

PRÉPARATION ET UTILISATION DE L'ENSILAGE DE BANANE EN ALIMENTATION ANIMALE

I. — TECHNOLOGIE DE L'ENSILAGE, COMPOSITION CHIMIQUE
ET BILANS DES MATIÈRES NUTRITIVES

J. LE DIVIDICH ⁽¹⁾, B. SÈVE ⁽¹⁾ et F. GEOFFROY

*Station de Recherches zootechniques, C. R. A. A. G., I. N. R. A.,
97170 Petit-Bourg (Guadeloupe)*

RÉSUMÉ

On a tenté de conserver par ensilage, sans addition de conservateur, des déchets de banane entière verte ou mûre artificiellement. La composition chimique, les bilans d'éléments nutritifs et la détermination des caractéristiques fermentaires des produits finaux portent sur 9 silos expérimentaux non hermétiques (5 de banane verte et 4 de banane mûre) d'une capacité de 500 kg de produit frais chacun. L'étude est réalisée pendant une durée de conservation de 45 à 60 jours au cours de laquelle, les jus de drainage d'un silo par type d'ensilage sont intégralement recueillis.

La composition chimique des ensilages (tabl. 1) dépend essentiellement de la nature des produits frais lors de la mise en silo (banane verte ou mûre). L'ensilage entraîne une augmentation systématique de la teneur en matière sèche et en amidon, soit respectivement + 7,4 et 5,1 points pour l'ensilage de banane verte + 4,0 et + 1,9 points pour l'ensilage de banane mûre. Par contre, les teneurs en glucides solubles sont réduites à l'état de trace dans l'ensilage de banane verte et ne représentent plus que 17,3 p. 100 de la matière sèche dans l'ensilage de banane mûre contre 71,6 p. 100 à la mise en silo.

La stabilisation des ensilages est rapide (fig. 1) notamment en ce qui concerne la production d'acide lactique et l'abaissement du pH. La qualité des ensilages, estimée par le pH, les teneurs en acide lactique et en bases volatiles est bonne (tabl. 2) ; l'ensilage de banane mûre est toutefois plus riche en acide lactique que l'ensilage de banane verte (100,7 contre 53,4 g/kg de matière sèche).

Les pertes de matière sèche durant la conservation, bien que déterminées approximativement, sont de 13,5 p. 100 dans le cas de l'ensilage de banane verte et de 33,5 p. 100 dans le cas de l'ensilage de banane mûre (tabl. 3 et 4).

L'ensemble des données engage à recommander le choix de la technique d'ensilage de la banane broyée verte, tant pour des raisons économiques (pertes d'éléments nutritifs) que nutritionnelles (concentration énergétique du produit final).

⁽¹⁾ Adresse actuelle : Station de Recherches sur l'Élevage des Pores, I.N.R.A., 78350 Jouy en Josas.

I. — INTRODUCTION

Les déchets de la production bananière (écarts de banane au triage) représentent à l'état frais, un produit intéressant pour l'alimentation animale (LE DIVIDICH et CANOPE, 1970 ; BRANKAERT et LECOQ, 1971 ; CHENOST *et al.*, 1971). L'irrégularité de la production pose cependant le problème de la conservation d'une partie de ces fruits qui mûrissent rapidement et constituent un aliment très périssable. La technique de déshydratation ne peut être actuellement recommandée en raison des installations qu'elle nécessite et de son coût de fonctionnement. En revanche, l'ensilage, sous réserve de conserver au produit une qualité et une valeur alimentaire convenables, peut constituer une solution économique et réaliste pour l'éleveur. Cependant, la réussite d'un ensilage dépend en particulier d'une rapide acidification lactique du milieu favorisée par la présence de quantités importantes de glucides solubles dans le produit initial.

Nous avons ainsi entrepris de réaliser un ensilage de banane sous deux formes : l'une verte et riche en amidon, l'autre mûre et riche en glucides solubles.

II. — MATÉRIEL, ET MÉTHODES

1. — *Technique d'ensilage*

Les silos expérimentaux sont constitués par des cuves cylindriques en béton (diamètre : 0,90 m), à fond incliné, d'une capacité d'environ 500 kg de banane chacune. Les cuves sont gainées d'un film continu de polyéthylène perforé sur les côtés et dans le fond, afin de permettre l'écoulement des jus de drainage par un orifice situé à la base des cuves.

