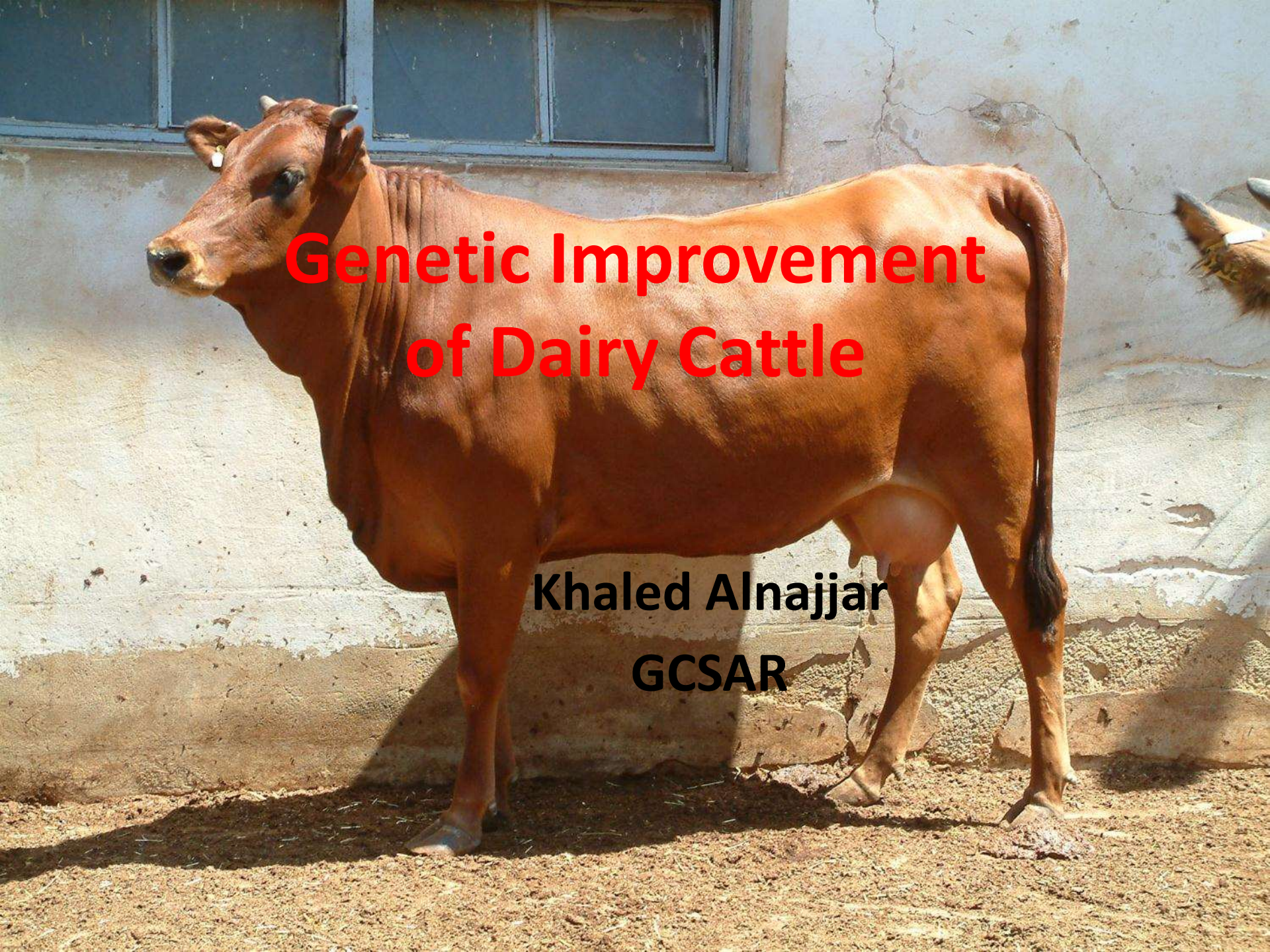


Genetic Improvement of Dairy Cattle

Khaled Alnajjar

GCSAR

Introduction

- علم تربية الحيوان هو مزيج من علوم الإحصاء والرياضيات والوراثة.
- تطبيق تربية الحيوان يساعد في رفع كفاءة الإنتاج.
- تعد أبقار الحليب من أكثر الحيوانات المدروسة وراثياً.
- درست صفات كميات الحليب الكلية خلال الموسم واختبارات الحليب ومكونات الحليب من البروتين والدسم واللاكتوز، وعلاقة كميات إنتاج الحليب مع تعداد الخلايا الجسمية.
- وتم توصيف منحنى إنتاج الحليب لتحسين صفة المثابرة.

