الباب الخامس

السيلاج Silage

تعريف : السيلاج هو العلف الأخضر المحفوظ بمعزل عن الهواء، بواسطة عمليات التخمر، لإنتاج مواد حمضية تزيد من حموضة العلف، بحيث تمنع عوامل فساده.

بدأ تصنيع السيلاج منذ نحو ٢٠٠ سنة في أوروبا الغربية كبديل لعمل الدريس في المناطق الرطبة التي لا تساعدها الظروف الطبيعية على تجفيف الدريس، ثم انتقلت هذه الصناعة إلى أمريكا حيث تقدمت وتطورت، وأصبح لهذه الصناعة محاصيل معينة مثل الذرة الصفراء و الذرة البيضاء. يعد السيلاج أقرب الأعلاف المحفوظة للعلف الأخضر. ويتفوق على الدريس للأسباب التالية:

١- زيادة محتواه من البروتين والكاروتين والعناصر الغذائية.

٢- المحافظة على القيمة الغذائية للعلف نتيجة لقلة الجزء المرفوض منه من قبل الحيوان.

٣- إمكان عمله في الأماكن المتقلبة الأجواء التي يصعب عمل الدريس فيها.

٤- قلة الحيز اللازم للتخزين.

٥- تؤدي عملية الحفظ إلى قتل بذور الحشائش الموجودة مع محاصيل العلف مما يقلل انتشارها في المرعى.

٦- انخفاض نسبة الفقد في المادة الجافة، فقد يصل الفقد في الدريس إلى نحو ٢٤% بينما في السيلاج ١٦%.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٧- يمكن عمل الحشات الأولى من المحاصيل التي تحتوي على نسبة عالية من الرطوبة مثل البرسيم كسيلاج جيد ، بينما يصعب عملها كدريس.

جدول رقم (٥) يوضح الجدول التالي نسبة الفقد في المركبات الغذائية لدريس وسيلاج البرسيم المصري بعد ٨ أسابيع من الحفظ.

نوع العلف المحفوظ	المادة الجافة	الرماد	بروتين خام	مستخلص أثير	ألياف خام	كربوهيدرات ذائبة
دريس	٢٣.٧	٢.٩	٣.٢	٠.٤	٦.٨	١.٤
سيلاج	١٦	٠.٤	٢.٦	٠.٣	٠.٢	١٢.٥

المحاصيل التي يصنع منها السيلاج:

يعمل السيلاج من أي محصول يمكن استخدامه كعلف أخضر، بشرط ألا تزيد نسبة الرطوبة عند الحفظ عن ٦٠-٧٠ % لأن الرطوبة الزائدة عن هذا الحد تتسرب من العلف على هيئة راشح يتجمع أسفل المسلج، ويتخمر ويكسب السيلاج روائح نتنة غير مرغوبة، بالإضافة إلى زيادة فقد المواد الغذائية (سكريات ومواد أزوتية وعناصر معدنية وأحماض عضوية) في هذه السوائل الراشحة.وأي محصول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يعطي إنتاجاً كبيراً من العلف يمكن زراعته لتصنيع السيلاج. ففي المناطق التي ينجح فيها زراعة الذرة الشامية، يمكن تصنيع السيلاج، وفي المناطق الجافة الحارة يمكن زراعة الذرة الرفيعة السكرية وحشيشة السودان لعمل سيلاج جيد.ويمكن عمل السيلاج من محاصيل الحبوب الشتوية (الشعير و الشوفان)، ومحاصيل البقوليات مثل البرسيم المصري، والبرسيم الحجازي، ومخاليطها ومحاصيل البذور البقولية، مثل اللوبيا والفاصوليا وفول الصويا وعباد الشمس.تختلف محاصيل الأعلاف هذه في مدى حاجتها إلى إضافة المواد الحافظة أثناء عمل السيلاج وكذلك تتباين في قيمتها الغذائية ودرجة الاستساغة.