La banane verte entière (avec la peau) est ensilée immédiatement après broyage à l'aide d'un hache-fourrage. Le produit est tassé aux pieds au fur et à mesure du remplissage et il est recouvert d'un panneau circulaire de bois chargé de pierres, à raison de 100 kg/m². Enfin, le silo est protégé des eaux de pluie par une bâche de polyéthylène assurant l'étanchéité à la partie supérieure.

La nécessité de disposer d'une quantité importante de bananes mûres au même stade et à un instant donné, nous a conduit à provoquer un mûrissement accéléré des fruits verts en les plaçant en atmosphère acétylénique selon la technique décrite par ÉSTANOVE (1969). Le procédé consiste à entasser les bananes vertes sur quelques blocs de carbure de calcium (1 kg par tonne de bananes), le tout, modérément arrosé d'eau et recouvert d'une bâche. Au bout de 36 à 48 heures, la banane mûre est ensilée sans broyage préalable dans les mêmes conditions que celles définies pour la banane verte.

Aucun conservateur n'est ajouté aux ensilages. Au total, cinq essais d'ensilage de banane verte et quatre de banane mûre sont réalisés. Les silos sont ouverts après environ 48 jours de conservation et entièrement désilés le jour même.

2. — *Mesures et analyses**Détermination des teneurs en éléments nutritifs de la banane fraîche et des ensilages.*

Des échantillons de banane sont prélevés à la main selon une méthode proposée par ZELTER et SALOMON (1959) au moment du remplissage et à l'ouverture de chaque silo. Sur ces échantillons, la teneur en matière sèche est déterminée par séchage à l'étuve à 70°C pendant 72 heures ; dans le cas des ensilages, nous avons en outre vérifié sur quelques échantillons, que les valeurs ainsi obtenues sont très voisines de celles trouvées par distillation au toluène (PERKINS, 1943). Les teneurs en cendres, en matières azotées totales (N = 6,25), en cellulose Weende, en ADF (VAN

SOEST, 1963), en NDF (VAN SOEST et WINE, 1967) et en amidon (THIVEND, MERCIER et GUILBOT, 1965) sont mesurées sur des échantillons séchés, broyés et réhomogénéisés. Les teneurs en glucides totaux solubles dans l'eau (JOHNSON *et al.*, 1964) sont déterminées sur les échantillons frais.

Estimation des caractéristiques fermentaires des ensilages.

L'orientation initiale des fermentations est appréciée d'après l'analyse chimique des jus de drainage prélevés à des temps variables après le remplissage des silos. Les caractéristiques fermentaires proprement dites des ensilages sont déterminées sur des jus d'ensilage extraits par pression. Sur les jus, nous avons mesuré le pH et dosé les acides gras volatils totaux et les bases volatiles totales par les méthodes proposées par JEAN-BLAIN et URTINETTE (1957), l'acide lactique (BARKER et SUMMERSON, 1941) et l'alcool éthylique (NICLOUX, 1931).

Bilans et nature des pertes en éléments nutritifs.

Pour chacun des silos, les quantités de bananes fraîches ensilées et désilées sont pesées. De plus, sur un silo par type d'ensilage, les jus d'écoulement sont recueillis en totalité afin d'estimer les pertes pondérales de matière fraîche par drainage.

Les bilans des pertes en éléments nutritifs sont établis d'après les résultats analytiques corrigés des pertes en composés volatils au cours du séchage des échantillons d'ensilage à l'étuve. Pour cela, nous avons affecté, selon une méthode utilisée par WEISSBACH et LAUBE (1967) un coefficient de perte à chacun des éléments volatils dosés, soit :

- 75 p. 100 pour les acides volatils totaux (SCHOCH, 1949 ; WATSON et FERGUSON, 1937 ; FATIANOFF et GOUET, 1969) ;
- 7,5 p. 100 pour l'acide lactique (McDONALD et DEWAR, 1960 ; DEWAR et McDONALD, 1961) ;
- 54 p. 100 pour les bases volatiles totales (FATIANOFF et GOUET, 1969) ;
- 85 p. 100 pour l'alcool éthylique (DEWAR et McDONALD, 1961).

Tous les résultats sont exprimés par rapport à la matière sèche corrigée.