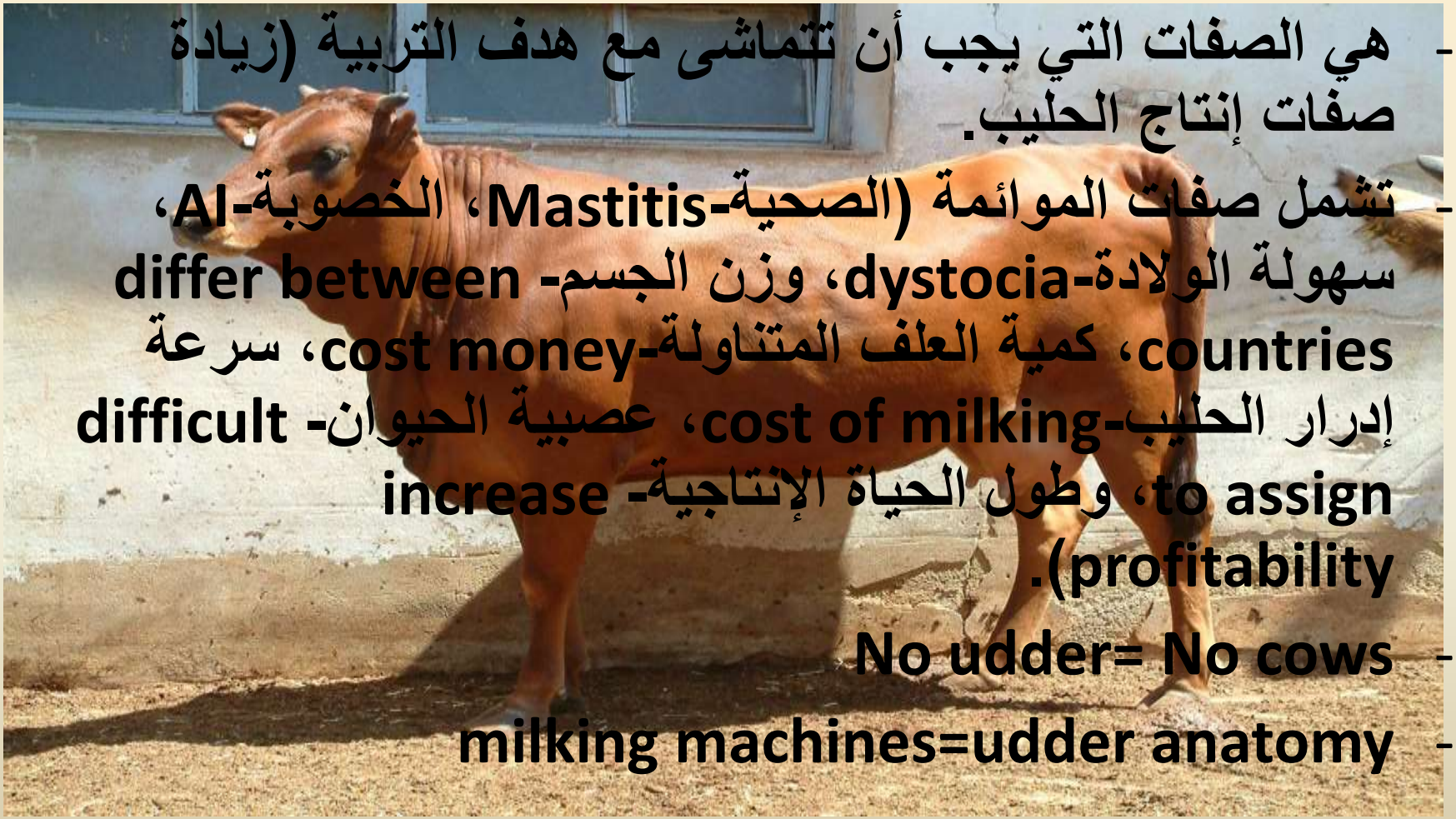
Breeding Objectives

- زيادة كمية إنتاج الحليب الكلية خلال موسم حلابة 305 يوماً.
- رفع كميات إنتاجية اختبارات الحليب.
- زيادة فترة المثابرة (Persistency) في إنتاج الحليب.
- رفع كمية أعلى إنتاجية خلال موسم الحلابة (Peak).
- المحافظة على نسبتي الدسم 4.5% في الحليب المنتج مهما ارتفعت كميات إنتاج الحليب.
- المحافظة على وزن ميلاد (40 كغ) ووزن فطام (90 كغ) ووزن تلقيحة أولى مناسبة (370 كغ) للحصول على أطول فترة حياة إنتاجية.

Profit functions

- الدوال المفيدة هي التي توصف الظاهرة البيولوجية بشكل دقيق.
- تعد الدوال غير الخطية الأدق في توصيف الظواهر البيولوجية (منحنى الحليب ومنحنى النمو...).
- تعد دالة غاما غير الكاملة من أدق وأكثر الدوال الرياضية المستعملة في توصيف منحنى إنتاج الحليب في الماشية منذ عام 1967.
- تعد دالة برودي من أدق وأكثر الدوال الرياضية المستخدمة في توصيف نمو الحيوانات الزراعية منذ عام 1920.

Fitness traits



- هي الصفات التي يجب أن تتماشى مع هدف التربية (زيادة صفات إنتاج الحليب.
- تشمل صفات الموائمة (الصحية-Mastitis، الخصوبة-AI، سهولة الولادة-dystocia، وزن الجسم- differ between countries، كمية العلف المتناولة-cost money، سرعة إدرار الحليب-cost of milking، عصبية الحيوان- difficult to assign، وطول الحياة الإنتاجية- increase profitability).
- No udder= No cows
- milking machines=udder anatomy

Genetic Variation

- لتحسين صفات إنتاج الحليب يجب دراسة المعالم الوراثية لهذه الصفات (إنتاج الحليب الكلي، نسبة الدهن والبروتين واختبارات الحليب...)
- المكافئ الوراثي: (مفهوم عريض-التباين الوراثي/التباين المظهري،مفهوم ضيق-التباين الوراثي التراكمي/التباين المظهري).
- المعامل التكراري: (التباين الوراثي+التباين البيئي الدائم/التباين المظهري).
- الارتباط الوراثي: (هي الجينات التي تؤثر على اكثر من صفة).

Breed differences

- تصنف عشائر أبقار الحليب إلى سلالات، التي نشأت معظمها في أوروبا، حيث تمتلك سلالات نسب.
- أصبحت أبقار السلالة أكثر تشابهاً نتيجة تطبيق الانتخاب وأيضاً لتوفر الخبرات التقنية لزيادة صفات إنتاج الحليب.
- أصبحت سلالة الهولشاتين رائدة لإنتاج كميات الحليب العالية.
- تعد سلالة الجرسي رائدة لارتفاع كميات مكونات الحليب.
- نتيجة برامج الخلط الوراثي نتجت سلالات جيدة الإنتاج مثلاً: شهورتهورن الحليب الإنكليزية (Durham & Maine-Anjou).

Within-Breed Variation

- يحدد إنتاج الحليب بـ 305 يوماً، وكل حليب منتج بعد هذه الفترة لا يدخل في التقييم الوراثي.
- Type =Conformation traits.
- Reproduction traits.
- Workability=milking speed، temperament.
- Health traits=Resistance to mastitis.
- SCC =Indicator of udder health
- Longevity =Referred to survival, stayability or productive life

Inbreeding and heterosis

- يكون الحيوان مربى داخلياً إذا كان أبواه ذو قرابة.
- يعرف معامل التربية الداخلية بأنه احتمالية أن الحيوان يستقبل نفس الجين من كلا أبوايه.
- يوجد طريقة بسيطة لاكتشاف التربية الداخلية في قطيع يكون نفس الجد في نسب الأب والأم، وبالتالي احتمالية أن تمرر نفس الجينات إلى النسل من الآباء.
- يعرف الخلط بأنه عكس التربية الداخلية ويوصف بأنه زيادة نسبة المورثات غير المتشابهة.

Genotype × environment interaction

- يكون التداخل بين الوراثة والبيئة موجود عندما يكون تأثير الجين مختلف في البيئات المختلفة.
- يقود ذلك إلى إعادة ترتيب الأبقار في البيئات المختلفة.
- إن الاستجابة الصغيرة لأثر البيئة تكون مؤشر لأثر للتداخل.
- ينصح دائماً بوجود التداخل بين البيئة والوراثية بإجراء الانتخاب تحت الظروف التي سيربى فيها الآباء المنتخبة وكذلك نسلها.
- بديهي أن انتخاب الأبقار في البيئة 1 لتربى في البيئة 2 يعد فاشلاً تماماً.

Individual genes affecting milk production

- غلة الحليب ومكوناتها هي صفات كمية (Quantitative traits) تتأثر بمورثات متعددة بالإضافة للعوامل البيئية.

1- مورثات تؤثر مباشرةً في إنتاجية الحليب.

2- مورثات مرتبطة بشكل غير متوازي مع مورثات تؤثر في إنتاجية الحليب.

3- مورثات مرتبطة بشكل متوازي مع مورثات تؤثر في إنتاجية الحليب.

4- وجد أللیل في أحدى الأبقار من أحد الأجداد يساعد في زيادة إنتاج الحليب.

5- وجود Genes Markers تؤثر في عدة صفات.

Genetic Evaluation

- يهدف نظام التقويم الوراثي إلى ترتيب الحيوانات حتى يكون لدينا فعالية في التقدم نحو الهدف التربوي.
- لقد تطور التقييم الوراثي على كل من المستويين الوطني والدوالي خلال لـــ 60 سنة الماضية.
- ساعد تطور التقانات الإحصائية والحاسوبية في تطوير تربية الحيوان.
- أصبحت نظم التقييم الوراثي أكثر دقة في تقدير الإختلافات الوراثية بين الحيوانات.

Evaluation models

- أولى النماذج في تقييم الوراثي لثيران الحليب مقارنة الأمات بالبنات (إن الاختلافات بين الأمات والبنات في كمية الحليب المنتجة عائدة لتأثير وراثة الثيران)، يفترض النموذج تأثير البيئة ثابتة.
- النموذج التالي مقارنة بنات الأبقار برفيقاتها من نفس القطيع وفصل الولادة، أُخذ بالاختلافات البيئية، ولكن لم يؤخذ بالاختلافات الوراثية بين القطعان وأيضاً بين المساهمات الوراثية للآباء.
- نموذج BLUP يأخذ بالاعتبار العلاقات الوراثية بين الأبقار من خلال الأجداد (Sire Model).
- نموذج الحيوان (Animal Model) يأخذ بالاعتبار كل القربات بين الحيوانات (الثيران والأبقار).
- Test day animal models.

National Evaluations

- يوجد في كل دولة نظام تقييم باعتماد نموذج تقييم وراثي حسب بنية البيانات المتاحة.
- يوجد طرائق مختلفة في كل دولة لتقدير كمية الحليب خلال الموسم من سجلات الحليب اليومية (الكونترولات الشهرية).
- إن كل من المعالم الوراثية (المكافئات الوراثية، المعاملات التكرارية، الارتباطات الوراثية) وأعمار الأبقار والعوامل البئية (السنة والموسم وترتيب موسم الولادة و...) ونسب الحيوانات ومعاملات التربية الداخلية والخلط تساهم دقة التقييم الوراثي الوطني.

International evaluation

- يتطلب تسويق السائل المنوي والأجنة للثيران دولياً الاهتمام بالمقارنات الدولية لثيران الحليب.
- يقوم المركز الدولي في السويد (The Interbull centre in Uppsala, Sweden) بتقييم ثيران الحليب للدول المشاركة، أي يتم ترتيب الثيران وراثياً في بعض الدول.
- بما أن الارتباط 1> بين أداء الأبقار في الدول المختلفة لذلك اعتمد (Multitrait Across Country Evaluation) لأن ترتيب الثيران وراثياً يمكن أن يختلف.
- طبق The MACE أول مرة في عام 1994.
- يهتم MACE بصفات أخرى غير صفات إنتاج الحليب.

Traits evaluated

- يعد إنتاج الحليب صفة أساسية في تقييم أبقار الحليب.
- بدأ الاهتمام بصفات نسبتي الدسم والبروتين في الحليب مع تطور النمو التصنيعي لمكونات الحليب.
- إن صفة تعداد الخلايا الجسمية (Somatic cell count) مؤشر هام لصحة الضرع من الالتهابات أي سلامة وجودة الحليب المنتج.
- اهتمت بعض الدول بالصفات الشكلية أو التكوينية للأبقار الحلوب.
- وتم مؤخراً الاهتمام بطول الحياة الإنتاجية للأبقار وبصفات مقاومة الأمراض كمؤشر لزيادة الربحية.

Genetic trend for yield

- يعد متوسط القيم التربوية للأبقار حسب سنوات الميلاد مقياس شائع في تقدير التقدم الوراثي. ومؤشر لنجاح برنامج التربية الوطني، على كل حال يؤثر كل من النموذج الرياضي وأعمار الأبقار في تقديرات التقدم الوراثي.
- علماً بأن التقدم الوراثي زاد في السنوات الأخيرة.

يوضح الجدول تقديرات التقدم الوراثي لأبقار الهولشتاين المولودة في عام 1994 ولغاية 1999 في الولايات المتحدة.

الصفات	التقدم الوراثي/ كغ	% من متوسط الإنتاجية
الحليب	131	1.3
الدسم	3.9	1.1
البروتين	4.1	1.3

Economic indices

- نتيجة الاهتمام بصفات متعددة (كمية الحليب، نسبة الدسم، نسبة البروتين، SCC). كان لا بد من تحديد الهدف التربوي وتقدير الأمثال الوزنية للصفات لمعرفة مقدار مساهمتها في الهدف التربوي (كمية الحليب وجودته وسلامته صحياً).
- وجد في العديد من الدول أمثال وزنيه سالبة على صفة كمية إنتاج الحليب بسبب زيادة أو نقصان تكاليف الإنتاج.
- تمتلك صفة بروتين الحليب أمثال وزنية هامة في الدليل الانتخابي.
- يتضمن الدليل الانتخابي في بعض الدول صفات صحية مثل التهاب الضرع أو SCC.

Design of Breeding Programs

- إن تقدير القيم التربوية تزود مربي الماشية بمعيار خاص بكل رأس لتحديد أفضل الثيران والأبقار لتحقيق الهدف التربوي. إذ يتأثر التقدم الوراثي بنظام التزاوج المُطبق.
- يحدد تصميم البرنامج التربوي الحيوانات التي المسموح لها بالتزاوج.
- يتم في ماشية الحليب البحث عن تصميم برنامج تربوي يركز على معظمة الفائدة من التقانات خاصة التقانات التناسلية مثلاً التلقيح الاصطناعي الإباضة المتعددة ونقل الأجنة.

Future enhancement

- نتيجة ارتفاع تكاليف رعاية الأبقار فإنه يتم العمل على تقليل كلفة جمع البيانات لنظم تسجيل إنتاج الحليب في الأبقار.
- هذا يقود إلى تبني خطة لتسجيل اختبارات إنتاج الحليب صباحاً ومساءً في اليوم مرة كل شهر.
- لتسجيل اختبارات الحليب الشهرية في القطعان الكبيرة، حيث يتم حلابة الأبقار آلياً، يمكن أخذ عينات من الأبقار تمثل ربع القطيع لإجراء اختبارات الحليب، في حين نسب القطيع كاملاً.
- بتطبيق تقانات الـ DNA يمكن اكتشاف الجينات التي تؤثر على إنتاجية الحليب ومكوناته.

Artificial Insemination

- إن تطبيق التلقيح الاصطناعي يقود إلى اعتماد برنامج تربية اختبار النسل (Progeny testing).
- تختبر الثيران من خلال إنتاجية حليب بناتها.
- سيتم تزاوج الثيران المنتخبة من أكبر عدد ممكن من عجلات الاستبدال، وبعدئذ جيل جديد من الثيران الفتية يتم اختبارها.
- تتزاوج الثيران المنتخبة مع الأبقار ذات الإنتاجية الأعلى.
- يوجد عامل محدد هو انخفاض معدل إخصاب الأبقار ذات الإنتاجية المرتفعة من الحليب.
- وهكذا يوجد 4 نماذج لقرارات الانتخاب: 1- تقييم الثيران لإنتاج ثيران. 2- تقييم الثيران لإنتاج أبقار. 3- تقييم الأبقار لإنتاج الثيران. 4- تقييم الأبقار لإنتاج الأبقار.

Multiple ovulation and embryo transfer

- يكون لتطبيق تقانة إنتاج البويضات ونقل الأجنة قيمة هامة في حال تطبيق برنامج انتخاب الأبقار لإنتاج الأبقار ولكن ذو تكاليف عالية. ويكون تطبيق برنامج تربية الأبقار لإنتاج الثيران ذو شدة انتخابية عالية.
- تم اقتراح برنامج تربوي لزيادة الربحية من إنتاج البويضات المتعددة وهو التربية النواتية للقطعان (Nucleus Breeding).
- مع انتخاب الثيران على أساس أداء الأخوة الأشقاء والتي تسمى بوثيقة النضوج (Adult Scheme).
- يتم انتخاب الأبقار والثيران بعمر 3.5 سنة عندما تمتلك الأبقار سجلات إنتاج الحليب (Juvenile Scheme).
- يتم انتخاب الأبقار والثيران بعمر 15 شهراً على أساس القيم التربوية للآباء بتطبيق تقنية MOET.

Minimizing inbreeding

- يؤدي تطبيق التكثيف الانتخابي إلى عدد قليل من الآباء للأجيال القادمة وهذا يسبب التربية الداخلية.
- إن قلة أعداد الحيوانات الفعالة في العشائر والتربية الداخلية تساعد على تدهور الصفات أي ظهور مورثات شاذة متنحية نتيجة انخفاض التباين الوراثي.
- من المرغوب تقليل التربية الداخلية وأيضاً زيادة الربح الوراثي وهذا يعني تناقض تربوي (conflicting objectives).
- أوجدت معظم الدراسات التوازن الأمثل بين الربح الوراثي والتربية الداخلية لإنتاج ثيران فتية كل سنة (Optimum balance bet. Genetic gain and inbreeding to produce Bulls).

Cloning

- يعد الاستنساخ تقنية لإنتاج أبقار متطابقة وراثياً.
- إن الاستنساخ لا يزيد من معدل الربح الوراثي.
- يقلل الاستنساخ من تعداد قطعان الأبقار التجارية والتي تعد الخلفية الأساسية لدعم قطعان النواة.
- يمكن تطبيق الاستنساخ لإنتاج أجنة أبقار لمزارع إنتاج الحليب تجارياً، حتى يزيد من المقدرة الوراثية في قطعان أبقار الحليب التجارية.
- مع ذلك، أنه من الضروري استمرية برامج التربية للتحسين الوراثي للماشية.

Marker-assisted selection

- تسبب بعض الجينات تباينات في إنتاج الحليب وفي بعض الصفات الهامة الأخرى نتيجة الارتباطات بين المورثات والمعلمات الوراثية (Genetic markers).
- إن تحديد المعلمات الوراثية المرتبطة مع مواقع الصفات الكمية (QTL) يزيد من معدل الربح الوراثي بمقدار 20%. أي أن الربح الوراثي في برامج الانتخاب التقليدية أقل مقارنة مع الانتخاب للمعلمات الوراثية.
- إن الانتخاب للمعلمات الوراثية المرتبطة مع (QTL) المسئولة عن زيادة كميات صفات الحليب يؤدي إلى تقدم وراثي أسرع بالمقارنة مع برامج التربية التقليدية.

Conclusions

- أُنجز التقدم السريع للتحسين الوراثي في ماشية الحليب خلال السنوات الأخيرة.
- نتج التقدم الوراثي من خلال التركيز على صفات إنتاج الحليب ومكوناته.
- إن استثمار السجلات وتطبيق التلقيح الاصطناعي أدى إلي تطبيق اختبار النسل على عدد كبير من الثيران لإنتاج ثيران فتية كل سنة ذات قيمة وراثية وهذا ساعد في نجاح التحسين الوراثي.
- يعد تطوير نظم جمع البيانات والتقييم الوراثي وإنتاج الثيران الفتية المختبرة مفتاح تحسين ماشية الحليب وراثياً.
- إن تطبيق كل من الانتخاب بتقنية المعلمات وطرائق التقويم وخطط التربية تؤدي إلى تقدم معدل التحسين الوراثي لماشية الحليب في المستقبل.

References

- **Fries R. & A. Ruvinsky**. 1999. The Genetics of cattle. CABI Publishing. pp 710.
- **أحمد مستجير**. 1986. علم تربية الحيوان. مكتبة الأنجلو المصرية. عدد الصفحات 227.
- **صلاح جلال & حسن كرم**. 1998. تربية الحيوان. دار المعارف المصرية. الطبعة الثالثة. عدد الصفحات 303.