قطع محاصيل السيلاج:

يؤثر ميعاد حش محاصيل الأعلاف لعمل السيلاج على جودة حفظه وقيمته الغذائية وأفضل مواعيد قطع محاصيل الأعلاف لعمل السيلاج تتلخص فيما يلي:

١- الذرة الشامية والذرة الرفيعة والشعير والشوفان في الطور العجيني للحبوب.

٢- محاصيل العلف النجيلية الأخرى في مرحلة طرد النورات وقبل الأزهار.

٣- المحاصيل البقولية كالبرسيم المصري والبرسيم الحجازي فإن الموعد المناسب هو موعد قطعه لعمل الدريس، أي عندما يصل إرتفاع النباتات من ٣٥ -٤٠ سم، أو عندما تصل نسبة التزهير ١٠%.

٤- حش مخاليط العلف يكون في الوقت المناسب للمكون الأكثر نسبة في المخلوط.بعد حش محصول العلف بالآلات البسيطة أو الميكانيكية، يجمع على هيئة صفوف ذات حجم مناسب لخفض نسبة الرطوبة (٦٠-٧٠%)، ثم يجمع وينقل إلى مكان المسلج النظيف والمعد لذلك، حيث يتم تقطيعه Chopped إلى أجزاء يتراوح طولها

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

من ٢-٤ سم ليسهل كبس النباتات جيداً في المسلج، وتقليل كمية الهواء الموجودة بينها إلى أقل حد ممكن. يتم ملء المسلجSilo تدريجياً، بكبس مادة العلف على هيئة طبقات مدكوكة جيداً، كل منها بسمك ١-٢ متر على عدة أيام. ويتم الكبس إما بأرجل العمال أو بتمرير عربة أو جرار فوق المسلج، التي تشبه الخندق أو الحفرة، وبعد الانتهاء من ملء المسلج بالعلف الأخضر، يضغط بشكل جيد لطرد الهواء، ويغطى من البلاستيك أو الورق وفوقها طبقة من التراب.

أنواع المسالج Silos

يقصد بالمسلج الوعاء الذي يصنع ويخزن فيه السيلاج، ومن المسالج ماهو قائم Uprightعلى شكل برج، ومنها ما هو على شكل خندق Trench أو حفر Pit أو كومة Heap أو صندوق.

- الصوامع البرجية: Tower Silos:

إسطوانية الشكل قطرها حوالي ٤.٥ متر، وإرتفاعها حوالي ١٠ أمتار، وتسع نحو ٢٥٠ متر مكعب من العلف الاخضر، وقد يزيد حجمها عن ذلك حسب حجم كمية العلف المخزن. ويبنى المسلج عادة من الطوب والإسمنت المسلح على أن يكون السطح الداخلي أملس مع عدم وجود فجوات يتسرب داخلها الهواء فينتج عنه التخمرات غير المرغوب فيها، ويركب على الجزء العلوي للمسلج آلة لتقطيع العلف الأخضر إلى أجزاء قبل وضعه بداخلها وتوجد قرب قاع المسلج فتحة لتصريف السوائل الناتجة عن التخمر كما توجد فتحة أو فتحات جانبية لأخذ السيلاج الناتج

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

عند إستعماله. يراعى كبس العلف الأخضر جيداً بعد تقطيعه داخل المسالج لطرد الهواء مع وضع المواد الحافظة على هيئة مولاس أو حبوب مطحونة.

- **الحفر أو الخنادق pit or Trench :**

تتلخص هذه الطريقة في النقاط التالية:

١- تحفر حفرة في الأرض تختلف مساحتها بإختلاف المساحة المطلوب عملها سيلاج وتبطن بالطوب والإسمنت، أو تبنى فوق سطح الأرض، ويتألف الخندق من جدارين اسمنتين و أرضية اسمنتية .

٢- يوضع العلف بعد إنقاص رطوبته داخل الحفرة أو الخندق حتى تمتلئ، ويكبس جيداً للتخلص من الهواء.

