها من نفس الأنثى الواهبة.

وبسبب دقة هذا الأسلوب التقنى فهو يحتاج إلى توفر طبيب بيطرى يتصف بالمهارة للحرص فى عدم تعرض الآم للضرر أو تأثيرات عكسية على الأداء التناسلى التالى. وهذه الطريقة فى انتاج الأجنة مازالت تعتمد على الإجراء خارج رحم الأنثى والتى يمكن أن تؤدى إلى انتاج صغار ماشية كبيرة الحجم.

ويُستخدم أسلوب التقاط البويضة OPU فى عديد من البلاد لإنتاج عدد كبير من الأجنة التى يمكن نقلها وزرعها فى رحم الأم المستقبلة للجنين بالمقارنة بإنتاج الأجنة بالطريقة التقليدية MOET . وإن زيادة الناتج من الأجنة التى تنقل بهذه الطريقة يمكن

أن يكون له تأثير على معدل الاستفادة التى نحصل عليها بإستخدام مشروعات التربية MOET ، وبذلك يمكن أن نحصل على معدلات مكسب تصل إلى ٣٤٪ زيادة عن الأسلوب المستخدم فى مشروعات اختبار النسل التقليدية.

والأجنة التى تتكون بإستخدام أسلوب النقاط البويضة من الأفضل استخدامها فى برامج التحسين الوراثى في القطعان الممتازة elite بدرجة أكبر من استخدامها لأجل التحسين فى القطعان التجارية.

ذكر Lan lewis تعريفًا لكلمة in vitro أنها تعنى خارج رحم الحيوان أو فى المعمل (فى أنابيب اختبار) بينما كلمة in vivo تعنى الأجنة التى تخصب وتنمو داخل جسم الحيوان مثل الأجنة التى تم جمعها وتم نقلها بأسلوب نقل الأجنة التقليدى ET .

والإجراءات الفنية لأجل اخصاب بويضات الماشية وتنميتها فى المعمل أمكن اكتشافها خلال سنة ١٩٨٠ وتمت ولادة أول صغير ماشية أمكن انتاجه من الاخصاب خارج جسم الأمهات in vitro fertilization (IVE) سنة ١٩٨٢ بينما تمت ولادة أول حيوان تم انتاجه بهذا الأسلوب فى سنة ١٩٧٨ .

وحدث تقدم مفاجئ ومؤثر فى انتاج الأجنة فى جسم الأمهات IVF وشمل هذا التقدم معرفة كيفية معامل الحيوان المنوى من الطلوقة بالمواد الكيماوية، وقد أعطى هذا الحيوان المنوى القدرة على إخصاب البويضات فى أنبوبة الاختبار بدلاً من الاخصاب داخل جسم البقرة حيث تُفرز مواد كيماوية التى تعطى الحيوان المنوى الكفاءة فى اخصاب البويضات فى أنبوبة الاختبار بدلاً من الأخصاب داخل رحم البقرة.

الإجراءات الفنية المستخدمة فى إنتاج الأجنة فى أنبوبة الاختبار in vitro :

بمجرد تجميع البويضات oocytes من مبيض حيوانات ذات قيمة تربوية يوجد ثلاثة إجراءات فنية منفصلة التى لابد من استخدامها لانتاج الأجنة: الانضاج خارج الرحم والاخصاب خارج الرحم وتنمية الجنين خارج الرحم، وبمجرد أن تصل هذه الأجنة إلى عمر حوالى سبعة أيام يتم نقلها إلى أبقار مستقبلة مناسبة ومجهزة أو يتم تجميد

هذه الأجنة لنقلها فى وقت آخر، وتحمل هذه الأبقار الجنين إلى نهاية الحمل رغم أن هذه الأبقار لا تساهم وراثيًا فى التركيب الوراثى لصغار الماشية.

أ- in vitro Maturation (IVM) : تكون البويضات التى تم جمعها من المبايض غير ناجحة، وهذا يعني أنها لا يمكن أن تُخصب حتى تصل إلى مرحلة النضج، وتحتاج عملية النضج إلى مدة ٢٤ ساعة وتتم فى محلول ملحى خاص الذى يحتوى على الهرمونات اللازمة لذلك، وهذا المحلول يهيئ الظروف لمحاكاة الأحداث التى تحدث بصفة طبيعية فى مبيض البقرة فى خلال ٢٤ ساعة قبل التبويض.

ب- in vitro fertilization : تقبل البويضات الحيوان المنوى بمجرد نضوجها وبذلك يتم أخصابها، ولكن قبل حدوث هذا يجب أن تعامل الحيوانات بمحلول كيماوى خاص يسمى هيبارين heparin ، وبصورة طبيعية عندما يتم تلقيح البقرة سواء بإستخدام التقليح الصناعى أو بالتلقيح الطبيعى يجب أن يقضى الحيوان المنوى من ٦-٨ ساعات فى الجهاز التناسلى للبقرة قبل أن تستطيع الحيوانات المنوية إخصاب البويضة المفرزة من مبيض البقرة. وخلال هذا الوقت تعمل كيماويات طبيعية (تشبه الهيبارين) على انضاج الحيوانات المنوية وتستطيع اختراق البيضة، ولذلك فى حالة اخصاب البويضة خارج الرحم لابد من اضافة الهيبارين.

ومطلوب توفر من ٢٠٠٠ – ٢٠٠٠٠ حيوان منوى لأجل خصاب كل بيضة وهذا يتوقف على الطلوقة حيث تختلف الطلايق المختلفة فى قدرتها على الاخصاب فى حالة الاخصاب خارج الرحم IVF .

جـ- تنمية الزيجوت خارج الرحم in vitro culture : يجب ترك الحيوانات المنوية مع البويضات لمدة حوالى ٢٤ ساعة، وبعد هذا الوقت البويضات المخصبة (الزيجوت) توضع فى محلول ملحى حيث يتم تنمية البويضات المخصبة أو الزيجوتات، وتعنى التنمية عملية نمو الأجنبة فى محاليل ملحية خاصة.

وبعد الأخصاب عندمايخترق الحيوان المنوى البويضة يتكون الزيجوت من خلية

واحدة ثم تنقسم هذه الخلية وبعد ٢٤ ساعة يصبح الزيجوت مكون من خليتين، ويستمر انقسام الخلايا وكل ١٢ – ٢٤ ساعة يحدث إنقسام جديد فى الزيجوت، وفى خلال سبعة أيام بعد الاخصاب يحتوى الجنين على ١٠٠ – ١٤٠ خلية وهذه المرحلة تسمى مرحلة blastocyst ، وفى هذه المرحلة يكون الجنين على استعداد لكى يتم نقله فى رحم بقرة مستقبلة والتى سبق أن اظهرت مظاهر حالة الشبق منذ سبعة أيام. ولذلك فإن انتاج الأجنة خارج الرحم يشتمل على سلسلة من الخطوات المعقدة، وإذا لم يتم إجراء أى من هذه الخطوات بدقة وبالطريقة الصحيحة تكون النتيجة لحصول على قليل من الأجنة أو نفوقها.

وأحد المكونات الهامة والمؤثرة فى خطوات الإجراءات الوسط أو المحاليل الملحية الخاصة بذلك والمستخدمة للإنضاج وللاخصاب وتنمية البويضات المخصبة. ويعتبر التركيب السليم لهذه المحاليل هامًا لنجاح العملية، ولذلك فإن النتائج التى نحصل عليها حاليًا من الاخصاب خارج الرحم مازال الطريق طويلاً حتى تبلغ إلى المثالية فى النتيجة، ولذلك نجد من كل ١٠٠ بيضة تُوضع لاخصابها بهذا النظام مع مراعاة جميع الاحتياطات تكون النتيجة من ١٠ – ١٥ من صغار الماشية.

والتطبيق التكنولوجى مازال جديدًا جدًا والتطبيقات والوسط Media اللازم مازال يحتاج إلى مزيد من الدراسة، والنتائج تبشر بالتحسين فى التطبيق التكنولوجى المثير للاهتمام. والعملية كلها فى انتاج الأجنة فى المعمل مشتملة على IVM ، IVF ، IVC يطلق عليها انتاج الأجنة خارج الرحم IVP .

التقاط البويضات من مبيض الأبقار تامة النمو (OPU) Oocyste Pick up :

OPU من أبقار تامة النمو: تم التقاط البويضات من الأبقار تامة النمو باستخدام جهاز الموجات الصوتية عالية التردد ultrasound حيث يدخل الجهاز فى المهبل، ويمكن تأدية خطوات الإجراءات عدة مرات كل أسبوع. كما يمكن إجراء الاختبار عن طريق المستقيم للحيوانات ذات الحجم الكبير والتى يمكن جمع البويضات من مبايضها باستخدام هذه الوسيلة الفنية كما يمكن أن تستخدم فى الحيوانات الكبيرة السن التى

أصبحت عقيمة والتى لا تستطيع انتاج صغار سواء بطريقة طبيعية أو استخدام التطبيق الفنى التقليدى أى نقل الأجنة، كما يمكن أن تستخدم على الحيوانات الحامل والعجلات فى عمره شهور.