III. — RÉSULTATS

I. — *Composition chimique de la banane fraîche et des ensilages.* *Influence de la maturation du fruit*

Les résultats moyens de la composition chimique de la banane fraîche et des ensilages sont présentés dans le tableau I. La teneur en matière sèche de la banane mûre est inférieure de 2 points environ à celle de la banane verte (probablement en raison de l'arrosage des fruits nécessité par la technique du mûrissement artificiel). Le processus de maturation entraîne une hydrolyse de plus de 90 p. 100 de l'amidon de la banane verte, il en résulte que le fruit mûr contient environ 72 p. 100 de glucides solubles par rapport à la matière sèche. En revanche, les autres constituants de la banane (cendres, matières azotées, constituants celluloseux) sont peu affectés par le mûrissement.

L'ensilage présente une teneur en matière sèche plus élevée que le produit initial, surtout dans le cas de la banane verte (+ 7,4 points). Les teneurs en cendres et en matières azotées, exprimées en p. 100 de la matière sèche, ont tendance à diminuer dans l'ensilage de banane verte et au contraire, à augmenter dans l'ensilage de banane mûre. Toutefois, les principales modifications intervenant dans la composition de la matière sèche se situent au niveau des constituants glucidiques. Ainsi, les teneurs en glucides solubles à l'eau sont réduites de 75 p. 100 dans l'ensilage de banane mûre

et à l'état de traces dans l'ensilage de banane verte. Parallèlement, les teneurs en constituants cellulosiques et en amidon sont accrues d'une manière passive, respectivement d'environ 40 et 10 p. 100 dans le cas du fruit vert et de 80 et 50 p. 100 dans le cas du fruit mûr.

TABLEAU I

Composition chimique de la banane fraîche et des ensilages

Nature de la banane	Banane verte entière			Banane mûre entière		
	fraîche	ensilage	(p. 100 composition initiale)	fraîche	ensilage	(p. 100 composition initiale)
Matière sèche (2)	21,6 ± 0,7 (1)	29,0 ± 0,8	132	19,5 ± 0,6	23,5 ± 1,0	120
<i>Composition en p. 100 de la matière sèche</i>						
Cendres	5,3 ± 0,3	3,8 ± 0,1	72	5,0 ± 0,2	5,7 ± 0,4	114
Matières organiques	94,7 ± 0,3	96,2 ± 0,1	101	95,0 ± 0,2	94,3 ± 0,2	99
Mat. azot. (N = 6,25)	5,8 ± 0,1	5,1 ± 0,4	88	5,7 ± 0,3	8,0 ± 0,2	140
<i>Constituants cellulosiques</i>						
Cellulose brute	3,9 ± 0,1	5,3 ± 0,1	136	3,6 ± 0,1	6,1 ± 0,5	169
ADF	7,2 ± 0,6	8,4 ± 0,8	117	8,0 ± 0,8	13,2 ± 2,1	165
NDF	10,6 ± 0,6	14,6 ± 1,9	138	10,2 ± 0,5	17,7 ± 4,5	173
Amidon	65,8 ± 4,0	70,9 ± 3,5	108	4,5 ± 1,0	6,4 ± 0,8	142
Glucides solubles (3)	10,1 ± 4,5	traces	0	71,6 ± 2,4	17,3 ± 3,9	24

(1) Écart-type de la moyenne.

(2) Matière sèche corrigée pour les ensilages.

(3) Glucides solubles à l'eau, exprimés en glucose.

2. — Évolution de la composition chimique des jus de drainage. Caractéristiques fermentaires des ensilages

Au cours des premières heures qui suivent la mise en silo, les teneurs des jus de drainage en glucides solubles sont très élevées, notamment dans le cas de l'ensilage de banane mûre (fig. 1). Elles diminuent rapidement dans le temps et on relève parallèlement des augmentations importantes des teneurs en acide lactique, en alcool éthylique et acides gras volatils totaux tandis que le pH s'abaisse progressivement. L'évolution est similaire pour les deux types d'ensilage avec une accentuation des phénomènes dans le cas de la banane mûre dont les jus sont plus riches en acide lactique et en alcool éthylique. Par ailleurs, les teneurs en bases volatiles ne dépassent pas 100 mg d' NH_3 par litre de jus de drainage du fruit vert et elles sont à peine décelables dans le jus de drainage de la banane mûre.