٣- يرش العلف بمحلول المولاس أو حامض الهيدروكلوريك أو الكبريتيك المخفف لتنشيط تكوين حامض اللاكتيك، فيساعد على التخمر اللاكتيكي، تغطى الحفرة نحو ٣٠٠ طوبة، ثم يوضع فوق الطوب طبقة من الطين.

- **مسلج الكومة heap silo :**

تتلخص هذه الطريقة في النقاط التالية:

١- يختار مكان مرتفع من الأرض وترص فوقه طبقة من الحطب ارتفاعها حوالي ١/٤ متر على شكل دائرة قطرها ٥-١٠ متر.

٢- بعد حش العلف ونشره على الأرض ليجف قليلاً، يرص في حزم فوق الحطب ويضغط عليه جيداً بأرجل العمال لطرد الهواء مع تقوية محيط الكومة بمجاديل من العلف.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- توضع طبقة أخرى من العلف في اليوم التالي وتكبس كسابقتها وهكذا في الأيام التالية حتى تصل الكومة إلى ارتفاع ٨-١٠ متر مع وضع المادة الحافظة المتاحة.

٤- تتنقل من أعلى بالحجارة أو الطوب لطرد الهواء ثم تغطى الكومة بطبقة من الطين المعجون بالتبن.

٥- تحفر قناة حول الكومة تتصل بقناة الري أو بحفرة في الأرض لتتسرب إليها السوائل الناتجة من الكومة.

يفضل البعض عدم استعمال هذه الطريقة لعدم جودة السيلاج الناتج وتلف جزء كبير منه.

- مسلج على شكل الصندوق: **Box and Bunker** :

تستعمل هذه الطريقة عندما تكون الأرض مستوية والمناطق التي يكون مستوى الماء الأرضي مرتفعاً ، ويعمل الصندوق من الألواح الخشبية السميكة لتتحمل ضغط العلف مع تبطينها من الداخل بالبلاستيك.

التركيب الكيميائي لمحصول العلف:

يجب أن يحتوي محصول العلف على كمية من المواد الكربوهيدراتية القابلة للتخمر، لإنتاج الأحماض العضوية بدرجة تكفي لزيادة حموضة السيلاج إلى الحد الذي يوقف نشاط البكتيريا (pH = ٣.٧)، ويحتوي السيلاج الجيد الحفظ على حامض اللاكتيك بصفة رئيسية بنسبة ١-٢ % ، ويلزم لإنتاج هذه النسبة توفر المواد الكربوهيدراتية في العلف بنفس النسبة تقريباً.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تختلف محاصيل العلف في محتواها من المواد الكربوهيدراتية، فمعظم محاصيل الأعلاف البقولية تحتوي على نسبة قليلة من الكربوهيدرات، ونسبة عالية من البروتينات، فالبرسيم الحجازي الذي يحش عند بدء التزهير يحتوي على ٤.٣ % من الكربوهيدرات الذائبة، بينما تحتوي الذرة الشامية في الطور اللبني على ٢.٠٣ % من الكربوهيدرات الذائبة.

جدول رقم (٦) النسبة المئوية للكربوهيدارت الذائبة على أساس الوزن الجاف .

المحصول	مرحلة النمو	نسبة السكريات
البرسيم الحجازي	بدء التزهير	٤.٣
الذرة	الطور اللبني	٢.٠٣
حشيشة السودان	الطور اللبني	١٣.٤
الشوفان	طور السنابل	٩.٩

يتضح من الجدول السابق أن المحاصيل النجيلية تحتوي على نسبة عالية من السكر، مقارنة بالأعلاف البقولية، ويتضح أيضاً أنه كلما قلت نسبة السكرياتِ في المحصول كلما زادت الحاجة إلى إضافة المواد الغنية بالسكر أو المواد الحافظة، لضمان حدوث عملية التخمر وجودتها، وبالتالي يكون السيلاج جيداً.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حفظ السيلاج Preservation:

في حالة عدم توفر الكمية المناسبة للسكريات لإتمام عملية التخمر، فإن النشاط الميكروبي يتجه إلى تحليل البروتين، مما يقلل القيمة الغذائية للسيلاج، علاوة على التأثير السيئ للمركبات الآزوتية الناتجة في طعم السيلاج ورائحته.