التقاط البويضات من العجلات صغيرة السن OPU from young calves الإجراءات الفنية خلال السنوات الأخيرة أمكن تنميتها لأجل جمع البويضات من المبايض من العجلات صغيرة السن فى عمر شهرين.

فى حالة العجلات الصغيرة السن جدّاً لكى نتمكن من المعالجة عن طريق المستقيم rectal manipulation حيث لابد أن يتم جمع البويضات عن طريق تعريض المبايض لدرجة حرارة أو laparoscopy . وهذه البويضات يمكن أن تستخدم لإنتاج أجنة خارج الجسم، وحوالى ٢٠ – ٣٠٪ من البويضات المستخلصة يمكن أن تنمو إلى آجنة. وبعد إجراء عملية النقل تُولد صغار الماشية فى وقت تكون أمهاتها عمرها احدى عشر شهرًا.

وفى حالات معينة هذه التقنية تسمح بالحصول على مكاسب وراثية بصورة معنوية، وتتضح الفائدة من إجراء هذه التقنية على صغار الماشية مقارنة بنقل الأجنة التقليدى من حيوانات كبيرة السن. كما يمكن استخلاص البويضات من مبايض لإمهات تربية حدث لها نفوق فجائى حيث يتم نقل المبايض إلى معمل مناسب خلال ٦ – ١٢ ساعة بعد النفوق.

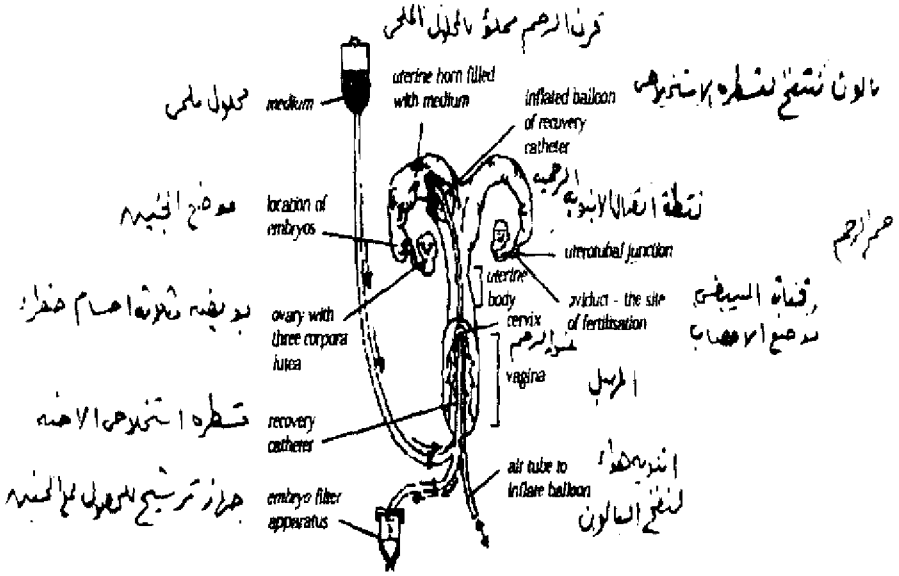
رابعًا: الحصول على الأجنة Recovery of embryos:

الأجنة يمكن أن تؤخذ حية من الرحم حوالى سبعة أيام بعد إنتهاء حالة الشبق وحدوث الأخصاب وتُستخدم أنبوبة مطاطية تسمى القسطرة catheter يتصل بها بالونة قابلة لزيادة حجمها التى تحمل القسطرة وندفع بها فى الرحم من خلال عنق الرحم (شكل ٩-١) ويستخدم محلول ملحى خاص حيث يعيش فيه الجنين لمدة عشرة ساعات أو أكثر ويتم سحب الجنين عن طريق القسطرة من الرحم ويتم جمعه من خلال فلتر دقيق الذى يحجز الجنين، وكل قرن من قرنى الرحم يتم غسله بسائل ٥ – ٦ مرات باستخدام

½ لتر من هذا السائل، ومع مرور الوقت يتم جمع جميع الأجنة من الرحم ويتم حجزها على الفلتر ثم يتم غسل الفلتر فى طبق ثم توضع الأجنة تحت الميكرسكوب لفحصها.

وليست كل البويضات التى أفرزها المبيض يتم اخصابها (وذلك لعدة أسباب) وأيضًا ليست كل البويضات المخصبة تنمو لتعطى أجنة حيث فى المتوسط حوالى ٦٠٪ من البويضات التى أفرزتها المبايض النشطة تنمو إلى أجنة صالحة للنقل.

ومن هذه الأجنة الصالحة للنقل بعضها يكون فى حالة جيدة (درجة A أو درجة أولى) بينما البعض الآخر فقير فى النوعية ويعطى معدلات حمل منخفضة بعد إجراء عملية نقل هذه الأجنة ويعود الانخفاض فى نوعية الأجنة إلى موت بعض الخلايا خلال النمو، ولكن فى حالة الأجنة المنقولة ضعيفة اتلنوعية تبقى كمية كافية من الخلايا حية ويحدث بها إنقسام وتعطى على الأقل فرصة فى أحداث حمل. وصغار الماشية التى تنتج من نوعية ضعيفة النوعية لها فرصة متساوية فى النمو لكى تعطى صغار ماشية جيدة الصفات مثل صغار الماشية التى تكون من أجنة جيدة الصفات .



شكل (٩-١) استخلاص بدون جراحة للجنين باستخدام نظام الإمداد بالجاذبية

خامسًا : نقل الأجنة Transfer of embryos :

عندما نشاهد الأجنة تحت الميكروسكوب تكون محمولة على أجزاء صغيرة من التبن steaws ، ويتم زراعتها فى البقرة المستقبلة. والبقرة التى وهبت الأجنة تسمى بقرة واهبة Doner cow ويتم زرع الجنين فى رحم كل من الأبقار المستقبلة، وهى تعمل كامهات بديلة رغم أنها لا تساهم وراثيًا فى تكوين الحيوان الصغير.

ويتم أثارة البقرة المستقبلة حتى تدخل فى حالة الشبق تقريبًا فى نفس وقت دخول حالة الشبق للبقرة الواهبة ومعدلات الحمل الجيدة يتم حدوثها إذا البقرة المستقبلة والبقرة الواهبة كانا فى حالة شبق خلال يوم واحد معًا ويوجد طريقتان لزرع الجنين فى رحم الأنثى المستقبلة المعدة لذلك وهما انتقال الأجنة بطريقة غير جراحية والثانية انتقال الأجنة بطريقة جراحية.

١-الطريقة غير الجراحية : Non-surgical transfer

يُوضع الجنين فى قرن الرحم عن طريق إدخاله من خلال عنق الرحم بإستخدام بندقية معدنية طويلة قريبة الشبه بالبندقية التى تُستخدم فى التلقيح الصناعى. وفى خلال إجراء التلقيح الصناعى يتم وضع السائل المنوى قريب جدًا من أمام عنق الرحم بينما توضح البويضة فى أعمق مكان فى داخل الرحم ويتم التلقيح الصناعى فى وقت حدوث حالة الشبق بينما يتم زرع الأجنة بعد ذلك بأسبوع، وبذلك يتم زرع معظم الأجنة وانتقالها بدون جراحة من الأم الواهبة إلى الأم المستقبلة.

٢- النقل الجراحى : Surgical transfer

يتم عمل فتحه فى فخذ الحيوان تحت تأثير مخدر موضعى ونعمل فتحه فى جدار الرحم التى من خلالها يوضع الجنين.

سادسًا : الأجنة المجمدة Freezing embryos :

إذا لم يكن لدينا أبقار مستقبلة بأعداد كافية يمكن تجميد الزيادة فى الأجنة وتخزن

لاستعمالها فى المستقبل، وقد اهتم المتخصصون فى ابتكار التحسينات الحديثة فى تجميد الأجنة وإجراءات اذابة التجميد حيث اتضح من المجدى تجميد الأجنة عالية الصفات، وقد اتضح أن الأجنة فقيرة النوعية يُفضل نقلها بدون تجميد لأنها تعطى نتائج غير جيدة عندما يتم تجميدها وإذابة التجميد.