Les caractéristiques fermentaires des ensilages sont présentées au tableau 2. D'une façon générale, la qualité des ensilages est bonne si on l'estime d'après le pH,

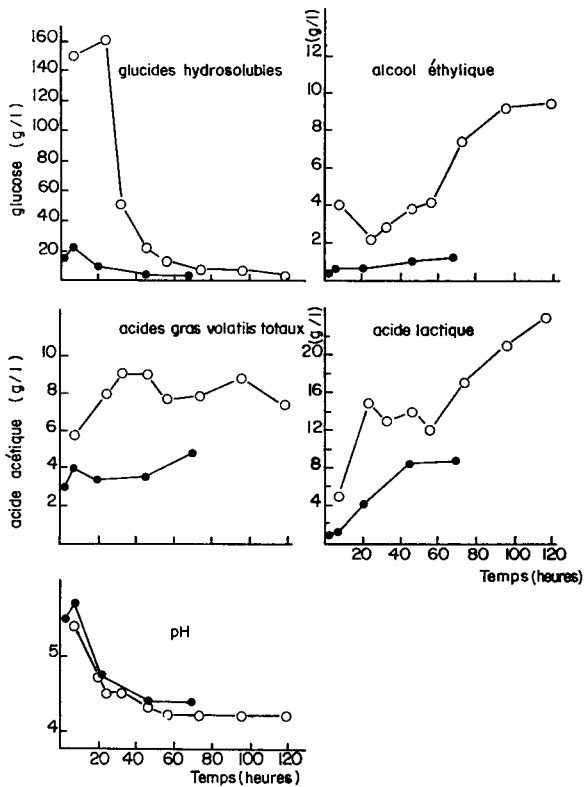


FIG. 1. — Évolution de la composition des jus de drainage en fonction du temps après ensilage

○ Ensilage de banane mûre
● Ensilage de banane verte

TABLEAU 2

Caractéristiques fermentaires des ensilages

Nature de l'ensilage	pH	Teneur en g/kg de matière sèche ⁽¹⁾			
		Bases volatiles totales ⁽²⁾	Acides gras volatils totaux ⁽³⁾	Acide lactique	Éthanol
Banane verte	4,2 ± 0,4	0,9 ± 0,1	18,2 ± 6,4	53,4 ± 4,2	2,2 ± 0,2
Banane mûre	3,8 ± 0,1	0,4 ± 0,1	30,1 ± 13,0	100,7 ± 5,0	23,4

⁽¹⁾ Matière sèche corrigée.

⁽²⁾ Exprimé en NH₃.

⁽³⁾ Exprimé en CH₃COOH.

les teneurs en acide lactique et en bases volatiles. Cependant, l'ensilage de banane mûre contient en moyenne dix fois plus d'alcool éthylique et deux fois plus d'acide lactique que l'ensilage de banane verte et son pH est légèrement plus bas (3,8 contre 4,2). En outre, malgré une teneur plus importante en matières azotées, l'ensilage de banane mûre est le moins riche en bases volatiles.

3. — Importance et nature des pertes d'éléments nutritifs durant la conservation

La conservation de la banane en silo non hermétique s'accompagne de pertes importantes en éléments nutritifs dans les jus de drainage. La récupération totale des jus, réalisée pour un silo expérimental par type d'ensilage (fig. 2) montre qu'après

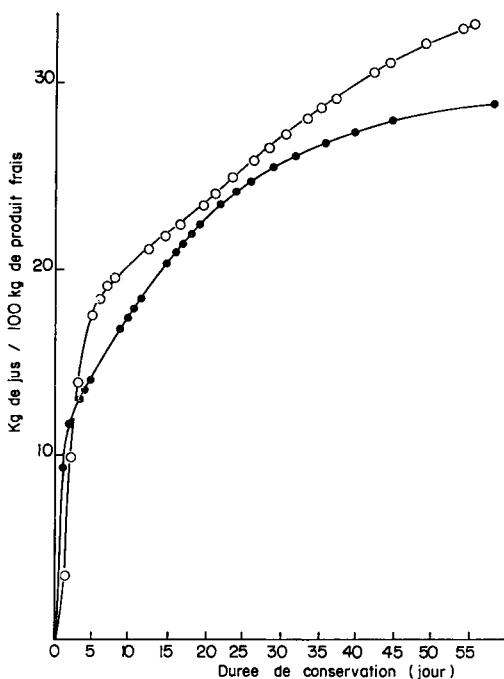


FIG. 2. — Cinétique des pertes cumulées de jus de drainage

- Ensilage de banane mûre
- Ensilage de banane verte

35 jours de conservation, l'écoulement est pratiquement arrêté dans le cas de l'ensilage de banane verte, ce qui n'est pas le cas pour l'ensilage de banane mûre. Les résultats rapportés au tableau 3 montrent qu'au bout de 55 jours de conservation, les pertes de matière sèche par drainage sont environ 4 fois plus importantes dans le silo de banane mûre (16,4 p. 100 environ de la matière sèche initiale) que dans le silo de banane verte (3,8 p. 100 environ de la matière sèche initiale), en raison d'une teneur en matière sèche des jus beaucoup plus élevée pour l'ensilage de banane mûre. Dans les deux cas, elles ne représentent que 55 à 60 p. 100 des pertes totales de matière