وحيث أن محاصيل الأعلاف البقولية بصفة عامة، وكذلك النجيليات الصغيرة، تحتوي على كمية قليلة من الكربوهيدارت، وكذلك عند زيادة نسبة الرطوبة عن ٧٠% من مادة العلف فإن تركيز الكربوهيدرات يكون قليلاً، وبالتالي يكون التخمر أقل كفاءة، ولضمان جودة التخمر ونوعية السيلاج الناتج في الحالات السابقة يلزم زيادة كمية السكريات في العلف، بإضافة مواد كربوهيدراتية بنسبة ١% من مادة العلف. ومن هذه المواد مايلي:

١- المولاس Molasses والحبوب المطحونة Ground grain:

فالمولاس هو من مخلفات صناعة السكر ويحتوي على ٥٠-٦٠ % سكر، ويضاف منه لكل طن علف ١٤-١٨ كغ للأعلاف النجيلية، ونحو ٢٨ كغ للبرسيم الحجازي والبرسيم، ونحو ١٨ كغ للطن لمخاليط الأعلاف من البقوليات والنجيليات،و نظراً للزوجته العالية فيخفف إلى ضعف حجمه بالماء، ويرش بانتظام على طبقات السيلاج أثناء الكبس.

أما الحبوب المطحونة فتشمل جريش الذرة والشعير والقمح والذرة البيضاء، وتضاف بمعدل ٧٠ كغ للطن الواحد من محاصيل البرسيم الحجازي والبرسيم، وبمعدل ٣٠-٣٥ كغ للطن من النجيليات، وبمعدل ٥٠ كغ للطن من المخاليط العلفية من البقوليات والنجيليات، ويتم نثرها على سطح كل طبقة من العلف

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

في المسلج. تفضل الحبوب المجروشة على المولاس في حالة الأعلاف الرطبة، لأنها تخفض الرطوبة الزائدة وتقلل الراشح. ينصح عموماً بإضافة إحدى المادتين السابقتين للسيلاج حتى عندما لا يكون هناك حاجة ملحة لها، لضمان حفظ السيلاج بصورة جيدة وقلة الفاقد منها أثناء التخمر والباقي يضاف إلى السيلاج الناتج.

٢- الأحماض المعدنية: Mineral acids

تضاف الأحماض المعدنية مثل حامض الكبريتيك والهيدروكلوريك بتركيز ضعف عياري وبمعدل ١٢-١٦ جالون من الحامض المخفف لكل طن من العلف- تستعمل الكمية الأكبر للأعلاف البقولية- وتعمل هذه الأحماض على زيادة حموضة العلف إلى ٣.٦-٤ ، وتوقف تنفس الخلايا، وتحفظ البروتين والكاروتين من التحلل وتعطي سيلاجاً جيداً ، غير أنها مكلفة وقد تسبب أضراراً للعاملين أو المسلج.

٣- إضافة مواد معقمة للعلف أثناء أو بعد كبسه في المسلج:

من المواد المستعملة الفورم ألدهيد، وثاني أكسيد الكبريت، وميتا بيسلفيت Sodium metabisulfite والمادة الأخيرة هي الأكثر استعمالاً، وتضاف بمعدل ٣.٦ كغ للطن ، حيث ينتج عن إضافتها نتيجة الرطوبة في العلف ثاني أكسيد الكبريت، ثم يتحول بعد ذلك إلى حامض الكبريتوز، فتنخفض الحموضة ويقف نشاط الأحياء الدقيقة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التغيرات الكيميائية أثناء تخزين السيلاج

Chemical changes

تحدث عدة تغيرات كيميائية حيوية بعد كبس العلف في المسلج، وتؤدي إلى حفظ وتكوين السيلاج، وعلى ذلك فإن التفاعل بين العوامل الثلاثة التالية هو أساس نجاح وتصنيع السيلاج.

