

الباب التاسع

التطبيقات التكنولوجية الحديثة

obeikandi.com

الباب التاسع

التطبيقات التكنولوجية الحديثة

New technologies

المقدمة : Introduction

يعتبر التحسين الوراثي أحد الاستراتيجيات المؤثرة والمتاحة لأجل تغيير أداء حيوانات المزرعة ويُعتبر هذا التحسين بطيء نسبياً بالمقارنة ببعض الطرق الأخرى مثل التغذية ولكن التحسين الوراثي يُعتبر تأثيره دائم وتراكمي، وفي معظم الحالات يعتبر تأثيره مكلفاً بدرجة عالية ويحتاج إلى تدعيم. ومجتمعات الحيوانات التي تتميز بكفاءة وراثية عالية مطلوبة للحصول منها على عائد عالٍ في صناعة قطعان الماشية. وقد أستخدم التحسين الوراثي عامة بكفاءة في صناعة الدواجن في كثير من البلاد، ولكن على الأقل حتى وقتنا الحاضر استخدامه أقل تأثيراً في بعض مشروعات انتاج الألبان، وأقل تأثيراً في مشروعات تربية ماشية اللحم والأغنام.

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

وتعتمد معدلات التحسين الوراثي على أربعة عوامل رئيسية وهي:

١- كثافة أو عمق الانتخاب المستخدم.

٢- الدقة التي تستخدم للتنبؤ بالقيمة الوراثية للصفة.

٣- كمية التباين الوراثي في الصفة موضع الاهتمام.

٤- مدى الجيل.

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

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

وقد تم دراسة بعض الأمثلة في مجال التحسين واتضح أن اشتغال أدلة indexes التربية لماشية اللبن على الصفات التي تؤثر في إطالة الحياة الإنتاجية وتوفير الصحة من المرجح أنها تؤدي إلى زيادة في الدخل ومشاركة هامة في التقدم الاقتصادي الإجمالي وتقوية برامج التربية وكذلك المعرفة الجيدة عن العلاقات بين الصفات الإنتاجية والصفات التي يمكنها المواءمة في الظروف البيئية القاسية والتي يمكن أن تساعد في الإنتاج وتطبيق برامج التربية.

وفي معظم الحالات تكون الوسائل متاحة لكي تتحقق هذه التحسينات ولكن تحتاج

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

وفي حالات أخرى فإن التطبيقات التكنولوجية الحديثة يمكن أن تساهم فى الاسراع فى التحسين الوراثى ومثالا لذلك أن الوسائل الفنية الحديثة فى تجهيز شرائح رقيقة فى لحم الذبيحة يمكن أن تحسن من معدلات التقدم فى دراسة صفات الذبيحة وذلك بالحصول على بيانات دقيقة عن تكوين الذبيحة لاستخدامها 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 الأصلية.

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 والمستقبل 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، وأيضا 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.

وفي ماشية اللبن الصفات الرئيسية وذات الأهمية هي الصفات المحددة للجنس وتقاس في وقت متأخر من حياة الحيوان ويوجد عديد من التطبيقات التكنولوجية متاحة أو يجري لها التحسين والتي يمكن أن تسرع في التقدم في برامج التحسين الوراثي في المجترات وهذه البرامج تشمل التلقيح الصناعي (AI)، وتعدد التبويض أو استخلاص البويضات غير المخصبة مباشرة من مبايض الأبقار الحية أو المذبوحة recovery of eggs، ونقل الأجنة Embryotransfer (MOET)، وأنتاج الأجنة في أنابيب الاختبار خارج الجسم in vitro (أى أنتاج الأجنة في بيئة المعمل)، وتجنيس السائل المنوي أو الأجنة، والانتاج المكثف لأجنة متشابهة cloning. وهذه التكنولوجيا من الأهمية دراستها بالتفصيل وكذلك معرفة تأثيراتها.

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

١- التطبيقات التكنولوجية في مجال التلقيح الصناعي:

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

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

ورغم أن استخدام التلقيح الصناعي في تربية ماشية اللحم أقل انتشارًا بالمقارنة بتربية ماشية اللبن فإن الإجراءات الفنية لها نفس التأثير. وفي كثير من البلاد أحد المساهمات الأساسية للتلقيح الصناعي في برامج تربية ماشية اللحم هي إيجاد روابط وراثية بين القطعان التي تساعد على إجراء تقييمات وراثية داخل هذه القطعان.

ويعتبر التلقيح الصناعي في الماشية رخيصًا نسبيًا وبسيطًا يسمح بالتعامل مع ذكور موثوق بها وحيوانات لها كفاءة وراثية عالية. وهذا يعنى أن التلقيح الصناعي أحسن طريقة مؤثرة لانتشار التحسين الوراثي في القطعان التجارية، ويعتبر هذا صحيحًا في تربية ماشية اللبن حيث القطعان التجارية تعتمد كثيرًا على التلقيح الصناعي ولها القدرة على تكوين طلائق لها كفاءة وراثية عالية. وفي بعض البلاد نلاحظ تفوق متوسط الكفاءة الوراثية للقطعان التجارية بالنسبة للصفات الإنتاجية على الكفاءة لقطعان المربين حيث يهتم المربون بتكوين الأنواع الجديدة في 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 يؤدي إلى الحد من استخدام التلقيح الصناعي لأجل إنتشار السائل المنوي للطلوقة رغم وجود زيادة في الاهتمام بالاستفادة من تشخيص الشبق في قطعان اللحم التجارية وذلك للاستفادة بصورة عملية من التلقيح الصناعي وبصورة أكبر والاستفادة من الطلائق ذات الكفاءة الوراثية العالية.