sèche, les chiffres étant sous-estimés par suite de l'absence de correction pour la teneur en éléments volatils dont la détermination n'a pu être réalisée pendant toute la durée de conservation. Les pertes d'eau sensiblement équivalentes pour les deux types d'ensilage, se font par contre en grande majorité (90 p. 100 environ) par la voie des jus de drainage.

TABLEAU 3

*Bilan de conservation de la banane par ensilage sur un silo par type de produit initial.
Importance des pertes occasionnées par les jus de drainage*

Produit initial	Banane mûre		Banane verte	
	Matière fraîche	Matière sèche	Matière fraîche	Matière sèche
Quantité ensilée	100	20,1	100	20,8
Pertes totales (kg)	40,2	6,0	31,8	1,35
en p. 100 de la quantité ensilée	—	29,8	—	6,4
Pertes de jus de drainage (kg) ⁽¹⁾	33,0	3,3	29,0	0,8
en p. 100 pertes totales	82,0	55,0	91,0	59,0
en p. 100 de la quantité ensilée	—	16,4	—	3,8
Autres pertes	7,2	2,7	2,8	0,55
en p. 100 pertes totales	18,0	45,0	9,0	41,0
en p. 100 de la quantité ensilée	—	13,4	—	2,6

⁽¹⁾ Matière sèche pondérée des jus (p. 100) : 10,0 pour l'ensilage de la banane mûre ; 2,7 pour l'ensilage de la banane verte.

TABLEAU 4

*Bilan des pertes de principes nutritifs au cours de la conservation par ensilage :
influence de la nature du produit initial*

Pertes p. 100 de la quantité initiale	Banane verte	Banane mûre
Eau	41,6 ± 1,9	48,3 ± 3,3
Matière sèche (corrigée)	13,5 ± 3,1	33,9 ± 3,2
Matière organique	12,5 ± 3,3	34,2 ± 3,4
Azote	17,1 ± 11,3	7,7 ± 8,1
Amidon	7,0 ± 3,0	6,0 ± 10,5
Glycides solubles	100	84,0 ± 3,8

Sur l'ensemble des silos expérimentaux (tabl. 4) les bilans des pertes montrent qu'en moyenne les pertes de matière sèche sont 2,5 fois plus élevées pour l'ensilage de banane mûre (33,9 p. 100) que pour l'ensilage de banane verte (13,5 p. 100). Elles

résultent essentiellement de pertes de matière organique et notamment de glucides solubles qui disparaissent totalement du produit ensilé vert et à 84 p. 100 du produit ensilé mûr. En revanche, les pertes d'amidon sont minimales, 6,5 p. 100 en moyenne, quel que soit le type d'ensilage. Les pertes de matières azotées sont environ deux fois plus élevées pour l'ensilage de banane verte que pour l'ensilage de banane mûre ; cependant, la signification de cette différence est limitée en raison de la faible teneur de la banane en matières azotées.

IV. — DISCUSSION ET CONCLUSION

1. — *Qualité des ensilages*

Les principaux résultats obtenus montrent que la banane, au stade habituel de la cueillette du régime pour la consommation humaine se prête bien à la conservation par ensilage sans addition de conservateur. La présence de glucides solubles en quantités suffisantes dans la banane verte et *a fortiori* dans la banane mûre favorise en effet un démarrage rapide des fermentations lactiques (ZELTER, 1960) entraînant une baisse rapide du pH dès les premières heures qui suivent la mise en silo. On aboutit ainsi à une inhibition quasi complète des fermentations de type butyrique ou putride et à une stabilisation de l'ensilage (cf. fig. 1). Les qualités des deux types d'ensilage peuvent être comparées en examinant leurs caractéristiques fermentaires respectives. Celles-ci sont généralement en faveur de l'ensilage de banane mûre plus riche en acide lactique, moins riche en ammoniac et présentant un pH plus faible que l'ensilage de banane verte. Ces variations sont conformes à celles décrites par DIJKSTRA (1957) dans le cas général des ensilages. Toutefois, avec un pH final de 4,2, la qualité de l'ensilage de banane verte peut encore être considérée comme satisfaisante compte tenu de sa teneur plus élevée en matière sèche (WIERINGA, 1958). En outre, l'ensilage de banane mûre entraîne des fermentations alcooliques importantes comme tous les produits initialement riches en glucides solubles, par exemple, le marc de pommes (LEROY et ZELTER, 1954) ou la betterave à sucre (ZAUSCH et WILDGRUBE, 1967).