١- التركيب الكيميائي لمحصول العلف الذي يوضع في المسلج.

٢- كمية الهواء التي تتخلل الكتلة العلفية و نشاط أعداد البكتيريا.

ويمكن تلخيص التغيرات الكيميائية التي تحدث في المسلج في الآتي:

١- التغيرات الهوائية Aerobic Changes:

وهي التغييرات التي تتم في وجود الأوكسجين، وقد تسمى بمرحلة التنفس Respiration phase ، عند حصاد محصول العلف تكون خلايا النبات حية، ويستمر التنفس بنشاط لفترة حتى بعد الحش، وحتى تصبح نسبة الرطوبة في العلف أقل من ٦٠%، وتتزايد أعداد البكتيريا الهوائية الموجودة على سطح المادة العلفية طالما يتوفر الأوكسجين، وفي هذه المرحلة الأولية تستخدم أنزيمات النبات والبكتيريا الهوائية، المواد الكربوهيدراتية المتوفرة في النبات، ويتكون الماء وثاني أكسيد الكربون، وتنطلق الحرارة.

وبذلك تنخفض كمية الكربوهيدرات اللازمة لعملية التخمر الهوائي، كما تتحلل بروتينات الخلايا أثناء هذه المرحلة protease بسبب الأنزيمات النشطة حتى درجة معينة من الحموضة (أكثرمن ٥.٥).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢- التغييرات اللاهوائية Anaerobic Changes :

وهي التغيرات التي تتم عند نفاذ الأوكسجين من المسلج حيث تسود بها الظروف اللاهوائية، وقد تسمى مرحلة التخمر Fermentation أو التخليل Pickling . وفي هذه المرحلة تبدأ البكتيريا اللاهوائية – التي يعتمد عليها كثيراً – في النشاط. كما تتوقف خلايا النبات عن التنفس الهوائي، وحتى بعد موت الخلايا النباتية فإن الأنزيمات الموجودة داخلها تبقى نشطة لفترة ما، ويؤدي التنفس اللاهوائي إلى حرق الكربوهيدارت وينتج عن ذلك حرارة بكمية أقل عن التنفس الهوائي مما يترتب عليه بطء إرتفاع حرارة المسلج، ويتكون أيضاً الكحول والأحماض العضوية التي تلعب الدور الرئيس في حفظ السيلاج وإكتسابه الطعم المستساغ، ومن هذه الأحماض ما هو متطاير مثل حامض الخليك Acetic acid ، وحامص البروبيونيك Propionic acid، والبيوتريك Butyric acid الذي يسبب رائحة متزنخة للسيلاج، ومنها غير المتطاير مثل حامض اللاكتيك lactic acid، الذي يعد أهم الأحماض العضوية في حفظ السيلاج، حيث تحول بكتيريا حامص اللاكتيك المواد الكربوهيدراتية المتاحة إلى حامض اللاكتيك، وبذلك تنخفض حموضة الكتلة العلفية التي تمنع النمو البكتيري ونشاط الأنزيمات وتحفظ السيلاج.

٣- تغييرات أخرى:

أ- تغيير لون العلف إلى اللون الأصفر الباهت نتيجة لإزالة الماغيزيوم من الكلوروفيل بفعل الأحماض العضوية أو نتيجة لأكسدة الكاروتين.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب- تكون اللون الداكن نتيجة أكسدة المادة العضوية أثناء التنفس الهوائي، وارتفاع درجة حرارة جو الصومعة عن ٥٠ م نتيجة لبقاء كمية كبيرة من الهواء في المسلج.