نتائج نقل الأجنة :

١ -عدد الأجنة: بينما فى الإمكان الحصول على خمسين أو أكثر من الأجنة المنقولة من محاولة واحدة فإن هذه الحالات كانت نادرة.. وفى الحقيقة اتضح من دراسة سابقة لعديد من آلاف الأبقار المغذاة جيدًا أن ٢٥ إلى ٣٠٪ من الابقار أعطت واحد من الأجنة المنقولة، وعموما فإنه أمكن استخلاص متوسط مقداره ٨ أجنة وبويضات من كل بقرة واهية ومغذاة جيدا عند الأخذ فى الاعتبار عدد كبير من الأبقار، وكان خمسة أجنة من الثمانية وبويضات صالحة لأجل انتقالها.

٢ - معدلات الحمل نتيجة نقل الأجنة: تراوحت نسبة معدلات الحمل المتوقعة من ٦٠ - ٧٠٪ من كل الأجنة المنقولة غير المجمدة (طازجة) بينما كانت معدلات الحمل للأجنة المجمدة وتعرضت لإذابة التجمد أقل نوعًا ما بالمقارنة بالأجنة الطازجة (بمتوسط ٥٠ ٦٠٪)، وكان فى الإمكان الحصول على نتائج أفضل .

٣- معاملة الأناث الواهبة والمستقبلة لأجل إنجاز برامج نقل الأجنة: تعتبر المعاملة الجيدة للأمهات الواهبة والمستقبلة محددة للنجاح فى أى برنامج لنقل الأجنة، كما تعتبر الأغذية التى تتناولها الأمهات العامل الوحيد والهام لنجاح برنامج نقل الأجنة:

٤ - التحكم فى المرض: جميع الحيوانات لابد أن تكون صحيحة الجسم وخالية من الأمراض وأن الأمراض مثل Pesti-Virus ويطلق عليها أيضا Bovine (BVD) Virus Diarrhoea أو مرض Mucosal وكذلك Leptospirosis يمكن أن تؤثر عكسيا فى النتائج مثل تأثير أمراض أخرى التحصين باستخدام المضاد الحيوى خمسة فى واحد (5-in-a) وفاكسينات Leptospirosis تعتبر ضرورية.

٥- تعيين حالة الشبق Heat detection : تعتبر الدقة فى تعيين حالة الشبق هامة جدًا لكل من الأبقار الواهبة والمستقبلة. ويُعتبر دهان الذيل والوسائل الأخرى مفيدة فى تحديد حالة الشبق مع عدم أهمال الملاحظة بالنظر وذلك لآجل عزل الحيوانات التى فى حالة شبق لتلقيحها. والأهمال قد يساعد فى الحصول على نتائج مضللة ولذلك لابد من الكشف عن حالة الشبق أربعة مرات يوميًا على الأقل أى فى الصباح الباكر ووسط النهار وفى الغروب وفى المساء.

سابعًا : الواهبات للأجنة Doners :

يعتبر انتخاب الأبقار الواهبة عملية تعتمد على عوامل كثيرة تحدد قيمة النجاح أو الفشل فى برنامج نقل الأجنة، وأكثر العوامل أهمية أن تكون الأمهات حيوانات متفوقة فى صفاتها الظاهرية والوراثية. كما يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أهمية تفوق الأمهات الواهبة فى صفاتها التناسلية، وفى هذا المجال العوامل التى تراعى هى:

١-الانتخاب الظاهرى: يتوقف انتخاب الأمهات فى ماشية اللحم على عديد من الصفات النوعية والإنتاجية، وتشمل الصفات النوعية التكوين العام ونسب أجزاء الجسم وارتفاع الحيوان ووزن الجسم فى تمام النمو ومحيط الصفن ونوعية الضرع ومقاييس الحوض وصفات الذبيحة مثل القطاع العرضى للعضلة العينية (حجم العضلة) ومرمرية العضلات وسمك دهن الظهر وتصافى قطع الذبيحة الممتازة.

وتنتخب ماشية اللبن أيضا على صفات اللبن مثل مجموع كمية اللبن وكمية الدهن وكمية البروتين فيه، وكثير من المربين والدراسين في هذا المجال للماشية التجارية يحصلوا على بيانات لكل حيوان عن انتاجه ونوعية اتجاه الجسم وتُستخدم هذه البيانات لحساب دليل للحيوان index . وهذه الأدلة تؤدى إلى ترتيب الابقار وصغارها داخل القطيع أو بدرجة أكبر فى داخل المجموعة المعاصرة لأجل دراسة كثير من الصفات الإنتاجية، وإن دليل المجموعة لصفة معينة (مثل الوزن عند الفطام) سوف يضع الحيوان كنسبة فوق أو تحت متوسط الصفة داخل مجموعتها المعاصرة فإذا كان متوسط دليل الصفة يساوى ١٠٠

والحيوان الذى يؤدى نسبة انتاجه وصفاته ١١٠٪ بالنسبة للمتوسط يعطى له دليل مقداره ١١٠، والحيوان الأقل فى الأداء يُعطى الدليل ٩٠ لأن مستواه ٩٠٪ بالنسبة للمتوسط، وتستخدم هذه المقاييس والأدلة لأجل إجراء التربية بالانتخاب للحيوان داخل القطيع، وسوف يشمل الدليل كل الحيوانات فى المجموعة المعاصرة من القمة حتى القاع وبذلك يصبح من السهولة انتخاب احسن الذكور المعاصرة بنسبة ١٠٪ كآباء مرغوبة أو النسبة ٣٣٪ للأناث من مجموعة المعاصرات كعجلات لتحل محل المستبعدة.

٢-الانتخاب الوراثى: يستطيع مربوا الماشية زيادة قدرة الانتخاب عن طريق استخدام الاحصاء الوراثى الذى يشتمل على بيانات عن الإنتاج ليس فقط عن الحيوان موضع الاهتمام ولكن أيضا بيانات انتاج نسله واجداده واخوته والأقرباء الآخرين ومن جمعيات الأنواع وهيئات تحسين قطعان اللبن (DHIA) ، (USDA) والهيئات الأخرى التى لديها موافقة للحصول على بيانات من اعداد كبيرة من الماشية يمكن أن تفيد فى الإحصاء الوراثى للحيوان واعتمادًا على اداءه وأيضا البيانات المسجلة عن أداء اقاربه حيث تعتبر الاحصاءات الوراثية وسيلة هامة مساعده فى وضع القرارات فى مجال التربية، وتنتخب الأبقار الواهبة (والثيران التى تُستخدم لآجل انتاج الأجنة) لأجل صفات سهولة الولادة والنمو قبل الفطام ووزن الحيوان فى عمر سنة وصفات الذبيحة وصفات الأمومة وانتاج اللبن.

وترسل بيانات الحيوان المظهرية إلى جمعيات الأنواع، DHTA وخلافه وبيانات عن آلاف من الحيوانات من قطعان عديدة، وتضم هذه البيانات مع بيانات من حيوانات قريبة لها أرسلت خلال فترة التسجيل، وتستخدم فى الحسابات التى تؤدى إلى التنبؤ الإحصائى عن أداء الحيوانات ويمكن أن يتم انتخاب الامهات الواهبة والذكور المساهمة اعتمادًا على دليل أداء المجموعات group index وأيضا القدرة المتوقعة لإنتقال صفات predicted transmitting ability الوزن عند الميلاد والوزن عند الفطام وفى عمر سنه وقدرة الأم لإنتاج اللبن وصفات الذبيحة والقدرة على التوريث، ودرجات كفاءة الادرار الكلى للبن والمجموع الكلى لكل من الدهن والبروتين. وكذلك دليل الإنتاج الكلى للبن

Total production index الذى يضع البقرة فى القيمة الوراثية الكلية ومن النادر تفوق حيوان ما فى جميع الصفات الانتاجية وعندما يتم تقييم الحيوان كجنين واهب embryo donner (أو ذكر AI) متوقع فإن المربى عادة يختار بضع صفات هامة لقطيعة لأجل إجراء التحسين الوراثى.

الحالة التناسلية للأم الواهبة Doner's reproductive status:

وبمجرد انتخاب الأبقار الممتازة وراثيًا كواهبة يتم إجراء انتخاب نهائى يشمل اختبارات تناسلية والصحة العامة. ومن الموضوعات الأخرى الهامة التى هى ظاهرة فى أسس اختيار الحيوان أن يمتلك القدرة على كبح جماحه عند أداء الاختبار البدنى ولابد أن يمر كل واهب باختبارات جسمية لكل أعضاء أجهزة الجسم والجهاز التناسلى للتأكد من الصحة العامة والحالة التناسلية الجيدة، ويجب اتباع بعض الاعتبارات الخاصة للجهاز التناسلى كما أن بعض الحالات التالى ذكرها لا تؤثر فى قدره الابقار لكى يتم اخصابها ولكن من المؤكد أنها تؤثر على استخدامه ونجاحه كحيوان واهب للجنين، وبطبيعة الحال لا يُوجد فى الحالات المدونة الآتية سببًا لكى تستبعد البقرة الواهبة بل يجب الابقاء عليها واعتبارها واهبة. ومثالاً لهذه العيوب مرض سلسل البول وقصر عنق الرحم وزيادة طول المهبل وعمق الرحم التى تؤثر فى الخصوبة ويمكن اعتبارها صفات وراثية لا يفضل انتقالها إلى النسل.

١- انحناء عنق الرحم إذا كان شديدًا يمكن أن يكون عائقًا لحدوث الاخصاب وهذه الحالة تشاهد بصورة متكررة فى أنواع أبقار الهوليستين والزيبو.

٢- تدلى حلقات عنق الرحم ويظهر كاتساع فى ذيل عنق الرحم.

وهذا العيب يمكن أن يكون سببًا فى استبعاد هذه البقرة كواهبة للأجنة وخاصة إذا كان هذا مرتبطًا بقصر عنق الرحم. ويعمل هذا الاتساع كمصدر للاصابة المزمنة لعنق الرحم وعائق لتوارد الدم، وأيضا يمكن أن يعمل على تكوين سداده فى عنق الرحم واصابة عند الرحم بالتهاب مزمن وإذا كانت الاصابة شديدة يحدث فقد مبكر للجنين.

٣- قصر عنق الرحم وتدلى حلقات عنق الرحم.

٤ - التهاب عنق الرحم واعراضه عدم انتظام حجمه وتماسك عنق الرحم ووجود سوائل مهبلية.

٥ - التهاب المهبل Vaginitis وسببه عديد من الأسباب محددة وغير محددة.

٦ - Ureoplasma ، Mycoplasma واصابات غير محددة، وإذا وجدت تكون سببًا فى استبعاد الحيوان من برنامج الأم الواهبة حتى يتم الشفاء، ويلاحظ وجود شقوق دائمة على شفتى فتحه الفرج ويتم اختبار الفرج ودهليز المهبل من خلال اختبار تناسلى للكشف عن هذه الحالات ويستخدم منظار طبى لاختبار المهبل وعنق الرحم.

٧- إلتهاب الرحم Metritis ، وارتفاع درجة الحرارة Pyometra وكثرة نزول المخاط mutometra وتغير جميعها حالات تؤثر على سلامة الخصوبة. والأبقار التى يظهر فى رحمها سائل تعالج من السبب قبل استخدامها كواهب للأجنة.

٨- الحمل: إذا لم يحدث الحمل إلى ما بعد ٩٠ يومًا يمكن حدوث اجهاض للحيوان الواهب باستخدام هرمون بروستاجلادين F2-alpha ، ويحتاج الحيوان إلى فترة دورة شبق قبل حدوث تزامن حالة الشبق مع حدوث نشاط لتوارد الدم.

٩- سلسل البول Urine pooling : يلاحظ تكراره فى الأبقار مع: انحراف تكوين الحوض إلى الأمام، وفى حالة فتحه الفرج الضيقة، وفى حالة تدلى موضع التقاء العجز والحرقفه، وفى حالة تحطم أربطة الحوض مما يؤدى إلى استطالة الدهليز والمهبل (يحدث هذا نتيجة حدوث اصابات أثناء الولادة). وفى هذه الأبقار يزيد نزول مخاط أصفر اللون. ومن المجدى الكشف عن الحالة فى رحم البقرة التى لها رحم عميق وهذه الحالة قد تحتاج إلى جراحة قبل القيام باستخلاص الجنين، كما أن هذه الحالة قد تكون سببًا معقولاً لاستبعاد البقرة الواهبة.

١٠ - Deep uterus أى وجود الرحم فى مكان عميق: البقرة التى لها رحم فى مكان

عميق ورحم طويل أحيانا من الصعوبة ينمو بها الجنين، وهذا ليس معناه وجود مشاكل خصوبة أو انها غير مرغوبة فى اغراض التربية الروتينية ولكنها أقل بالمقارنة بالابقار الواهبة، ويمكن استخدامها إذا كان الرحم الطويل لا يكون سببًا فى حدوث حالة باثولوجية (أى مرضية) ويمكن أن تحدث مشكلة بسبب وجود جرح فى بطانة الرحم أو عنق الرحم ينتج من زيادة فى عدد مرات ادخال اليد manipulation أو خلافه لأجل جس البقرة للتأكد من حدوث الحمل.

اختيار الأم الواهبة Domer selection schedule:

من الضرورى اختيار البقرة الواهبة قبل التاريخ المتوقع لجمع الجنين الأول لمدة لا تقل عن ٤ – ٦ أسابيع، وهل سيتم نقل الجنين بحالة غير مجمدة أو مجمدة، وبمجرد أن يتم اختيار الأبقار تعطى لها التحصينات والعلاج ضد الطفليات، وفى حالة تصدير الأجنة يجب تصدير اختبار صحة البقرة لكى يتضح أن البقرة الواهبة تتفق حالتها مع الاحتياجات التى تتطلبها البلد المستوردة، كما تعطى التحصينات للبقرة الواهبة على الأقل ٣٠ يوما قبل فترة الشبق التى فيها البقرة الواهبة لقحت لأجل انتاج الجنين، وبالاضافة إلى ذلك أنه من المفضل أن ترسل البقرة الواهبة إلى مركز جمع الأجنة مدة شهر قبل جمع الجنين لكى تُعطى البقرة وقتًا للتأقلم.

الحالة والتغذية: واهبات الأجنة لابد أن تؤخذ منها الأجنة على الأقل بعد شهرين من الولادة، ولابد أن تكون فى حالة صحية جيدة وليست سمينة ولا رفيعة الجسم لان الامهات السمينة الجسم لابد من محاولة انقاص وزنها لأنها لا تؤدى بكفاءة برنامج نقل الأجنة، ولابد أيضًا أن تكون مغذاه جيد جدًا لمدة ٥ – ٦ أسابيع قبل الدخول فى الحصول منها على الأجنة. وإذا كان المرعى غير كافيًا لتحقيق هذا الغرض فلابد من إمداد الامهات بتغذية اضافية مع تزويد العليقة بنوعية جيدة من الدريس والحبوب، وتتوقف الكمية المضافة من الغذاء على الكمية والنوعية المتوفرة من نباتات الرعى وعلى حالة الحيوان. وإذا لم يتوفر المرعى الجيد فلابد من اعطاء الحيوانات من ٥ – ٦ كجم دريس جيد الصفات مضافا إليه ٢ – ٤ كجم حبوب لكل حيوان يوميًا لأن الحيوان يحتاج إلى مصدر للطاقة. ومثالاً للحبوب الشعير والشوفان لامتيازهما فى الطاقة وانخفاض الرطوبة.

وعمومًا إذا كان الغذاء كافيًا من حيث الكمية والنوعية فلابد من مراعاة حاجة الحيوان من الفيتامينات والاملاح المعدنية. ومن المفضل اعطاء الامهات الواهبة حقن من فيتامينات A ، D ، E قبل الدخول فى التلقيح بمدة ثلاثة – أربعة أسابيع. ويوجد أيضا حقيقة أن عنصر السيلنيم يحتمل أن يصبح محدودًا فى بعض الحالات ولذلك يلزم اعطاؤه للحيوان فى صورة حقن والأفضل حبوب فى الكرش. كذلك تزويد الحيوان بعنصر النحاس لأن نقصه أو زيادة كميته تسبب مشكلة. كما يتم مناقشة نقص الفيتامينات والأملاح مع أخصائى التغذية والطبيب البيطرى.

عمر الأبقار الواهبة Age of doners :

الأبقار من ٣ – ٨ سنوات عامة تعطى أحسن النتائج بينما العجلات يمكن أن تؤدى هذا العمل بكفاءة عالية فى حالات اعطاءها عدد قليل من الأجنة فى المتوسط بالمقارنة بالأبقار تامة النمو من ٣ – ٨ سنوات. كذلك الأبقار كبيرة السن أحيانًا تعطى عددًا كبيرًا من الأجنة تستجيب جيدًا للنمو ولكن عمومًا لا تقارن بالابقار صغيرة السن.

والأبقار فى أول ولادة تكون دائما فى حالة اختبار لأنها مازالت فى مرحلة النمو وادرار اللبن ولذلك يجب الاهتمام بتغذيتها جيدًا لتعطى نتائج جيدة فى نقل الأجنة.

عدد مرات التلقيح :

يُفضل إجراء التلقيح مرتين الأولى حوالى ١٢ ساعة بعد بدء حالة الشبق والثانية بعد ذلك بمدة ١٢ ساعة.

وفى حالة توفر السائل المنوى جيد الصفات وتوفر الخبرة فى اتمام برنامج نقل الأجنة فإن التلقيح مرة واحدة يمكن أن يكون كافيًا. وفى هذه الحالة من الأهمية الكشف عن حدوث الشبق عدة مرات وإجراء التلقيح بعد بداية ظهور الشبق من ١٠ – ١٢ ساعة (المدة المثالية ١٨ ساعة)، وقد تظهر مشكلة فى حالة التلقيحة الوحيدة فى نقل الأجنة عندما يُفرز من المبيض عدد كبير من البويضات ويمكن أن يمتد التبويض خلال ٢٤ ساعة وأكثر. ومع مرور الوقت تخرج البويضات الأخيرة من المبيض ولا تجد كمية كافية

من الحيوانات المنوية لإخصابها ولذلك يجب تصحيح أسلوب إجراء التلقيح الصناعى وضبط الإجراءات وأن يمارس ذلك ذو الخبرة فى هذا المجال.

العوامل الوراثية بين وداخل الأنواع: تُعتبر بعض عائلات الابقار واهبات جيدة للأجنة بالمقارنة بآخرين، وهذه الصفة تستمر بين الأجيال بينما يوجد بعض اختلافات بين الأنواع، ومع ذلك فإن معظم الأنواع تؤدى دور الامهات الواهبة جيدًا إذا تم إعدادها جيدًا وخاصة الاهتمام بتغذيتها.

الضغوط غير الملائمة Stress : فهى تؤثر سلبيًا على عدد الأجنة القابلة للنمو والمستخلصة من الأم الواهبة. كما أن الظروف المناخية الرديئة (الحرارة الشديدة أو البرد الشديد) يمكن أن يؤثر كثيرًا على النتائج ويؤدى إلى نسبة عالية من البويضات غير المخصبة ونفوق أجنة أستخلصت من الأمهات الواهبة.

فإذا كان الجو حارًا لابد أن تقف الأمهات الواهبة فى الظل والمسافة التى تقطعها لكى تُستخدم فى الحصول على الأجنة لابد أن تكون أقل ما يمكن. وفى حالة الجو البارد لابد من توفر الوقاية من البرد مع زيادة مستويات التغذية وتقليل المسافحة التى تقطعها البقرة فى التريض فى حوش الحظيرة .

ثامنًا : الأبقار المستقبلة Recipients :

التكلفة المرتبطة بمعاملة الأبقار المستقبلة فى برنامج نقل الأجنة كبيرة، ويجب عدم اغفالها واعتبارها من التقنيات الهامة حتى يمكن الحصول على معدلات عالية للحمل، وتقليل عدد الأبقار التى تفشل كمستقبلات للأجنة إل الحد الأدنى وكذلك تقليل الولادات الفاشلة .

١ -التغذية: مثل الأمهات الواهبة تعتبر التغذية العامل الهام الذى يؤثر فى نتائج الحمل التى تلى نقل الأجنة إلى المستقبلات . ويجب ألا تصل الامهات إلى زيادة تكوين الدهن على الجسم مع مراعاة وضع الحيوانات تحت مستوى عالى من التغذية (تزويدها بمصادر الطاقة وليس البروتين) لمدة من ٣ – ٤ أسابيع قبل موعد النقل، وتبقى على نفس المستوى من التغذية لمدة ثلاثة أسابيع على الأقل بعد نقل الأجنة. وأحيانًا يكون من

الصعوبة تجنب زيادة أوزان الحيوان فوق المعدل نتيجة للظروف المناخية وعوامل أخرى. وهذه الحيوانات حقيقة تحتاج زيادة فى التغذية فى الفترة التمهيدية لكى تحصل الحيوانات ضعيفة الجسم على مستوى عالى من الطاقة.

وكقاعدة عامة إذا لم يتوفر المرعى ففى هذ الحالة يقدم للأمهات من ٥ – ٧ كجم دريس، ٢ – ٤ كجم حبوب لكل رأس يوميًا للحصول على ارتفاع معقول للطاقة، وحتى إذا توفر المرعى المناسب يقدم للأمهات تغذية حوالى ٢ كجم حبوب لزيادة الطاقة. كما أن التغذية على الدريس تعتبر ضرورية لإمداد الأمهات بالألياف.

واعتمادًا على عوامل الموسم والمكان يُفضل إمداد الأمهات بالفيتامينات والأملاح فعلى سبيل المثال خلال فترة عمل فى الجو الجاف يتطلب توفر فيتامين A ، وفى مناطق معينة املاح مثل سيلينيم والنحاس... إلخ سوف تكون كمياتها محدودة فى النباتات لذلك يلزم اضافتها بالاستعانة بخبرة اخصائى التغذية والطبيب البيطرى.

٢-عمر الأبقار المستقبلة وحالة الولادة عوامل أخرى:

تُعتبر العجلات والأبقار تامة النمو ملائمة كمستقبلات للأجنة مع توفر الصحة وخلوها من الأمراض والطفيليات، وإذا الأبقار التى لديها صغار أستخدمت كمستقبلات لابد أن تكون صغار الماشية عمرها على الأقل ٢-٣ شهور وخاصة إذا حدثت الولادة فى ظروف جيدة ومغزاه جيدًا. والعجلات فى أول موسم ولادة ولديها صغار تكون بوجه عام اقل خصوبه بالمقارنة بمستويات أخرى من أمهات تربية. كما يجب أن يؤخذ فى الحسبان أن البقرة التى ترضع صغيرها تحتاج إلى زيادة فى التغذية بالمقارنة بالعجلات أو البقرة الجافة.

وإن أى بقرة لديها فرصة الحصول على نتاج صغير ولكنها لم تحمل لا تُستخدم كمستقبله للأجنة ولا تكون صالحة لتربية صغارها، كما يجب أن تختبر جميع الأبقار المستقبلة عن صلاحيتها للحمل ويتم اختبارها وهى فارغة قبل الدخول فى برنامج نقل الأجنة.

والعجلات لها ميزة أنها أسهل فى معاملتها (لعدم وجود صغير يرضع منها) وتحتاج إلى كمية أقل من التغذية ومخاطرة أقل عن تلوث الرحم، كما تكلفة شراؤها أقل. أما العيوب فهى أن العجلات سوف تتعرض لمشاكل فى الولادة بدرجة أكبر من الأبقار تامة النمو ولذلك يجب أن يكون نموها جيد (وزن الجسم أعلى من ٣٠٠ كجم عند زرع الجنين).

ومن الأهمية التأكد من حالة الشبق عند الأبقار المستقبلة، وتجنب الخطأ فى نقل الجنين فى غير حالة الشبق حتى لا يؤثر ذلك فى معدلات الحمل.

٣- تزامن حالة الشبق للأبقار الواهبة والمستقبلة Synchronisation of doners and recipients مراحل الحصول على أحسن النتائج من نقل الأجنة من الأبقار الواهبة إلى الأبقار المستقبلة لابد من تزامن حدوث حالة الشبق لهما معا أو فى وقت متقارب بقدر الإمكان، ولابد أن تنقل الأجنة إلى المستقبلات التى فى حالة شبق خلال ٣٦ ساعة (ويُفضل خلال ٢٤ ساعة) من الأبقار الواهبة ولذلك يُعتبر تزامن الشبق للمستقبلات والواهبات هامًا جدًا، وإن الحقن مرتين ب prostaglandin لمدة أحدى عشر يومًا سوف تؤدى إلى دخول معظم الأبقار المستقبلة فى الشبق بعد حوالى ثلاثة أيام بعد الحقن الثانى، وبهذه الطريقة يُلاحظ انتشار الشبق خلال ٢ – ٣ يومًا غالبًا.

وإن استخدام الـ CIDR (بدون الكبسولة) مع حقنة البروستا جلادين قبل ازالة CIDR هى طريقة ممتازة لأجل تحقيق الانتشار المحدود للشبق فى قطيع من الأبقار المستقبلة، ومثالاً لذلك وجود CIDR مختلطًا مع الحقن بحقنة البروستا جلادين لمدة ثمانية أيام يلاحظ فى الصباح فى اليوم السابع دخول نسبة كبيرة من المستقبلات فى الشبق بعد ٤٨ ساعة من إزالة الـ CIDR (فى اليوم الثانى) بما يؤدى إلى الاستخدام العالى للمستقبلات.

وعكس ذلك فإن الزرع فى الأذن (Crestars) يمكن أن يُستخدم بإسلوب مشابه لاستخدام الـ CIDR ، وإن كلاً من الـ CIDR ، Crestars فيهما هرمون بروجسترون وأى طريقة تستخدم فإن النتائج سوف تكون ضعيفة إذا كانت معاملة المستقبلات لم تكن مثالية وخاصة بالنسبة للتغذية.

ويُعتبر الكشف عن حالة الشبق من الأهمية، وتُستخدم فقط الحيوانات التى نشاهد فيها ثبات حالة الشبق، ويجب إجراء الكشف عن حالة الشبق ٤ مرات يوميًا أى فى الصباح ووسط النهار والمساء وحوالى الساعة ١١ مساءًا (بعض العجلات لها حالة شبق لا تستمر ثابتة خلال الليل)، وإن طلاء الذيل بالألوان يساعد على الكشف عن حالة الشبق، ولكن هذا لا يعنى الاستغناء عن الكشف عن ظهور حالة الشبق على فترات، ويمكن الكشف عن حالة الشبق لعدد من الأبقار لا يزيد عن ٤٠ بقرة فى حالة تزامن ظهور الشبق للواهبات والمستقبلات، وإن الجو البارد تقريبا يؤخر ظهور الشبق ويقلل من عدد الحيوانات التى تظهر بها حالة الشبق.

أما بالنسبة لإعادة استخدام المستقبلات لزرع الأجنة فإنه فى حالة النجاح فى الحصول على اثنين أو ثلاثة أجنة جيدة الصفات (برامج ناجحة) ولم تصبح حاملاً مرة أخرى ففى هذه الحالة يُفضل الاستغناء عن هذه الأبقار.

وإذا المستقبلات توقفت فى أكثر من ثلاث حالات ولم يتم تكوين جنين سواء كان بسبب عدم ظهور حالة شبق أو وجود شبق ولكن لم يتكون الجسم الأصفر على المبيض ففى هذه الحالة لابد من الاستغناء عن هذه الأبقار.

تاسعًا : الحصول على عجل كايميرا Chimara :

من حيوانات ذات أنسجة متجاورة ومختلفة وراثيًا التى تتكون من الأجنة المبكرة السن وذلك بدمج البلاستوسيست plastocysts لحيوانات مختلفة كما فى حالة التزاوج بين [(انثى سويدية بنية اللون × ذكر المانى بنى اللون) × (انثى هوليستين فريزيان × ذكر هوليستين فريزيان) والحصول على جنين بطريق اتحاد أربعة أنصاف من اثنين من الأجنة.

عاشرًا : تجنيس السائل المنوى والأجنة Semen and embryo sexing :

بذل علماء تكنولوجيا التناسل مجهودًا كبيرًا فى موضوع تجنيس السائل المنوى، واستخدمت معظم طرق الاختبار عن الاختلافات الطبيعية الحقيقية بين حركة كروموسومات X ، Y كأساس للتفريق بينهما. فمثلاً تم دراسة طرق التفريق التى تهدف إلى

إظهار الاختلاف فى الكتلة وطاقة الحركة وصفات مولدات الأجسام المضادة antigenic والشحنات على سطح الحيوان المنوى الذى يحمل X أو Y ولكن النتائج بالنسبة لمعدلات النجاح ومكرراتها كانت عادة متخفضة.

وفى السنوات الماضية أمكن تنمية طرق تقنية أكثر ثقة لتجنيس السائل المنوى حيث توضح التقنية أن الحيوان المنوى الذى يحمل كرموسومات X أو Y يختلف قليلاً فى احتواءه على DNA ، ولكن مع استخدام تقنية يطلق عليها قياس تدفق الخلايا Flow cytometry يمكن تعيين الاختلافات فى الحجم وتوزيع الحيوانات المنوية إلى مجموعتين على هذا الأساس. ويشتمل هذا الأسلوب من التقنية على صباغة الحيوانات المنوية بصبغة فلوريسنت واستخدام الاختلافات فى تركيز هذه الصبغة وذلك عندما يمر شعاع ليزر خلال خلايا الحيوانات المنوية وبذلك يتم فصل الحيوانات المنوية التى تحمل X عن التى تحمل Y . وتعتبر هذه التقنية بطيئة خاصة إذا كان مطلوبًا تحضير عينات من الحيوانات المنوية بها X وعينات أخرى بها Y وعلى درجة عالية من الدقة ولذلك يمكن أن يتم العزل ل X عن Y فقط فى كميات صغيرة من السائل المنوى مثل الكمية المطلوبة لأجل إحداث الاخصاب خارج الرحم. وقد أمكن الحصول على عدد قليل من صغار الماشية والحملان من هذا السائل المنوى الذى تم فيه فصل Y عن X كرموسوم (Cran. D. G. and etal. ١٩٩٧ ، ١٩٩٣) ومن المرجح أن التحسين فى أسلوب التقنية سوف يسمح بإجراء الفصل بطريقة أسرع وبدقة عالية عند اجراء الفصل فى المستقبل القريب، وأن هذا بالتالى سوف يسمح بإجراء التلقيح الصناعى التقليدى باستخدام سائل منوى حدث به الفصل بين X و Y .

وبُذلت عديد من المحاولات لأجل تحسين أسلوب التقنية فى مجال تجنيس الأجنة (White K. L ١٩٨٩) وأجريت المحاولات على أساس ازالة عدد صغير من الخلايا من الأجنة فى المرحلة السادسة عشر لتكوين الخلايا أو فى مراحل متأخرة من التطور. وفى بعض الحالات أمكن تحديد جنس الجنين عن طريق الملاحظة المباشرة عن طريق إظهار الكروموسومات باستخدام ميكرسكوب النمط الكرموسومى karyotyping لاثبات

وجود كلا الكروموسومين X أو كروموسوم واحد ل Y وكروموسوم آخر ل X . ومحاولات أخرى متغيرة تشمل استخدام اختبار immunological test أى ظواهر المناعة وأسبابها لأجل اكتشاف مواد الأجسام المضادة H-Y التى يتم انتاجها فقط من أجنة الذكر باستخدام الاختلافات المرتبطة بالجنس sex-linked فى نشاط الأنزيم أو استخدام بعض من التقنيات الجزيئية molecular لأجل تعيين تسلسل للـ DNA الخاص ب Y كروموسوم والطريقة الأخيرة تستخدم حاليا على نطاق صغير تجاريا وتعتبر أكثر الطرق الوعدة فى إمكانية تطبيقها بصورة واسعة.

وفى برامج التحسين الوراثى قد يكون تجنيس السائل المنوى أو الأجنة مفيدًا فى زيادة شدة الانتخاب التى تطبق على الأناث وذلك لإنتاج عدد أكبر منهن، وهذا الأسلوب يبدو ذو قيمة قليلة عندما تكون سجلات الأداء متاحة لكلا الجنسين حيث يكون اجمالى عدد الحيوانات المختبرة ثابتا لأن الزيادة فى عدد الأناث تتضمن نقص فى عدد الذكور وبالتالى نقص فى شدة الانتخاب للذكر، ولكن عندما يكون تسجيل الأداء محدداً بجنس معين Sex-limited كما فى حالة انتاج اللبن يمكن أن يؤدى هذا إلى فائدة خلق حيوانات أكثر من الجنس Sex المسجل. وهذا يمكن أن يكون مفيدًا فى مشروعات تكوين نواه للقطيع إذا كانت المشروعات تهدف إلى الوصول إلى ذكور ذات صفات وراثية ممتازة والتى سبق اختبارها بدقة فى مجتمع منفصل من الذكور.

والتطور للوصول إلى تقنية رخيصة وموثوق بها لأجل تجنيس السائل المنوى فى كميات كبيرة تكفى لأجل استخدامها فى التلقيح الصناعى التقليدى يمكن أن يؤدى إلى تحسينات ذات أهمية كبيرة فى انتشار التحسين الوراثى وفى كفاءة الانتاج الحيوانى.

ففى نظم انتاج اللحم لابد أن يتوفر الاهتمام فى استخدام السائل الانثوى "Female" semen لانتاج حيوانات بديلة لتحل محل الحيوانات المستبعدة من الأناث ذات أكبر تعبير للأنوثة فى القطيع، وحيث أن الذكور عادة تُظهر معدلات نمو عالية وذبائح أليافها العقلية لينة بالمقارنة بالاناث، لذلك يُفضل مشروع السائل المنوى للذكور "male"

Semen لانتاج حيوانات لآجل الذبح، ولكم النظم التى يطلق عليها نظم العجلات الناتجة من تلقيحه واحدة once-bred مستخدمًا فقط السائل المنوى semen "Female" للأنثى يمكن أن يعطى أعلى كفاءة بوجه عام. وفى هذه النظم كل عجلة تترك أنثى صغيرة السن كبديل قبل أن تذبح لأجل انتاج اللحم. وفى نظم ماشية اللبن التقليدية السائل المنوى للأنثى "Female" semen يمكن أن يُستخدم لتلقيح البدائل من أحسن الأبقار، وتُترك نسبة كبيرة من أبقار القطيع لتلقح بالسائل المنوى للذكور male semen من نوع حيوانات اللحم أو لأجل إجراء التزاوج بالخلط مع طلوقة لانتاج اللحم. وبنفس الأسلوب إن تطور التقنيات لأجل انتاج عدد كبير من الأجنة الرخيصة والمحسنة يمكن أن يؤدى إلى استخدام الأجنة الانثوية عالية الكفاءة لإنتاج بدائل للاناث المستبعدة والحصول على أجنة ذكور متشابهة cloned لآجل إنتاج حيوانات للذبح أو تنمية نظم تلقيح العجلات مرة واحدة once-bred فقط على أساس الأجنة الأنثوية female embryos .

وفى قطعان اللبن يمكن استخدام أجنة الأناث الممتازة لإنتاج الأناث التى تحل محل الأناث المستبعدة، وكذلك أجنة الذكور التى لها صفات لحم ممتازة. كما يمكن استخدام سجلات مختبرة للأبقار تتصف بسهولة الولادة.

كما أن التقنيات المحسنة التى تهدف إلى تضاعف الأجنة يمكن أن تزيد من فوائد الاستخدام العملى للتزاوج بالخلط. وفى بعض الأحيان فى الماشية والأغنام التزاوج بالخلط يكون غير عملى وغير قابل للتطبيق بسبب انخفاض معدل التناسل لهذه الأجناس. وهذا يعنى أن كثير من الأنواع النقية مطلوب توفرها لانتاج الحيوانات من الجيل الأول F1 من الأناث، وبطريقة منظمة فى بعض الحالات يوجد بعض الأنواع ذات كفاءة وراثية عالية فى الصفات موضع الاهتمام لأجل انجاز مشروع الخلط التبادلى rotational ولكن تقنيات التناسل المحسنة يمكن أن تسمح بإمداد وفير من الجيل الأول من الأجنة لأنتاج أناث بدائل للأناث المستبعدة من مجمع صغير نسبيًا من الحيوانات

الممتازة elite من الأنواع النقية. وهذا يمكن أن يقودنا إلى سياسات الإحلال فى الماشية والاغنام شبيهه بالتى تم توظيفها بالوسائل التقليدية فى المجال التجارى لصناعة الدواجن حيث معظم الأناث التى استخدمت فى الاحلال ثم شراؤها خليطة التركيب الوراثى.

إحدى عشر: تكاثر الأجنة المتماثلة أو المتطابقة Embryo clonning :

إن إنتاج مجموعة من الأجنة المتماثلة أو المتطابقة Identical من جنين أصيل ويطلق على هذه العملية تكاثر مجموعة من الأجنة المتمثلة أو المتطابقة embryo clonning أو embryo multiplication وهذا يمكن أن يتم بطريقة واحدة أو بطريقتين فى الوقت الحالى. والطريقة الأولى تشتمل على تقسيم الجنين بصورة طبيعية إلى نصفين (أربعة أرباع) وإذا كان الجنين الأصلى فى مرحلة مبكرة من التطور فإن النصفين الناتجين فى حاجة إلى إدخالهما فى المنطقة الشفافة Zona pellucida أو منطقة قشرة البيضة "egg shell" قبل الانتقال إلى مرحلة تالية. وإذا كان الجنين فى المرحلة الأخيرة من التطور فإن النصفين يمكن أن تنتقلا بدون هذا الإجراء. وإن التقسيم إلى أكثر من أربعة أجزاء لا يؤدى إلى نجاح حيث تكون الخلايا صغيرة لأجل حدوث التطور الطبيعى وأيضا فإن تكرار انقسام الأجنة إلى نصفين بعد أى مرحلة نمو لا يؤدى إلى نجاح العملية لأن هذا يؤدى إلى تباين كبير جدًا بين التكوين الطبيعى والمرحلة الحقيقية للتاريخ الدقيق لتطور الأجنة حسب تسلسلها الزمنى chronological ، وإن تقسيم الأجنة يمكن أن يُوظف لزيادة الحصيلة الناتجة من الأجنة القابلة للنقل والتحويل وخاصة عندما تكون الحيوانات الواهبة نادرة أو ذات قيمة كبيرة أو فى حالة استخدام تعدد التبويض ونقل الأجنة MOET فى مشروعات التربية المركزية حيث يكون الهدف الحاجة إلى الحصول على عدد من الأجنة من كل حيوان واهب.

ويمكن إنتاج عدد كبير من الأجنة المتماثلة أو المتطابقة بإستخدام طريقة النقل النووى وهذا يشمل إزاذة المنطقة الشفافة Zona pellucida من مرحلة الانتشار إلى ١٦ -، إلى ٣٢ -، وإلى ٦٤- خلية، وفصل الخلايا المتطابقة فى داخل كل انقسام، وكل من

الخلايا الناتجة يمكن إدخاله فى بيضه غير مخصبه والتى قد تم إزالة النواه، وهذه النواة تحتوى على النسخة الوحيدة من الكرموسومات ويتسبب تيار كهربائى فى اندماج الخلية الجنينية الداخله، ويتم اخصاب البيضة غير المخصبة ثم تنمو وتتطور بعد ذلك لتكوين الجنين الجديد.

والفائدة من هذه التقنية أنها تُكون عدد كبير من الحيوانات المتماثلة رغم أن أسلوب التقنية المستخدم يعتبر شديد التعقيد، ويتم نقل النواة باستخدام أجنة مبكرة أو خلايا من أجنة مبكرة.

وقد تم نشر دراسة سنة ١٩٩٦ تفيد أن الأجنة المتطابقة والتى لها القدرة على الحياة وبالتالى الحملان الناتجة من التكاثر للأجنة المتطابقة أمكن إنتاجها باستخدام الخلايا الحية القابلة للتحول التى استخلصت من الأجنة ولكن تم زراعتها وتكاثرها فى المعمل وإن القدرة على تضاعف الخلايا الجنينية فى المعمل وتحقيق تطور ناجح لتكوين أجنة بعد نقل النواة تُعطى دفعة للحصول على عدد كبير من الحيوانات المتطابقة لكى تنتج من زوج واحد من أبوين ممتازين، وهى أيضا تخلق فرص قوية لسرعة تضاعف الأجنة التى حدث تكاثرها وراثيًا نتيجة بعض المحاولات عن طريق نقل الجنين gene transfer وفى سنة ١٩٩٧ تم نشر دراسة عن حمل أمكن انتاجه عن طريق نقل النواة nuclear trarsfer من خلية تامة النمو من جسم نعجة تامة النمو، وهى المرة الأولى التى امكن تكوين حيوان من الثدييات من خلية تامة النمو من جسم نعجة تامة النمو (Wilnut I and others ، ١٩٩٧) ويبدو واضحًا أن هذا الاكتشاف يعتبر فرصة جديدة لأجل تكاثر حيوان تام النمو adult cloning نظرًا لأن الحيوانات المتشابهة يمكن أن نحصل عليها من حيوان فرد بأداء متقن بدرجة أحسن من الأجنة التى تم تكوينها من أبوين وتتميز بمتوسط عالى للصفة.

والتعقيد المحتمل بالنسبة لنقل النواة أن النقل لا يتم بنقل DNA النواة – وكما سبق شرحه أن سيتوبلازم البويضات والأجنة يوجد به DNA فى الميتاكوندريا التى تُورثها من الأنثى التى تنتج البويضات، ويوجد تقارير توضح أن DNA الميتاكوندريا التى تنتقل من

الأم إلى البنت فقط لها تأثير معنوى قليل على إنتاج اللبن (Gibson I. P and otbers ١٩٩٧)، وإذا تم اثبات ومناقشة هذه الاكتشافات فإنه يحتمل وجود تباين بين الخلايا المتطابقة كنتيجة للتباين فى ميتاكوندريا DNA فى البويضات المستقبلة.

وفى برامج التحسين الوراثى تكاثر الأجنة المتماثلة أو المتطابقة يمكن أن يُستخدم لانتاج كثير من الحيوانات من نفس التركيب الوراثى بهدف تحسين الدقة فى التقييم أو لنسمح بإجراء التقييم للصفات بطريقة طبيعية مقاسة بعد الذبح لإعطاء أعضاء المجموعة التى حدث بها التطابق. وهذا سوف يشمل زراعة بعض الأجنة من كل سلالة متطابقة لإنتاج حيوانات لأجل الاختبار، وتجميد سلالات أخرى لنسمح باستخدامات تالية (أو إجراء تكاثر أجنة متماثلة) من أحسن سلالة من الأجنة المختبرة المتطابقة فى التربية أو البرامج المنتشرة، وإن تكاثر الأجنة المتطابقة من المتوقع أن يكون له قيمة فى برامج التربية فى ظل ظروف معينة. وكمثال لذلك فى حالة مشروعات تكوين أنواع ماشية اللبن إذا تم إجراء اختبار للسلالات المتطابقة فى مجتمع منفصل، ولكن إذا أُخذ فى الاعتبار تكاثر الأجنة المتطابقة فقط فى محيط مشروعات التربية المقفلة مع استخدام عدد محدد من الحيوانات المختبرة فإن الفوائد المتوقعة تقل أو تختفى بوجه عام حيث أن المحافظة على كثير من الحيوانات المتطابقة يعنى أن عائلات قليلة مختلفة يمكن المحافظة عليها ولذلك تقل كثافات الانتخاب.

ويُسمح باستخدام التكاثر للأجنة المتطابقة بظهور تأثير التباين الوراثى الغير تجميعى، وبصورة تقليدية فإن الانتخاب للصفات الكمية داخل الأنواع يهدف إلى تحديد الحيوانات التى لها أعلى كفاءة وراثية تجميعية ولكن من الصعوبة الاستفادة من التباين غير التجميعى فى الانتخاب حيث تجمع عوامل وراثية غير تجميعية معينة (الذى يؤدى إلى كفاءة عالية للآباء) يحدث لها تمزق وتخلط بين جيل والذى يله، ولكن المقارنة بين السلالات المتطابقة الناتجة من أباء مختلفة يسمح بانتخاب هذه السلالات مع أحسن تجمع للكفاءة الوراثية التجميعية وغير التجميعية، وحيث أن الحيوانات الناتجة من نفس السلالات المتطابقة لها تراكيب وراثية متطابقة فإن التركيب الوراثى المرغوب سوف يحدث له اعادة تكوين بصورة تامة نتيجة لتكاثر آخر تطابق.

وبنفس الأسلوب يمكن أن تتكون السلالات المتطابقة من الخلطان crosses التى تكونت من أنواع لتفجر قوة الهجين إذا كان هذا له أهمية للصفات التى تهمنا. وينتج من التكاثر بالتطابق نسبة مثالية من كل نوع من الآباء، وهذا يقلل من المشاكل التى تقابلنا من استخدام الخلط التبادلى rotational الذى يكون كثير من الحيوانات بنسبة أقل من النسبة المثالية التى ساهمت من أنواع مختلفة.

وبينما الفوائد من التكاثر بالتطابق فى التحسين الوراثى يُحتمل أن يكون محدودًا فإن كفاءة أسلوب التقنية للإسراع من انتشار التحسين الوراثى فى القطعان التجارية كبيرًا، ولأجل تحقيق هذه الكفاءة بثقة يجب أن يؤخذ فى الحسبان استخدام وسائل التكلفة المؤثرة لأجل التكاثر بالتطابق وأيضا الحاجة إلى تقنية محسنة وتكلفتها مؤثرة لأجل توصيلها مشتملة على طرق موثوق بها لأجل تجميد الأجنة المتطابقة والنقل التالى غير الجراحى لها.

والعيوب المحتملة تشمل المخاطر بتكوين عدد كبير جدًا من الحيوانات التى بالتالى تصبح معرضه للإصابة بالمرض أو التى تصبح غير مناسبة للطرق الحديثة فى الإنتاج، ولكن من الممكن تقليل بعض المخاطر وذلك عن طريق إجراء تنوع وراثى معقول فى مجتمعات ممتازة رُبيت بصورة تقليدية وتُنتج عديد أو كثير من السلالات المتطابقة منفصلة عنها والتكاثر بالتطابق يمكن أن يوفر انتاج الحيوانات التى توجه بكثرة إلى أسواق معينة، وأيضًا فى داخل كل من نوعيات هذه الأسواق فإن التكاثر بالتطابق يمكن أن يساعد الفلاحين التجاريين لانتاج منتج أكثر تجانسًا ومطلوبًا للمستهلكين.

إثنى عشر: تطبيقات الوراثة الجزيئية Molecular genctic technologies :

حاليًا معظم طرق الانتخاب فى الحيوانات الثديية تتم عمليا بقليل أو عدم معرفة عن ما يحدث فى مستوى الـ DNA ، وكان الانتخاب يوجه إلى معرفة تأثيرات العوامل الوراثية بدرجة أكبر من معرفة العوامل الوراثية نفسها.

ويتحكم فى بعض الصفات عامل وراثى واحد وله تأثير كبير وواضح على الصفات

مثل صفات لون الغطاء الشعرى وعدم وجود القرون وتضاعف تكوين العضلات، وفى هذه الحالات يوجد ارتباط قوى واضح بين العامل الوراثى وتأثيره رغم أن نشاط الجين غير المضيف مثل السيادة يمكن ومازال يُحدث صعوبات فى تحديد التركيب الوراثى الحقيقى للحيوان، ولكن بالنسبة لمعظم الصفات ذات الأهمية الاقتصادية فإن أداء الحيوانات يتأثر بتركيبهم الوراثى فى كثير من المواقع المختلفة على الكرموسومات، كما أنه فى كثير من الحالات تأثير هذه العوامل الوراثية يتأثر بالتأثيرات البيئية على الصفات التى هى موضع الاهتمام، ولذلك يعتبر الربط بين عوامل وراثية معينة والأداء غير واضح.

ورغم هذه المشاكل أمكن تنمية طرق مؤثرة جدًا لتحديد الحيوانات التى لها قيم تربوية مرغوبة. وهذه الطرق وعن طريق استبعاد كثير من التأثيرات البيئية بقدر الإمكان مع استخدام معلومات ذات ثقة عن أداء الأفراد وعن الأقارب لآجل إجراء الانتخاب وقياس التباين التجميعى لجميع المواقع الجينية التى تؤثر على الصفة موضع الاهتمام. وهذه المعلومات كانت مفيدة فى التنبؤ بمتوسط الكفاءة الوراثية للنسل ولكن لا يمكن التفريق بينهم إلا بعد توفر سجلات أداء لهم أو سجلات أداء من نسلهم. وهذه التقنيات تم تطبيقها مع نجاح مميز فى معظم أجناس الحيوانات الثديية ولكن بعض تطبيقات الوراثة الجزيئية تعطى فرصة التحسين لهذه الطرق المستخدمة والهدف من هذا الشرح هو عرض بعض هذه التطبيقات بالتفصيل والتى بدأت تأخذ اهتمامًا فى مجال تحسين الحيوانات الثديية أو التى يحتمل أن لها أهمية فى المستقبل، والثلاثة تطبيقات تكنولوجية فى الوراثة الجزيئية موضع الاهتمام هم الخريطة الجينية genome mapping واستخدام المعالم النووية molecular markers ونقل الأجنة gene transfer .

والمعالم الظاهرية للتباين فى مستوى DNA مثل التباين فى لون الغطاء الشعرى للحيوان، ووجود أو غياب القرون. وقد استخدم التباين فى حجم الحيوان ومظهره فى انتخاب الحيوانات الزراعية منذ بدء استئناس هذه الحيوانات . وحديثًا يستخدم التباين فى مجموعات الدم ونسبة البروتين فى اللبن كمعالم markers عن التباين فى مستوى DNA ، ولكن حدث فى خلال عشرات السنوات الأخيرة إمكانية أن يكون لدينا أدوات لكى

نقيس هذا التباين مباشرة بالاستعانة بمستوى DNA . وهذه الأدوات يطلق عليها المعالم الوراثية النووية molecular genetic markers . وهي بصفة أساسية بديلاً عن أجزاء من DNA كموقع متميز على الكروموسوم الذى يتطابق عن طريق اختبار معملى.

ومعالم الوراثة النووية لها الكفاءة لكى تُنقح برامج الانتخاب للحيوان فى بعض الحالات وتُغيرهم بطريقة أكثر إثارة فى حالات قليلة، وهم أيضا لهم قيمة فى عمل تصحيح لتحديد نسبة الحيوانات، وفحص أصل منتجات الحيوان، وتحسين مفهومنا عن التطور، والتمهيد للطريق إلى فهم كامل عن التركيب والوظيفة للجينات وتحولاتها أو انتقالها، وأنه من الممكن بسهولة إيجاد العلاقة بين معلم نووى معين. وصفات الحيوان ذات الأهمية بدون معرفة أى كرموسوم أو أى جزء من الكرموسوم يقع عليه المعلم marker .

إن البحث عن معالم نووية مفيدة يمكن أن توجه بصورة أكبر عن طريق انتشار معلومات آتية من مشروعات الخرائط الجينية genome mapping .