2. — *Estimation des pertes occasionnées par la conservation*

Les pertes en eau (45 p. 100 de l'eau initiale environ) peu différentes pour les deux types d'ensilage, sont en relation avec la richesse en eau des produits initiaux. Cette caractéristique, associée à une teneur élevée du produit en glucides solubles aggrave classiquement les pertes de matière sèche (LEROY et ZELTER, 1954 ; WILDGRUBE et ZAUSCH, 1971) et c'est ce que nous observons lors de la conservation de la banane mûre (33,9 p. 100 de pertes totales). En revanche, avec l'ensilage de banane verte, les pertes totales de matière sèche sont beaucoup moins élevées (13,5 p. 100), ceci en raison de la teneur élevée du produit initial en amidon qui est peu dégradé au cours de la conservation ainsi que l'ont également montré ANDRIEU et DEMARQUILLY (1974) dans le cas d'un ensilage de maïs. Cependant, la signification de ces valeurs est limitée par l'absence de mesure exacte de la teneur en matière sèche des ensilages. La méthode utilisée pour corriger la matière sèche des pertes en éléments volatils

au cours du séchage a pu conduire à une sous-estimation de cette dernière et à une surestimation des pertes totales de matière sèche. Quoi qu'il en soit, ces pertes s'expliquent en partie par l'utilisation de silos qui permettent l'écoulement des jus de drainage ainsi que le font remarquer de nombreux auteurs (DIJKSTRA et BRANDSMA, 1955 ; ZELTER, 1960 ; WILDGRUBE et ZAUSCH, 1971a). L'autre partie des pertes de matière sèche peut être attribuée au dégagement gazeux résultant des fermentations lactiques et alcooliques, d'autant plus important en valeur absolue que le produit initial est riche en glucides fermentescibles (WILDGRUBE et ZAUSCH, 1971a).

En conclusion, il apparaît que si la banane doit être conservée, l'ensilage sous forme verte doit être préféré autant pour des raisons nutritionnelles qu'économiques. Sa caractéristique essentielle est en effet sa richesse en amidon de haute valeur énergétique et peu dégradé au cours de la conservation. Sur le plan pratique, l'ensilage de banane mûre présente l'avantage de ne pas nécessiter de broyage, mais des solutions devraient être envisagées pour limiter les pertes d'éléments nutritifs. L'écoulement des jus pourrait être limité avec l'utilisation de silos plus hermétiques, mais on peut se demander si dans ce cas, la stabilisation de l'ensilage ne serait pas compromise. On peut penser également à l'enrichissement du produit de départ en matière sèche ou à l'utilisation de conservateurs tels que le benzoate de sodium qui limitent les pertes gazeuses (WILDGRUBE et ZAUSCH, 1971b).

Quoi qu'il en soit, les différences profondes dans la composition des deux types d'ensilage, s'accompagnent probablement de variations de la valeur alimentaire pour l'animal. Cet aspect fera l'objet des publications suivantes.

Reçu pour publication en janvier 1976.

SUMMARY

PREPARATION AND UTILIZATION OF BANANA SILAGE IN ANIMAL FEEDING

I. — ENSILAGE TECHNOLOGY, CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRIENT BALANCES

An attempt was made to preserve wastes or rejects of whole green or artificially ripened bananas by means of an ensilage process without additive. The chemical composition, balances of nutritive matters and determination of the fermentation characteristics of the final products concerned 9 non hermetic silos (5 with green bananas and 4 with ripe bananas) each having a capacity of 500 kg fresh product. The study was made for a storage period of 45 to 60 days during which the effluents of one silo per type of silage were entirely collected.