ث- إنتاج حامض البيوتريك ويتوقف ذلك على سرعة زيادة حموضة العلف، فكلما كان تكون حامض اللاكتيك بطيئاً زاد إنتاج حامض البيوتريك غير المرغوب فيه.يعتقد أن الظروف المثلى لعمل السيلاج تتحقق من كبس العلف في المسلج لدرجة تسمح بوجود كمية من الهواء بداخلها تكفي لرفع درجة حرارة جو المسلج إلى٢٨-٣٨ م التي تناسب نشاط بكتيريا حامض اللاكتيك والتي تساعدها في البداية في وجود الهواء لإنتاج الحامض قبل أن تبدأ بكتيريا حامض البيوتريك في النشاط. وتشجع نسبة الرطوبة العالية ودرجة الحموضة المرتفعة في السيلاج نمو البكتيريا غير المرغوبة مثل الكلوستريديا Clostridia، التي تنتج حامض البيوتريك والأمونيا وبعض الأحماض الأمينية مثل Cadaverine , Histamine Tryptamine والتي تؤدي إلى سيلاج غير جيد وغير مقبول من ناحية الحيوانات. وعمل السيلاج من محاصيل أعلاف بقولية غينة بالبروتين ليس سهلاً ، لأنه يحتاج إلى كمية كبيرة من حامض اللاكتيك لتغيير درجة حموضة السيلاج، وبالمثل فإن وجود نسبة كبيرة من العناصر المعدنية تمنع انخفاض درجة حموضة السيلاج وعلى ذلك فإن الذرة الشامية التي تحتوي على نسبة منخفضة من العناصر المعدنية عادة ما تعطى سيلاجاً عالي الجودة عن سيلاج البقوليات.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حموضة السيلاج Silage acidity:

إن أهم الاحماض التي تتكون أثناء تصنيع السيلاج والتي تؤدي إلى خفض حموضته هي:

١- **حامض اللاكتيك lactic acid:**

يوقف هذا الحامض تحلل البروتينات، وله قيمة غذائية تقترب من قيمة السكريات ويعطي السيلاج نكهة طيبة عندما يوجد بكميات مناسبة.

٢- **حامض الخليك Acetic acid:**

تأثيره قليل في عمل السيلاج وليس له أهمية كبيرة.

٣- **حامض البيوتريك Butyric acid:**

يعطي سيلاجاً رديئاً له رائحة كريهة مزنخة.

يجب أن يحتوي السيلاج الجيد على نسبة من حامض اللاكتيك، وكمية قليلة من حامض الخليك، وألا يحتوي على حامض البيوتريك ما أمكن.

الفاقد في القيمة الغذائية للسيلاج

Losses in nutritive value of silage

يتعرض السيلاج إلى فقد في المواد الغذائية أثناء عملية التصنيع والتخزين ويمكن تلخيص هذا الفقد فيما يلي:

١- **الفقد بالتنفس والتخمر Resperation and Fermentation :**

يبدأ هذا الفقد من وقت حش العلف في الحقل ويستمر في المسلج، ويتمثل الفقد في الحقل في طريقة الذبول، ويعد الفقد في المسلج في تحلل المواد الكربوهيدراتية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وتحلل البروتين إلى أمونيا فتقل جودة السيلاج وتقل استساغته من قبل الحيوانات.

٢- الفقد بالرشح Seepage Losses:

ويشمل فقد المواد الغذائية (العناصر المعدنية والسكريات والبكتين وبعض المواد اللآزوتية) ويتوقف ذلك على نسبة الرطوبة في العلف، ويكون الفقد كبيراً في الأعلاف التي تحتوي على نسبة كبيرة من الرطوبة، كما هو الحال في المسالج البرجية،و يكون الفقد أقل عندما تكون الأعلاف ذابلة (أقل من ٦٥% رطوبة) قبل وضعها في المسلج.

٣- الفساد أو التلوث السطحي Top spoilage :

حيث تتعفن الطبقة السطحية من العلف وتصبح غير صالحة لتغذية الحيوان، وكذلك تعفن بعض أجزاء من السيلاج نتيجة لوجود جيوب هوائية في المسلج، ويمكن تجنب ذلك بكبس العلف جيداً وتغطية المسلج بإحكام.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner