الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

التقانات الحيوية الميكروبية

Microbial Biotechnology

(الجزء النظري)

المحاضرة السابعة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي

جامعة حماة ٢٠١٩ - ٢٠٢٠

التقنية الحيوية في تغذية الحيوان

Biotechnology in animal nutrition

مقدمة:

يُعتقد أن استخدام أساليب التقنيات الحيوية سوف يساعد على توفير الغذاء ودفع عجلة النمو والتقدم الزراعي عالمياً مع ضمان الأمن الغذائي عن طريق إنتاج محاصيل جديدة نشأت من انتخاب أجيال معالجة وراثياً مما قد يقلل من استخدام الأسمدة الكيماوية واستهلاك الطاقة واستعمال المبيدات في مقاومة الآفات الزراعية، والاستفادة من المخلفات وتحويلها إلى قيمة مضافة وبالتالي حماية البيئة، وتحويل الكتلة الحيوية للأحياء الدقيقة غير القابلة للأكل إلى مواد صالحة للاستهلاك واستعمالها في العلف الحيواني، وإنتاج سلالات أصيلة ونقية بدلاً من استخدام الطرق التقليدية الطويلة الأمد، وزيادة إنتاج الحليب من الأبقار عن طريق حقنها بهرمون منتج بطريقة الهندسة الوراثية، ويمكن تحسين السلالات والحصول على أجناس أكثر صحة وإنتاجاً للألبان واللحوم عن طريق الاخصاب بتقنية أنابيب الاختبار فقد تمّ إنتاج أبقار معدلة وراثياً لإنتاج الأدوية الحيوية في الحليب.

أولاً- هندسة الحيوانات وميكروبات الكرش وراثياً لتحسين الاستفادة من الغذاء:

تُعتبر بكتريا الكرش من البكتريا اللاهوائية، ويُعتبر الكرش بيئة مناسبة لنمو وتكاثر هذه الميكروبات بسبب غياب الأكسجين في الكرش، ومن أشهر الجراثيم الموجودة في الكرش هي الجراثيم الهاضمة لجدار الخلايا النباتية (السليلوز) وتكسره إلى سكريات بسيطة أبسطها الغلوكوز، وتقوم الميكروبات بتخمير الغلوكوز للحصول على الطاقة وبالتالي تنتج الحموض الدهنية الطيارة كنتيجة نهائية لعملية تخمّر الغلوكوز، وتَعبُر هذه الحموض الدهنية جدار الكرش لتكون مصدراً رئيسياً للطاقة وزيادة إنتاج الحليب في الأبقار.

يتميز التمثيل الغذائي في المجترات بقلة امتصاص الغلوكوز على عكس الكائنات ذات المعدة الواحدة فمصدر الطاقة الأساسي عند المجترات هو الأسيتات والبروبيونات وهما أهم نواتج التخمرات في الكرش، والبروبيونات وحدها هي المادة التي يتولد منها الغلوكوز فهل يمكن تحسين كفاءة التمثيل الغذائي جينياً بتحويل الأسيتات إلى غلوكوز لتستفيد منه المجترات؟.

تمكن Saini *et al.* (1996) في بحوثهم على الفئران من إدخال جينات من الجراثيم إلى خلايا الكبد والأمعاء، وبنجاح إدخال هذه الجينات إلى المجترات يمكنها أن تنتج الغلوكوز من الأسيتات وبذلك تزيد كفاءة الاستفادة من الغذاء خصوصاً عند التغذية على علائق عالية المواد الخشنة التي تكون الأسيتات من أهم نواتج تخمرها في الكرش.

في الأغنام يكون الكبريت في العليقة هو المحدِّد لإنتاج الصوف، وقد تمكن الباحثون من تعديل خلايا النسيج الطلائي في الكرش وراثياً لإفراز أنزيمات مثل السيستئين أستيل ترانسفيراز مما أدى إلى تركيب السيستئين من الكبريت غير العضوي ولم يعد الغذاء هو العامل المحدِّد لإنتاج الصوف.

- **طرائق تحسين قدرة ميكروبات الكرش على هضم الألياف:**

يوجد ثلاث طرائق لتحسين قدرة ميكروبات الكرش على هضم الأغذية المحتوية على نسبة عالية من الألياف هي:

١- انتخاب ميكروبات ذات إفراز وفير من الإنزيمات المحللة للألياف أو التي تفرز إنزيمات ذات نشاط متخصص.

٢- استحداث ميكروبات ذات مدى واسع من الإفراز الإنزيمي باستخدام الدنا المطعوم أو التأشيب مثل اكتساب القدرة على تحليل السيللوز للميكروبات المحللة للزيلوز والعكس.

٣- استحداث ميكروبات ذات نشاط عالي في تحليل الألياف بالتأشيب.

ويشترط في الميكروبات قدرتها على النمو في ظروف الكرش.

- **انتخاب فطريات لاهوائية لهضم أفضل للألياف في الكرش:**

يتيح التركيب الخيطي لفطريات الكرش اللاهوائية اختراق جدار الخلايا الخشبية في الأعلاف الخشنة وهذا يؤدي إلى تحسين الاستفادة من الأعلاف فقيرة القيمة الغذائية للمجترات، ويعتبر تحديد سلالات الفطريات اللاهوائية التي تمتاز بسرعة تحليل الجدار الخلوي للأعلاف متطلباً أساسياً لنجاح زراعة الفطر في الكرش.

- **إزالة سمّية النباتات:**

يُعبِّر مصطلح سمّية النباتات عن سمّية النباتات لميكروبات الكرش أو العوامل التي تعيق استفادة الحيوان من الغذاء، فالنباتات تفرز مركبات ثانوية لتقاوم الحشرات والفطريات والجراثيم الموجودة على أوراقها تجعل هذه الأوراق غير مستساغة للحيوانات مثل رعي الحيوانات لأشجار الأكاسيا التي تفرز الإيتيلين المشجع لتركيب التانين مما يجبر الحيوانات على عدم استهلاك أوراق

هذه الأشجار، وقد نجحت محاولات إدخال جينات في جراثيم الكرش لنزع الفلورين من مركب الفلوروأسيتات وهو المركب المميت في مراعي الأكاسيا.

والجدير بالذكر أن الماعز قادرة على إزالة سمّية هذه المركبات في الكبد فقد اكتُشف أن الماعز قادرة على تحليل نواتج تمثيل الميموزين في نبات اللوكينا (أو اللوسينبا نبات مقاوم للجفاف) بينما تغيب هذه القدرة في المجترات بسبب غياب ميكروب في الكرش يفرز الإنزيم المتخصص، وعند نقل هذا الميكروب من الماعز إلى المجترات منع ظهور حالات التسمّم بالميموزين، وأدى هذا الاكتشاف إلى إعطاء دفعة قوية للبحوث التي تدرس إمكانية إزالة سمية المركبات الثانوية في النبات.

ثانياً- التقنية الحيوية النباتية وتأثيرها في تغذية الحيوان:

تتيح الهندسة الوراثية نقل المورثات بين أنواع متباعدة وراثياً، ويعود السبب في ذلك إلى أن مورثات الكائنات الحية كافة مكونة من المادة نفسها وهي جزيئه DNA التي يمكن قصها ولصقها وإعادة ترتيبها من جديد مخبرياً. تمّ إنتاج أول نبات مهجن جينياً في عام ١٩٨٢م، وجرى ذلك بتقنيات تعتمد على حذف أو إضافة جينات أو إعادة صياغة الشفرة الوراثية للخلية لإكسابها صفات لم تكن موجودة من قبل منها:

* إنتاج أنواع جديدة من النباتات والبذور القادرة على مضاعفة الإنتاج، وتحمل الظروف البيئية (ملوحة – جفاف – صقيع).
* تحسين صفات النبات لإكسابه مناعة ضد الأمراض والقدرة على مقاومة الآفات للحد من استخدام المبيدات وزيادة الإنتاج.
* تعديل صفات الثمار لتحسين القيمة الغذائية، وتحمل ظروف النقل والتخزين.
* إنتاج مركبات الطعم والنكهة والأصباغ من الطحالب.

من المحاصيل المعدلة وراثياً ما يلي:

الذرة (٤٠%) – فول الصويا (٣١%) – الكانولا (٧٠%) – الكتان – القطن (٤٠%) – البنجر – الباباي – الكوسة – الطماطم – البطاطس.

تتيح التقنية الحيوية الآن إدخال صفات معينة في المحاصيل تحسن من القيمة الغذائية والتصنيعية لعلائق الحيوان فاختيار الصفات المطلوبة يجب أن يكون على أساس كفاءة نظم الإنتاج من زراعة المحاصيل إلى الإنتاج الحيواني إلى تصنيع اللحوم مثل إنتاج حبوب عديمة القشرة مع تحسين صفات التصنيع والقيمة الغذائية لها مما يؤدي إلى تقليل كمية الروث الخارج وبالتالي زيادة الاستفادة من الغذاء وتخفيض التلوث البيئي، وأيضاً تحسين هضم الفيتات بإضافة إنزيم الفيتاز phytase المنتج من الفطر *Aspergillus niger* أو بإدخال الجينات المشفرة للإنزيم إلى المحاصيل. حمض الفيتيك هو سداسي فوسفات الإينوسيتول ثنائي الهيدروجين موجود في معظم الأغذية النباتية خاصة الحبوب مثل القمح والشعير والذرة والأرز ويتركز بدرجة كبيرة في الطبقات الخارجية من الحبوب كما يوجد في البقوليات مثل البازلاء وفول الصويا ويعد حمض الفيتيك مكوناً غير مرغوب فيه فهو أحد مضادات التغذية لأنه يمنع امتصاص بعض العناصر المهمة مثل الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد والزنك والنحاس والفوسفور بالإضافة إلى تكوين معقدات مع البروتين، ويمكن التخلص منه كلياً أو جزئياً خلال عمليات التصنيع الغذائي حيث تؤدي المعاملات الحرارية إلى إحداث تلف جزئي لحمض الفيتيك، كما يوجد حمض الفيتيك أيضاً في البقوليات في صورة قابلة للذوبان في الماء لذلك فإن نقع البذور قبل طهيها يقلل من محتواها من الحمض، فعند إنبات بذور الفول ينخفض محتواها من حمض الفيتيك كثيراً نتيجة لنشاط إنزيم الفيتاز الموجود في البقوليات، كما تقوم الانزيمات الموجودة في الخميرة بالقضاء على حمض الفيتيك.

- **استخدام الذرة المعدلة وراثياً في تغذية الحيوانات والدواجن:**

بدأ المتخصصون في تربية النبات في تحسين محصول الذرة الصفراء وأصبحت الذرة عالية الزيت متاحة لمصنعي الأعلاف، وهناك ذرة جديدة محسنة فيها نسبة دهن وبروتين أعلى ومنخفضة الفيتات وعالية في محتواها من اللايسين والميثيونين، وأصبحت الإمكانية متاحة لإنتاج طرز كثيرة من الذرة الجديدة بوسائل التقنية الحيوية وهذا قد يحدد نوع الذرة الصالح لنوع محدد من الحيوانات في مرحلة إنتاجية محددة مثل النمو أو إنتاج الحليب أو البيض أو غير ذلك.

تتطلب الاحتياجات العالية من الطاقة لدجاج اللحم والرومي إضافة الذرة عالية الزيت في العليقة، ويجب أن تحتوي الذرة على نسبة عالية من الفوسفور المتاح الذي يؤدي إلى تقليل تلوث البيئة بالفوسفور الخارج في الزرق إضافة إلى تقليل استخدام الفوسفور العضوي في العلائق، وتُرتب أولويات صفات الذرة التي يطلبها المتخصصون في تغذية الدواجن على النحو التالي:

١- تقليل الفيتات

٢- زيادة الطاقة

٣- الإغناء بأحد الحموض الأمينية الضرورية كالميثيونين واللايسين.

ويطلب المتخصصون في تغذية الأبقار الحلوب هندسة حبوب الذرة بحيث تؤدي إلى ما يلي:

١- تطرية الحبوب مما يقلل الفقد نتيجة لخروج الحبة صحيحة في الروث.

٢- هندسة النشاء في حبوب الذرة بشكل يؤدي إلى تخمر ثلثاه في الكرش كمصدر للحموض الدهنية الطيارة ويهضم الثلث الباقي في الأمعاء الدقيقة كمصدر للغلوكوز.

٣- زيادة نسبة البروتين من ١٠ % إلى ٢٠ % إن أمكن.

٤- زيادة نسبة اللايسين مع زيادة نسبة البروتين غير المتحلل في الكرش إلى ٦٠ % أو أكثر.

٥- زيادة نسبة الزيت في الذرة إلى ١٠ % وليس ١٥ % لأن النسبة الأخيرة يمكنها أن تؤثر سلبياً على نشاط ميكروبات الكرش.

إنّ زيادة البروتين والزيت إلى الحدود المذكورة سابقاً تؤدي إلى انخفاض نسبة النشاء إلى ١٥ % مما يفقد هذه الذرة قيمتها الأساسية كمصدر للكربوهيدرات، وتبقى النقطة الأساسية في هندسة حبوب الذرة وراثياً هي قدرة الكرش على التعامل مع كل هذه المتغيرات مرة واحدة.

ولتحقيق رغبات مربي الحيوانات في إنتاج ذرة بالمواصفات المطلوبة يجب أن تكون الذرة الجديدة مربحة للمزارعين، وفي الوقت نفسه ينادي مربو الحيوانات ألا تزيد هذه الذرة من تكاليف العلائق، ويزداد الجدل ويبقى التنسيق بين ما يطلبه منتجو الحيوان ومنتجو الحبوب قائماً، ويشاركهما الجدل مستهلك المنتج النهائي الذي لا يجب أن يتحمل وحده نتيجة هذا التنسيق.

تأتي أهمية استخدام واسمات markers للتفريق بين الذرة الجديدة والتقليدية بحيث تكون هذه الواسمات واضحة لا تحتاج تحاليل معقدة ويقترح أن تكون بيولوجية جزءاً من التركيب الوراثي للذرة الجديدة المعدلة وراثياً، وجميع المتخصصين في تغذية الحيوان يجمعون على أن الذرة الجديدة يجب:

- أن تكون مقاومة للإصابة بالفطريات وخالية من السموم الفطرية خلال الشحن والتخزين.
- أن تكون تامة القيمة الهضمية لتجنب الفقد في المركبات الغذائية وتقليل التلوث البيئي.
- أن تكون منخفضة في محتواها من الفيتات لتزيد الإتاحة من الفوسفور.

- أن لا يقل المحصول مع المحافظة على المقاومة للآفات الجرثومية ومبيدات الحشائش.
- أن تحتوي على واسمات بيولوجية تضمن عدم الغش وتسهل التداول والتخزين.

أما من ناحية مزارعي الذرة الجديدة فيجب أن تحقق الشروط التالية:

- أن تكون ذات عائد محصولي جيد
- ألا تتطلب عمليات غير اعتيادية في الشحن والتخزين
- أن تناسب النظم الحديثة المعمول بها في تداول الذرة.

ثالثاً- التقنية الحيوية وإضافات الأعلاف:

تقوم التقنية الحيوية بدور مهم في تغذية الدواجن من خلال الهندسة الوراثية والتخمرات المنتجة للحموض الأمينية والمضادات الحيوية وتطوير المستحضرات الإنزيمية التي تزيد من استفادة الدواجن من المركبات الغذائية في العلائق وتقلل التلوث البيئي.

تستخدم الحموض الأمينية الناتجة بالتخمر الصناعي على نطاق كبير في تغذية الحيوان وقد ثبت تأثيرها في تحسين جودة العلائق وتقليل تكاليف التغذية، وظهرت فكرة حماية الحموض الأمينية من ميكروبات الكرش مما أدى إلى تحسين كفاءة الإنتاج الحيواني.

لقد أجريت دراسات في مجال تحويل المخلفات السيلولوزية إلى علف غني بالبروتين لتغذية الحيوانات عن طريق تحويل ورق الكرتون وغيره بالتخمير باستخدام الفطريات المحللة للسيلولوز واللغنين، وأجريت دراسات كثيرة على تأثير إضافة الإنزيمات على جودة مواد العلف، وتستخدم الإنزيمات لعدة أهداف أهمها:

١- إزالة السمية أو المواد المعيقة للاستفادة من الغذاء.

٢- زيادة معاملات هضم المركبات الغذائية.

٣- زيادة هضم السكريات المتعددة غير النشاء.

٤- إمداد الحيوانات ببعض الإنزيمات.

يعمل إنزيم الغلوكونيز على تقليل لزوجة محتويات القناة الهضمية في الدواجن فهو مطلوب لزيادة الاستفادة من السكريات المتعددة غير النشاء الموجودة في بعض الحبوب، وتقترح البحوث الحديثة باستخدام خليط من إنزيم البروتياز والأميلاز لتحسين هضم الحبوب التي تسبب لزوجة أقل مثل الذرة، وقد نجحت إضافة إنزيم الفيتاز لتقليل محتوى الروث من الفوسفور عن طريق رفع معامل هضم الفيتات وتحسين الاستفادة الغذائية منها.

ويوجد العديد من الإضافات الغذائية التي تستخدم لتعديل بيئة الكرش والكثير منها من نواتج التقنية الحيوية منها مركبات مثبطة لإنتاج الميثان، ومركبات تشجع إنتاج حمض البروبيونيك، ومركبات تثبط تحلل البروتين في الكرش، ومركبات تحسن تركيب البروتين.

إنّ عملية تعديل ميكروفلورا الأمعاء من خلال استخدام الأحياء العلاجية أو البروبيوتك Probiotics مثل الخميرة الحية توفر فرصة لتحسين هضم الغذاء ومقاومة الأمراض للحيوان.

الأخطار الصحية المحتملة للأعلاف المعدلة وراثياً:

تم منع استخدام مسحوق اللحم والعظم في تغذية الأبقار نتيجة ظهور مرض جنون البقر، لكن لم تظهر مشاكل صحية حتى الآن مع استخدام فول الصويا أو الذرة المعدلة وراثياً في غذاء الحيوانات.

إنّ ٩٠ % من مجمل الذرة وفول الصويا في الولايات المتحدة تذهب لتغذية المواشي، وحوالي ٧٠ % من هذه المحاصيل خضعت لتعديل وراثي، وأكثر من ٩٠ – ٩٥ % من الطعام المحتوي على فول الصويا المستخدم في غذاء الإنسان يعاد تصنيعها لإنتاج أعلاف للحيوانات المجترة.

قد تحتوي الأعلاف المعدلة وراثياً على جينات تقاوم المضادات الحيوية لذلك وقف العلماء والحكومات ضد إدخال هذه الجينات إلى المحاصيل المعدلة وراثياً والواجب تجريم أي استخدام للجينات المقاومة للمضادات الحيوية فليس هناك أي سبب لتحمل مخاطر تهدد الصحة من أجل منفعة قصيرة المدى للصناعة، ومعظم المستهلكين ليس لديهم الوعي بأنّ صناعة أعلاف الحيوان هي السوق الأساسي للمحاصيل المعدلة وراثياً وأن سلسلة غذائهم مازالت معرضة للتلوث الجيني، ولا يوجد حتى الآن تشريعات تنظم استخدام الأعلاف المعدلة وراثياً في تغذية الحيوانات لذلك يجب أن تجرى تجارب طويلة المدى على التأثيرات البيئية للأغذية المعدلة وراثياً خصوصاً التأثير التراكمي في سلسلة الغذاء واحتمال انتقال الدنا إلى الحيوان أو الإنسان أثناء التمثيل الغذائي.

انتهت المحاضرة