٢- تعدد التبويض ونقل الأجنة Multiple ovulation and Embryo transfer

Embryonic Multiple transfer (EMT) (MOET) أو في الوقت الحالي زاد الاهتمام بإيجاد طرق موثوق بها لأجل زيادة التبويض super ovulation واستخلاص الأجنة سليمة embryo recovery وتجميد الأجنة embryo freezing ، ونقل الأجنة embryo

transfer فى الماشية (Woolliains J.and Wilmot ١٩٨٩) وقد تم اقتراح عدد من التطبيقات عن الطرق العملية للمحافظة على الأجنة 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 الأنثى 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 الطلائق المختبرة، ولكن يستغرق هذا الاختبار مدة أقل بحوالى ستين حتى يمكن تكمله وتوفير مستوى وراثى عالى. والجدول التالى (٩-١) يوضح مقارنة الوقت وخطوات برنامج اختبار النسل التقليدى مقارنة مع ال EMT مما يؤدى إلى قلة التكلفة بالمقارنة ببرنامج اختبار النسل للطلوقة وبذلك نحد من تكلفه رعاية الطلائق حيث بمجرد أن تنتهى اختبارات المجموعة الأولى من العائلات المتطابقة فإن الخمسة من الطلائق التى فى القمة يتم تكرارها فى أعداد كبيرة وتباع.

جدول (٩-١) مقارنة بين التلقيح الصناعي التقليدي وبرنامج EMT لاختبار الطلوقة.

السنة	برنامج التلقيح الصناعي التقليدي	برنامج الاختبار EMT
صفر	تزاوج أحسن الطلائق مع أحسن الأبقار	تزاوج أحسن الطلائق مع أحسن الأبقار.
١-	ولادة الطلائق	وتوزيع سلالات أجنة أنثى عوملت بنظام EMT .
٢-	الحصول على منى من الطلائق لاختباره	إختبار EMT للعجلات المولودة.
٣-	ولادة النسل	إختبار EMT للعجلات الملقحة.
٤-	تسجيل أداء النسل ويتم إجراء اختبار نسل له بصفات اللبن.	إختبار EMT للعجلات التى وضعت صغارًا.
٥-	تضع البنات مولودًا.	إختبار EMT لسلالات تم تعيين القيمة التربوية لها.
٦-	الطلوقة يُجرى لها اختبار نسل لصفات الأمهات.	ولادة الإنتاج الرئيسى ومن عجلات EMT .
٧-	ولادة الإنتاج الثانى من البنات.	تلقيح الإنتاج الرئيسى من عجلات EMT .
٨-	تلقيح الإنتاج الثانى من البنات.	الإنتاج الرئيسى من عجلات EMT تضع مواليد.
٩-	بضع 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 لـ MOET على معدلات التحسين الوراثى فى المجترات، وتنبأت الدراسات المبكرة بأن معدلات التحسين فى ماشية اللحم وماشية اللبن والأغنام يمكن أن تزيد بمقدار مرتين بالمقارنة بمشروعات التربية التقليدية. وكنتيجه 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

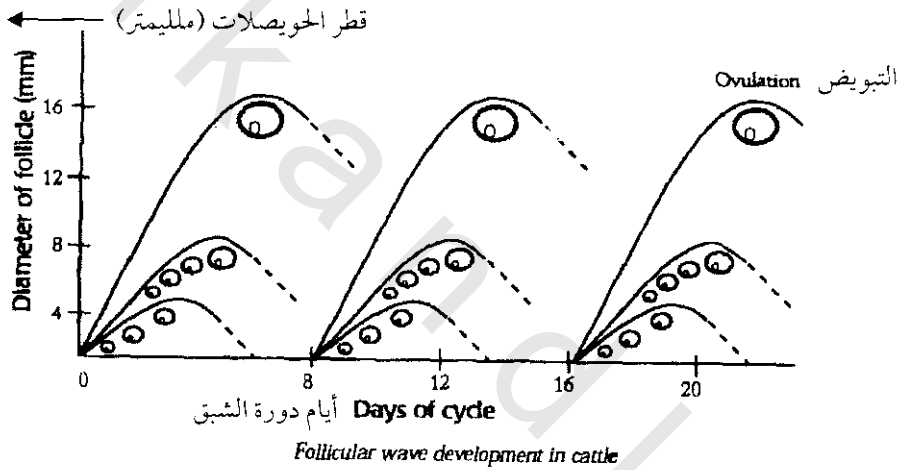
تقريبًا على أساس الـ MOET أيضًا ولكن دراسة نظرية في منتصف ١٩٨٠ وبعد ذلك أظهرت أن النتائج الأولية كانت ذات حساسية كبيرة في تغيير بعض الفروض فمثلاً معظم الدراسات المبكرة استخدمت معدلات نجاح متفائلة لأجل تطبيق الـ MOET وكان من الصعوبة تحقيقها في مجال المزرعة عمليًا.

ومن الناحية النظرية يمكن أن تكون الـ MOET طريقة تكنولوجية مؤثرة لأجل نشر التحسين الوراثي إلى الأقسام التجارية للصناعات في مجال تربية الحيوان حيث لدى الأجنة الكفاءة لأعطاء نسبة عالية من الولادات الناجحة بالمقارنة بالتلقيح الصناعي رغم أن هذه الكفاءة مازالت بعيدة عن التحقيق. كما تحتوي 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 الصناعي المستخدم في الأنث 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 نسبيًا عدد قليل من الأجنة على الأقل تقارب عدد الدفقات من السائل المنوي الذي يمكن أن يعطيه كل ذكر. وبعيدًا عن هذا السبب يعتبر الأسلوب التقني المعقد المستخدم في إجراء الـ MOET مكلفًا جدًا بالمقارنة بالتلقيح الصناعي وكذلك أقل جاذبية كوسيلة للانتشار.

وقد تحقق أول نجاح في نقل الأجنة (ET) embryo transfer في الحيوانات في القرن الماضي في الأرانب وقد أمكن في السنوات الأخيرة خلال ١٥ - ٢٠ سنة تطبيق هذا الأسلوب التقني في المجال التجاري في الماشية.

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

جرعات الخصوبة المستخدمة في 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 في كل مبيض وغير معروف سبب فقد هذه البويضات، ولكن هذا يحدث في أغلب الأجناس حتى الإنسان، ومن عشرة آلاف بويضة الباقية سوف تنتج فقط ٥ - ١٠ من صغار الماشية بصورة طبيعية. وتنمو الحويصلات في صورة موجات waves في المبيض خلال دورة طبيعية، ولكن عادة حويصلة واحدة فقط (أو اثنان في حالة التوائم غير المتطابقة) تفرز بيضة واحدة عند التبويض (شكل ٢١-١).



شكل (٩-١) موجات تطور الحويصلات في الماشية

وفي الـ MOET الهدف هو تحفيز عدد من الحويصلات لكي تستمر في النمو وتكوين بويضة وهذا يتم عن طريق تزويد البقرة بجرعة زيادة من الهرمون المنبه للحويصلات المبيضية FSH (يفرز من الفص الأمامى للغدة النخامية ويُنشط نمو وتطور الحويصلات المبيضة في الأنثى وينشطها لإفراز هرمون الايستروجين، كما ينبه لانتاج (تكوين الحيوانات المنوية في الذكور). ومع حقن الأنثى بسلسلة من الجرعات خلال عدد من الأيام ينمو في المتوسط عشرة أو أكثر من الحويصلات على المبياض (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 والواهة (المانحة) وبرنامج تزامن حالة الشبق فى الأبقار
المستقبلة البويضات

اليوم	الواهيات (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 بـ CIDR	الحقن بـ CIDR
١٩ نوفمبر	أحقن بـ امترادبول 17 B	
٢٣ نوفمبر	أول حقبة FSH (صباحاً)	
	ثاني حقبة FSH (مساءً)	الحقن prostaglandin (ظهراً)
٢٤ نوفمبر	ثالثاً حقبة FSH (صباحاً)	
	رابعاً حقبة FSH (مساءً)	
٢٥ نوفمبر	خامس حقبة FSH وحقبة prostaglandin الثالثة (صباحاً)	إزالة CIDR's (ظهراً)
	سادس حقبة FSH وحقبة prostaglandin الرابعة (مساءً)	
	إزالة الـ CIDR (مساءً)	
٢٦ نوفمبر	سابع حقبة FSH (صباحاً)	
	ثامن حقبة FSH (مساءً)	
٢٧ نوفمبر	الكشف عن حالة الشبق/ التلقيح الصناعى	الكشف عن حالة الشبق.
٢٨ نوفمبر	الكشف عن حالة الشبق/ التلقيح الصناعى	الكشف عن الحالة الشبق.
٤ ديسمبر ١٩٩٦	ثم الاخصاب وتكوين الجنين	الكشف عن حالة الشبق. 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.

ثالثاً : 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 باستخدام آلاف البويضات الموجودة فى مبايض أنثى الحيوانات.

ويُعتبر أحد أهداف إنتاج الأجنة فى المعمل (خارج الرحم) تحسين كفاءة صغار الماشية من أبقار اللبن أو المستخدمة لرعاية الصغار وذلك بإيجاد أجنة $\frac{3}{4}$ أو $\frac{7}{8}$ تراكيها 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 وراثى نسبة كبيرة من أنواع اللحم الأصيلة، ولأجل انتاج أجنة من أبقار ناضجة تم إخصابها بسائل منوى من طلائق 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 فعلاً 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 إخصاب البويضات وهذا الأسلوب يسمح بكثافات عالية للذكر مع مراعاة الدقة العالية. وهذا سوف يعوض العيوب المحتملة فى أساليب الانتخاب لأجل الأنثى 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 تتمكن 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 oocytes* أو النقاط 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 الأصلية التى له كفاءة وراثية عالية يمكن أن تُستخدم كواهبة للبويضات ولذلك يصبح الأسلوب التقني له فائدة كبيرة في التحسين الوراثي وليس لمجرد إنتشار هذا الأسلوب.

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

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

٤- يمكن تجميع البويضات قبل التلقيح من الإناث الواهية في مراحل مبكرة من الحمل.
٥- البويضات يمكن أن يتم جمعها أسبوعياً من الإناث الواهبة والسماح بعشرات أو مئات من الأجنة يمكن تكوينها من نفس الأنث الواهبة.

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

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

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

والأجنة التي تتكون باستخدام أسلوب النقاط البويضة من الأفضل استخدامها في برامج التحسين الوراثي في القطعان الممتازة elite بدرجة أكبر من استخدامها لأجل التحسين في القطعان التجارية.

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

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

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

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

بمجرد تجميع البويضات oocytes من مبيض حيوانات ذات قيمة تربوية يوجد ثلاثة إجراءات فنية منفصلة التي لا بد من استخدامها لإنتاج الأجنة: الانضاج خارج الرحم والإخصاب خارج الرحم وتنمية الجنين خارج الرحم، وبمجرد أن تصل هذه الأجنة إلى عمر حوالى سبعة أيام يتم نقلها إلى أبقار مستقبلية مناسبة ومجهزة أو يتم تجميد

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

أ- *in vitro Maturation (IVM)*: تكون البويضات التي تم جمعها من المبايض غير ناضجة، وهذا يعني أنها لا يمكن أن تُخصب حتى تصل إلى مرحلة النضج، وتحتاج عملية النضج إلى مدة ٢٤ ساعة وتتم في محلول ملحي خاص الذي يحتوي على الهرمونات اللازمة لذلك، وهذا المحلول يهبط الظروف لمحاكاة الأحداث التي تحدث بصفة طبيعية في مبيض البقرة في خلال ٢٤ ساعة قبل التبويض.

ب- *in vitro fertilization*: تقبل البويضات الحيوان المنوى بمجرد نسجوها وبذلك يتم إخصابها، ولكن قبل حدوث هذا يجب أن تعامل الحيوانات بمحلول كيمياوى خاص يسمى هيبارين *heparin*، وبصورة طبيعية عندما يتم تلقيح البقرة سواء باستخدام التلقيح الصناعى أو بالتلقيح الطبيعى يجب أن يقضى الحيوان المنوى من ٦-٨ ساعات في الجهاز التناسلى للبقرة قبل أن تستطيع الحيوانات المنوية إخصاب البويضة المفترزة من مبيض البقرة. وخلال هذا الوقت تعمل كيمياويات طبيعية (تشبه الهيبارين) على انضاج الحيوانات المنوية وتستطيع اختراق البويضة، ولذلك في حالة إخصاب البويضة خارج الرحم لابد من اضافة الهيبارين.

ومطلوب توفر من ٢٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ حيوان منوى لأجل خصاب كل بيضة وهذا يتوقف على الطلقة حيث تختلف الطلائق المختلفة في قدرتها على الإخصاب في حالة الإخصاب خارج الرحم *IVF*.

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

وبعد الإخصاب عندما يخترق الحيوان المنوى البويضة يتكون الزيجوت من خلية

واحدة ثم تنقسم هذه الخلية وبعد ٢٤ ساعة يصبح الزيغوت مكون من خليتين، ويستمر انقسام الخلايا وكل ١٢ - ٢٤ ساعة يحدث إنقسام جديد في الزيغوت، وفي خلال سبعة أيام بعد الاخصاب يحتوى الجنين على ١٠٠ - ١٤٠ خلية وهذه المرحلة تسمى مرحلة blastocyst ، وفي هذه المرحلة يكون الجنين على استعداد لكى يتم نقله في رحم بقرة مستقبلية والتي 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 في خطوات الإجراءات الوسط أو المحاليل الملحية الخاصة بذلك والمستخدمة للإخصاب وللأخصاب وتنمية البويضات المخصبة. ويعتبر التركيب السليم لهذه المحاليل هاماً لنجاح العملية، ولذلك فإن النتائج التى نحصل عليها حالياً من الاخصاب خارج الرحم مازال الطريق طويلاً حتى تبلغ إلى المثالية في 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 جديداً جداً والتطبيقات والوسط Media اللازم مازال يحتاج إلى مزيد من الدراسة، والنتائج تبشر بالتحسين في التطبيق التكنولوجى المثير للاهتمام. والعملية كلها في انتاج الأجنة في المعمل مشتملة على IVC ، IVF ، IVM يطلق عليها انتاج الأجنة خارج الرحم IVP .

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

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

أصبحت عقيمة والتي 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 المبيض من العجلات صغيرة السن فى عمر شهرين.

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

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 مبيض لإمها تربية حدث لها نفوق فجائى حيث يتم نقل المبيض إلى معمل مناسب خلال ٦ - ١٢ ساعة بعد النفوق.

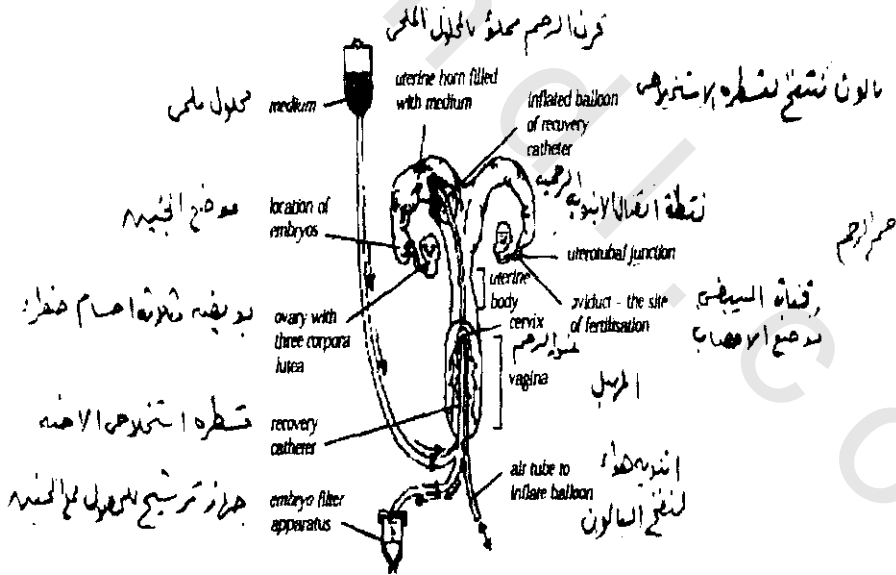
رابعاً : الحصول على الأجنة Recovery of embryos :

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 ملهى 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 في طبق ثم توضع الأجنة تحت الميكروسكوب لفحصها.

وليس كل البويضات التى أفرزها المبيض يتم إخصابها (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 بالغازية

خامساً : نقل الأجنة : Transfer of embryos :

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

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

١- الطريقة غير الجراحية : Non-surgical transfer

يُوضع الجنين في قرن الرحم عن طريق إدخاله من خلال عنق الرحم باستخدام 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 أعظم 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 المستقبلية.

٢- النقل الجراحى : Surgical transfer

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

سادساً : الأجنة المجمدة : Freezing embryos :

إذا لم يكن لدينا أبقار مستقبلية بأعداد كافية يمكن تجميد الزيادة فى الأجنة وتخزين

لاستعمالها في المستقبل، وقد اهتم المتخصصون في ابتكار التحسينات الحديثة في تجميد الأجنة وإجراءات إذابة 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 في الإمكان الحصول على خمسين أو أكثر من الأجنة المنقولة من محاولة واحدة فإن هذه الحالات كانت نادرة.. وفي الحقيقة اتضح من دراسة سابقة لعدد من آلاف الأبقار المغذاة جيداً أن ٢٥ إلى ٣٠٪ من الأبقار أعطت واحد من الأجنة المنقولة، وعموماً فإنه أمكن استخلاص متوسط مقداره ٨ أجنة وبويضات من كل بقرة واهية ومغذاة جيداً عند الأخذ في الاعتبار عدد كبير من الأبقار، وكان خمسة أجنة من الثانية 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 نوعاً ما بالمقارنة بالأجنة الطازجة (بمتوسط ٥٠ ٦٠٪)، وكان في الإمكان الحصول على نتائج أفضل .

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

٤- التحكم في المرض: جميع الحيوانات لابد أن تكون صحيحة الجسم وخالية من الأمراض وأن الأمراض مثل Pesti-Virus ويطلق عليها أيضاً (BVD) Virus Diarrhoea أو مرض Mucosal وكذلك Leptospirosis يمكن أن تؤثر عكسياً في 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 في تعيين حالة الشبق هامة جدًا لكل من الأبقار الواهبة والمستقبلة. ويُعتبر دهان الذيل والوسائل الأخرى مفيدة في تحديد حالة الشبق مع عدم إهمال الملاحظة بالنظر وذلك لأجل عزل الحيوانات التي في حالة شبق لتلقيحها. والأهمال قد يساعد في الحصول على نتائج مضللة ولذلك لابد من الكشف عن حالة الشبق أربعة مرات يوميًا على الأقل أى في الصباح الباكر ووسط النهار وفي الغروب وفي المساء.

سابعاً : الواهبات للأجنة Doners :

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

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

وتنتخب ماشية اللبن أيضاً 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 وتستخدم هذه البيانات لحساب دليل للحيوان index . وهذه الأدلة تؤدي إلى ترتيب الأبقار وصغارها داخل القطيع أو بدرجة أكبر في 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٪ للإناث 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) وهيئات 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 لأجل 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 سنة 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 المربي عادة يختار بضع صفات هامة لقطيعة لأجل إجراء التحسين الوراثي.

الحالة التناسلية للأم الواهبة Doner's reproductive status :

وبمجرد انتخاب الأبقار الممتازة وراثيًا كواهبة يتم إجراء انتخاب نهائي يشمل اختبارات تناسلية والصحة العامة. ومن الموضوعات الأخرى الهامة التي هي ظاهرة في أسس اختيار الحيوان أن يمتلك القدرة على كبح جماحه عند أداء الاختبار البدني ولا بد أن يمر كل واهب باختبارات جسمية لكل أعضاء أجهزة الجسم والجهاز التناسلي للتأكد من الصحة العامة والحالة التناسلية الجيدة، ويجب اتباع بعض الاعتبارات الخاصة للجهاز التناسلي كما أن بعض الحالات التالى ذكرها لا تؤثر في قدره الأبقار لكى يتم إخصابها ولكن من المؤكد أنها تؤثر على استخدامه ونجاحه كحيوان واهب للجنين، وبطبيعة الحال لا يوجد في الحالات المدونة الآتية سبباً لكى تستبعد البقرة الواهبة بل يجب الإبقاء عليها واعتبارها واهبة. ومثالاً لهذه العيوب مرض سلس البول وقصر عنق الرحم وزيادة طول المهبل وعمق الرحم التي تؤثر في الخصوبة ويمكن اعتبارها صفات وراثية لا يفضل انتقالها إلى النسل.

١- انحناء عنق الرحم إذا كان شديداً يمكن أن يكون عائقاً لحدوث الإخصاب وهذه الحالة تشاهد بصورة متكررة في أنواع أبقار الهولستين والزيبو.

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

وهذا العيب يمكن أن يكون سبباً في استبعاد هذه البقرة كواهبة للأجنة وخاصة إذا كان هذا مرتبطاً بقصر عنق الرحم. ويعمل هذا الاتساع كمصدر للإصابة المزمنة لعنق الرحم وعائق لتوارد الدم، وأيضاً يمكن أن يعمل على تكوين سداده في عنق الرحم وإصابة عند الرحم بالتهاب مزمن وإذا كانت الإصابة 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- Mycoplasma ، Ureoplasma واصابات غير محددة، وإذا وجدت تكون سبباً في 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 تناسلي 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 يوماً يمكن حدوث اجهاض للحيوان الواهب باستخدام هرمون بروتاجلادين 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 سبباً 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 في اغراض التربية الروتينية ولكنها أقل بالمقارنة بالابقار الواهبة، ويمكن استخدامها إذا كان الرحم الطويل لا يكون سبباً في حدوث حالة باثولوجية (أى مرضية) ويمكن أن تحدث مشكلة بسبب وجود جرح في بطانة الرحم أو عنق الرحم ينتج من زيادة في عدد مرات ادخال اليد manipulation أو خلافه لأجل جس البقرة للتأكد من حدوث الحمل.

اختيار الأم الواهبة Domer selection schedule:

من الضروري 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 الطفيليات، وفي حالة تصدير الأجنة يجب تصدير اختبار صحة البقرة لكي يتضح أن البقرة الواهبة تتفق حالتها مع الاحتياجات التي تتطلبها البلد المستوردة، كما تعطى التحصينات للبقرة الواهبة على الأقل ٣٠ يوماً قبل فترة الشبق التي فيها البقرة الواهبة لقحت لأجل انتاج الجنين، وبالإضافة إلى ذلك أنه من المفضل أن ترسل البقرة الواهبة إلى مركز جمع الأجنة مدة شهر قبل جمع الجنين لكي تُعطى البقرة وقتاً للتأقلم.

الحالة والتغذية: واهبات الأجنة لابد أن تؤخذ منها الأجنة على الأقل بعد شهرين من الولادة، ولا بد أن تكون في حالة صحية جيدة وليست سمينية ولا رفيعة الجسم لأن الامهات السمينية الجسم لابد من محاولة انقاص وزنها لأنها لا تؤدي بكفاءة برنامج نقل الأجنة، ولا بد أيضاً أن تكون مغذاه جيد جداً لمدة ٥ - ٦ أسابيع قبل الدخول في الحصول منها على الأجنة. وإذا كان المرعى غير كافياً لتحقيق هذا الغرض فلا بد 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 فلا بد من اعطاء الحيوانات من ٥ - ٦ كجم دريس جيد الصفات مضافاً إليه ٢ - ٤ كجم حبوب لكل حيوان يومياً لأن الحيوان يحتاج إلى مصدر للطاقة. ومثالاً للحبوب الشعير والشوفان لامتيازهما في الطاقة وانخفاض الرطوبة.

وعموماً إذا كان الغذاء كافياً من حيث الكمية والنوعية فلا بد من مراعاة حاجة الحيوان من الفيتامينات والأملاح المعدنية. ومن المفضل اعطاء الامهات الواهة حقن من فيتامينات A ، D ، E قبل الدخول في التلقيح بمدة ثلاثة - أربعة أسابيع. ويوجد أيضاً حقيقة أن عنصر السيلينيوم يحتمل أن يصبح محدوداً في بعض الحالات ولذلك يلزم اعطاؤه للحيوان في صورة حقن والأفضل حبوب في الكرش. كذلك تزويد الحيوان بعنصر النحاس لأن نقصه أو زيادة كميته تسبب مشكلة. كما يتم مناقشة نقص الفيتامينات والأملاح مع أخصائي التغذية والطبيب البيطري.

عمر الأبقار الواهة Age of doners :

الأبقار من ٣ - ٨ سنوات عامة تعطى أحسن النتائج بينما العجالات يمكن أن تؤدي هذا العمل بكفاءة عالية في حالات اعطاءها عدد قليل من الأجنة في المتوسط بالمقارنة بالأبقار تامة النمو من ٣ - ٨ سنوات. كذلك الأبقار كبيرة السن أحياناً تعطى عدداً كبيراً من الأجنة تستجيب جيداً للنمو ولكن عموماً لا تقارن بالأبقار صغيرة السن.

والأبقار في أول ولادة تكون دائماً في حالة اختبار لأنها مازالت في مرحلة النمو وادرار اللبن ولذلك يجب الاهتمام بتغذيتها جيداً لتعطى نتائج جيدة في نقل الأجنة.

عدد مرات التلقيح :

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

وفي حالة توفر السائل المنوي جيد الصفات وتوفر الخبرة في اتمام برنامج نقل الأجنة فإن التلقيح مرة واحدة يمكن أن يكون كافياً. وفي 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 في حالة التلقيح الوحيدة في 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 الصناعي وضبط الإجراءات وأن يمارس ذلك ذو الخبرة في هذا المجال.

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

الضغوط غير الملائمة Stress : فهي تؤثر سلبًا 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 ويؤدي إلى نسبة عالية من البويضات غير المخصبة ونفوق أجنة أستخلصت من الأمهات الواهية.

فإذا كان الجو حارًا لابد أن تقف الأمهات الواهية في الظل والمسافة التي تقطعها لكي تُستخدم في الحصول على الأجنة لابد أن تكون أقل ما يمكن. وفي حالة الجو البارد لابد من توفر الوقاية من البرد مع زيادة مستويات التغذية وتقليل المسافة التي تقطعها البقرة في التريض في حوش الحظيرة .

ثامنًا : الأبقار المستقبلية Recipients :

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

١- التغذية: مثل الأمهات الواهية تعتبر التغذية العامل الهام الذي يؤثر في نتائج الحمل التي تلي نقل الأجنة إلى المستقبلات . ويجب ألا تصل الأمهات إلى زيادة تكوين الدهون 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 في التغذية في الفترة التمهيدي لكي تحصل الحيوانات ضعيفة الجسم على مستوى على من الطاقة.

وكقاعدة عامة إذا لم يتوفر المرعى ففي هذه 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 في الجو الجاف يتطلب توفر فيتامين A، وفي مناطق معينة املاح مثل سيلينيوم والنحاس... إلخ سوف تكون كمياتها محدودة في النباتات لذلك يلزم اضافتها بالاستعانة بخبرة اخصائى التغذية والطبيب البيطرى.

٢- عمر الأبقار المستقبلية 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 في ظروف جيدة ومغزاه جيدًا. والعجلات في أول موسم ولادة ولديها صغار تكون بوجه عام اقل خصوبه بالمقارنة بمستويات أخرى من أمهات تربية. كما يجب أن يؤخذ في الحسبان أن البقرة التى ترضع صغيرها تحتاج إلى زيادة في 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 المستقبلية عن صلاحيتها للحمل ويتم اختبارها وهى فارغة قبل الدخول في برنامج نقل الأجنة.

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

ومن الأهمية التأكيد من حالة الشبق عند الأبقار المستقبلية، وتجنب الخطأ في نقل الجنين في غير حالة الشبق حتى لا يؤثر ذلك في معدلات الحمل.

٣- تزامن حالة الشبق للأبقار الواهبة والمستقبلية Synchronisation of donors and recipients مراحل الحصول على أحسن النتائج من نقل الأجنة من الأبقار الواهبة إلى الأبقار المستقبلية لا بد من تزامن حدوث حالة الشبق لهما معا أو في وقت متقارب بقدر الإمكان، ولا بد أن تنقل الأجنة إلى المستقبلات التي في 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 إحدى عشر يومًا سوف تؤدي إلى دخول معظم الأبقار المستقبلية في الشبق بعد حوالي ثلاثة أيام بعد الحقن الثاني، وهذه الطريقة يلاحظ انتشار الشبق خلال ٢-٣ يومًا غالبًا.

وإن استخدام الـ CIDR (بدون الكبسولة) مع حقنة البروستا جلادين قبل إزالة CIDR هي طريقة ممتازة لأجل تحقيق الانتشار المحدود للشبق في قطيع من الأبقار المستقبلية، ومثالا لذلك وجود CIDR مختلطاً مع الحقن بحقنة البروستا جلادين لمدة ثمانية أيام يلاحظ في الصباح في اليوم السابع دخول نسبة كبيرة من المستقبلات في الشبق بعد ٤٨ ساعة من إزالة الـ CIDR (في اليوم الثاني) بما يؤدي إلى الاستخدام العالي للمستقبلات.

وعكس ذلك فإن الزرع في الأذن (Crestars) يمكن أن يُستخدم بأسلوب مشابه لاستخدام الـ CIDR، وإن كلاً من الـ CIDR، Crestars، فيهما هرمون بروجسترون وأي 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 التي نشاهد فيها ثبات حالة الشبق، ويجب إجراء الكشف عن حالة الشبق ٤ مرات يوميًا أى في الصباح ووسط النهار والمساء وحوالى الساعة ١١ مساءً (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 في 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 لزراع الأجنة فإنه في حالة النجاح في الحصول على اثنين أو ثلاثة أجنة جيدة الصفات (برامج ناجحة) ولم تصبح حاملاً مرة أخرى ففي هذه الحالة يُفضل الاستغناء عن هذه الأبقار.

وإذا المستقبلات توقفت في 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 ففي هذه الحالة لابد من الاستغناء عن هذه الأبقار.

تاسعاً : الحصول على عجل كايмира Chimara :

من حيوانات ذات أنسجة متجاوزة ومختلفة وراثياً التى تتكون من الأجنة المبكرة السن وذلك بدمج البلاستوسيسست plastocysts لحيوانات مختلفة كما في حالة التزاوج بين [انثى سويدية بنية اللون × ذكر المانى بنى اللون] × [انثى هولستين فريزيان × ذكر هولستين فريزيان] والحصول على جنين بطريق اتحاد أربعة أنصاف من اثنين من الأجنة.

عاشراً : تجنيس السائل المنوى والأجنة Semen and embryo sexing :

بذل علماء تكنولوجيا التناسل مجهوداً كبيراً في 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 في 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.

وفي 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 في احتواءه على DNA ، ولكن مع استخدام تقنية يطلق عليها قياس تدفق الخلايا Flow cytometry يمكن تعيين الاختلافات في الحجم وتوزيع الحيوانات المنوية إلى مجموعتين على هذا الأساس . ويشتمل هذا الأسلوب من التقنية على صبغة الحيوانات المنوية بصبغة فلوريسنت واستخدام الاختلافات في 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 مطلوباً 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 في كميات صغيرة من السائل المنوى مثل الكمية المطلوبة لأجل إحداث الإخصاب 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. 1997 and etal. 1993) ومن المرجح أن التحسين في أسلوب التقنية سوف يسمح بإجراء الفصل بطريقة أسرع وبدقة عالية عند إجراء الفصل في 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 في مجال تجنيس الأجنة (White K. L 1989) وأجريت المحاولات على أساس إزالة عدد صغير من الخلايا من الأجنة في المرحلة السادسة عشر لتكوين الخلايا أو في مراحل متأخرة من التطور. وفي بعض الحالات أمكن تحديد جنس الجنين عن طريق الملاحظة المباشرة عن طريق إظهار الكروموسومات باستخدام ميكروسكوب النمط الكروموسومى karyotyping لاثبات

وجود كلا الكروموسومين X أو كروموسوم واحد 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 لل DNA الخاص ب Y كروموسوم والطريقة الأخيرة تستخدم حالياً على نطاق صغير تجارياً وتعتبر أكثر الطرق الواعدة فى إمكانية تطبيقها بصورة واسعة.

وفى برامج التحسين الوراثى قد يكون تجنيس السائل المنوى أو الأجنة مفيداً فى زيادة شدة الانتخاب التى تطبق على الإناث وذلك لإنتاج عدد أكبر منهن، وهذا الأسلوب يبدو ذو قيمة قليلة عندما تكون سجلات الأداء متاحة لكلا الجنسين حيث يكون اجمالى عدد الحيوانات المختبرة ثابتاً لأن الزيادة فى عدد الإناث 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 مفيداً 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.

والنطور 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 الإناث ذات أكبر تعبير للأثوة فى القطيع، وحيث أن الذكور عادة تُظهر معدلات نمو عالية وذبائح أليافها العقلية لينة بالمقارنة بالإناث، لذلك يُفضل مشروع السائل المنوى للذكور "male"

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

وفي قطاعان اللبن يمكن استخدام أجنة الأنثى الممتازة لإنتاج الأنثى التي تحل محل الأنثى المستبعدة، وكذلك أجنة الذكور التي لها صفات لحم ممتازة. كما يمكن استخدام سجلات مختبرة للأبقار تتصف بسهولة الولادة.

كما أن التقنيات المحسنة التي تهدف إلى تضاعف الأجنة يمكن أن تزيد من فوائد الاستخدام العملى للتزاوج بالخلط. وفي بعض الأحيان في 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 الأنثى، وبطريقة منظمة في بعض الحالات يوجد بعض الأنواع ذات كفاءة وراثية عالية في الصفات موضع الاهتمام لأجل انجاز مشروع الخلط التبادلى rotational ولكن تقنيات التناسل المحسنة يمكن أن تسمح بإمداد وفير من الجيل الأول من الأجنة لانتاج أنثى بدائل للأنثى المستبعدة من مجمع صغير نسبياً من الحيوانات

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

إحدى عشر: تكاثر الأجنة المتماثلة أو المتطابقة Embryo cloning :

إن إنتاج مجموعة من الأجنة المتماثلة أو المتطابقة Identical من جنين أصيل ويطلق على هذه العملية تكاثر مجموعة من الأجنة المتمثلة أو المتطابقة embryo cloning أو embryo multiplication وهذا يمكن أن يتم بطريقة واحدة أو بطريقتين فى الوقت الحالى. والطريقة الأولى تشمل 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 يؤدي إلى نجاح حيث تكون الخلايا صغيرة لأجل حدوث التطور الطبيعى وأيضاً فإن تكرار انقسام الأجنة إلى نصفين بعد أى مرحلة نمو لا يؤدي إلى نجاح العملية لأن هذا يؤدي إلى تباين كبير جداً بين التكوين الطبيعى والمرحلة الحقيقية للتاريخ الدقيق لتطور الأجنة حسب تسلسلها الزمنى chronological ، وإن تقسيم الأجنة يمكن أن يُوظف لزيادة الحصىلة 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 باستخدام طريقة النقل النووى وهذا يشمل إزادة 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 في بيضه غير مخصبه والتي قد تم إزالة النواه، وهذه النواه تحتوى على النسخة الوحيدة من الكروموسومات ويتسبب تيار كهربائى فى اندماج الخلية الجنينية الداخلة، ويتم اخصاب البيضة غير المخصبة ثم تنمو وتتطور بعد ذلك لتكوين الجنين الجديد.

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

وقد تم نشر دراسة سنة ١٩٩٦ تفيد أن الأجنة المتطابقة والتي لها القدرة على الحياة وبالتالي الحملان الناتجة من التكاثر للأجنة المتطابقة أمكن إنتاجها باستخدام الخلايا الحية القابلة للتحويل 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 النواه 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 النواه nuclear transfer 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 على للصفة.

والتعقيد المحتمل بالنسبة لنقل النواه أن النقل لا يتم بنقل DNA النواه - 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 others ١٩٩٧)، وإذا تم اثبات ومناقشة هذه الاكتشافات فإنه يحتمل وجود تباين بين الخلايا المتطابقة كنتيجة للتباين في ميتاكوندريا DNA في البويضات المستقبلية.

وفي برامج التحسين الوراثى تكاثر الأجنة المتماثلة أو المتطابقة يمكن أن يُستخدم لإنتاج كثير من الحيوانات من نفس التركيب الوراثى بهدف تحسين الدقة في التقييم أو لنسج 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 لنسج باستخدامات تالية (أو إجراء تكاثر أجنة متماثلة) من أحسن سلالة من الأجنة المختبرة المتطابقة في التربية أو البرامج المنتشرة، وإن تكاثر الأجنة المتطابقة من المتوقع أن يكون له قيمة في برامج التربية في ظل ظروف معينة. وكمثال لذلك في حالة مشروعات تكوين أنواع ماشية اللبن إذا تم إجراء اختبار للسلالات المتطابقة في مجتمع منفصل، ولكن إذا أخذ في الاعتبار تكاثر الأجنة المتطابقة فقط في 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 في الانتخاب حيث تجمع عوامل وراثية غير تجميعية معينة (الذى يؤدي 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 إعادة تكوين بصورة تامة نتيجة لتكاثر آخر تطابق.

وبنفس الأسلوب يمكن أن تتكون السلالات المتطابقة من الخلطان crosses التى تكونت من أنواع لتفجر قوة المهجين 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 التبادلي rotational الذى يكون كثير من الحيوانات بنسبة أقل من النسبة المثالية التى ساهمت من أنواع مختلفة.

وبينما الفوائد من التكاثر بالتطابق فى التحسين الوراثي يُحتمل أن يكون محدودًا فإن كفاءة أسلوب التقنية للإسراع من انتشار التحسين الوراثي 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 وراثي معقول فى مجتمعات ممتازة رُبيت بصورة تقليدية وتُنتج عديد أو كثير من السلالات المتطابقة منفصلة عنها والتكاثر بالتطابق يمكن أن يوفر إنتاج الحيوانات التى توجه بكثرة إلى أسواق معينة، وأيضًا فى داخل كل من نوعيات هذه الأسواق فإن التكاثر بالتطابق يمكن أن يساعد الفلاحين التجاريين لإنتاج منتج أكثر تجانسًا ومطلوبًا للمستهلكين.

إثنى عشر: تطبيقات الوراثة الجزيئية Molecular genetic technologies :

حاليًا معظم طرق الانتخاب فى الحيوانات الشديدة 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 وراثي واحد وله تأثير كبير وواضح على الصفات

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

ورغم هذه المشاكل أمكن تنمية طرق مؤثرة جدًا لتحديد الحيوانات التي لها قيم تربية مرغوبة. وهذه الطرق وعن طريق استبعاد كثير من التأثيرات البيئية بقدر الإمكان مع استخدام معلومات ذات ثقة عن أداء الأفراد وعن الأقارب لأجل إجراء الانتخاب وقياس التباين التجميحي لجميع المواقع الجينية التي تؤثر على الصفة موضع الاهتمام. وهذه المعلومات كانت مفيدة في 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 في 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 والتي بدأت تأخذ اهتمامًا في مجال تحسين الحيوانات الثديية أو التي يحتمل أن لها أهمية في المستقبل، والثلاثة تطبيقات تكنولوجية في الوراثة الجزيئية موضع الاهتمام هم الخريطة الجينية genome mapping واستخدام المعالم النووية molecular markers ونقل الأجنة gene transfer.

والمعالم الظاهرية للتباين في مستوى DNA مثل التباين في لون الغطاء الشعري للحيوان، ووجود أو غياب القرون. وقد استخدم التباين في حجم الحيوان ومظهره في انتخاب الحيوانات الزراعية منذ بدء استئناس هذه الحيوانات. وحديثًا يستخدم التباين في مجموعات الدم ونسبة البروتين في اللبن كمعالم markers عن التباين في مستوى DNA، ولكن حدث في 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 . وهى 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 أيضاً 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 كروموسوم أو أى جزء من الكروموسوم 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 .