The chemical composition of the silages (table 1) mainly depended on the nature of the fresh product when put into the silo (green or ripe bananas). Ensiling systematically led to an increase in dry matter and starch contents, i. e. 7.4 and 5.1 points, respectively for green banana silage, 4.0 and 1.9 points for ripe banana silage. On the other hand, the levels of water soluble carbohydrates were reduced to a state of traces in green banana silage and represented only 17.3 p. 100 of the dry matter in ripe banana silage *versus* 71.6 p. 100 just before ensiling.

The stabilization of the silages was rapid (fig. 1), notably with respect to lactic acid production and lowering of pH. The quality of the silages, estimated by the pH, as well as the contents of lactic acids and volatile N was good (table 2). However, ripe banana silage contained more lactic acid than green banana silage (100.7 *versus* 53.4 g/kg dry matter).

Although determined approximately, losses of dry matter during preservation represented 13.5 p. 100 in the case of green banana silage and 33.5 p. 100 in the case of ripe banana silage (tables 3 and 4).

The data obtained show that bananas should be ensiled green (after previous grinding) rather than ripe, not for economical (losses of nutrients) and nutritional (energetic concentration of the final product) reasons.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., 1974. Valeur alimentaire du maïs fourrage. III. Influence de la composition et des caractéristiques fermentaires sur la digestibilité et l'ingestibilité des ensilages de maïs. *Ann. Zootech.*, **23**, 27-43.
- BARKER S. B., SUMMERSON W. H., 1941. The colorimetric determination of acid lactic in biological material. *J. Biol. Chem.*, **137**, 535.
- BRANKAERT R., LECOQ J., 1971. L'utilisation des banaues douces dans l'engraissement du Porc. *Fruits*, **26**, 15-20.
- CHENOST M., CANDAU M., GEOFFROY F., BOUSQUET P., 1971. Utilisation de la banane et de Purée dans l'alimentation des caprins en zone tropicale humide. *X^e Congrès Intern. Zootech.*, Versailles.
- DEWAR W. A., McDONALD P., 1961. Determination of dry matter in silage by distillation with toluene. *J. Sci. Fd. Agric.*, **12**, 790-795.
- DIJKSTRA N. D., 1957. Checking the ensilage process and examination of the final product. *Making and Feeding of silage*, Paris, 107-120.
- DIJKSTRA N. D., BRANDSMA S., 1955. Experiments on silage by the wilting method. *Versl. Landbouwk. Onderz.*, **61**, 5-21.
- ESTANOVE P., 1969. Évolution des glucides dans la banane au cours de la maturation. I.F.A.C. Document n° 77.
- FATIANOFF J., GOUET Ph., 1969. Relation permettant de corriger rapidement et avec précision la matière sèche des ensilages séchés à l'étuve. *Ann. Zootech.*, **18**, 407-418.
- JEAN-BLAIN M., URTINETTE A., 1957. L'analyse physico-chimique des ensilages. *Bull. Tech. Infor.*, **125**, 676-699.
- JOHNSON G., LAMBERT C., JOHNSON D. K., SUNDERWIRTH S. G., 1964. Colorimetric determination of glucose, fructose and sucrose in plant materials using a combination of enzymatic and chemical methods. *J. Agr. Food. Chem.*, **12**, 216.
- LE DIVIDICH J., CANOPE I., 1970. Utilisation des déchets de banane dans l'alimentation du Porc en croissance. *J. Rech. Porcine en France*, 131-135, I.N.R.A.-I.T.P., éd. Paris.
- LEROY A. M., ZELTER S. Z., 1954. Recherches sur l'efficacité alimentaire des marcs de pomme fermiers. II. Dégradation de la matière alimentaire d'un marc de pomme frais conservé par ensilage. Action inhibitrice de certains conservateurs chimiques. *Ann. Zootech.*, **3**, 95-107.
- MCDONALD P., DEWAR W. A., 1960. Determination of dry matter and volatiles in silages. *J. Sci. Fd. Agric.*, **11**, 566-569.
- NICLOUX L., 1931. Recherches sur l'alcool éthylique. I. Microdosage. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **13**, 857-876.
- PERKINS A. E., 1943. Dry matter determination in green plant material and silage. *J. Dairy Sci.*, **26**, 545-551.
- SCHOCH W., 1949. Die bei der Trocknung von Silageproben im Trockenschrank auftretenden Verluste an flüchtigen Säuren und Basen und ihre Berücksichtigung bei der Bestimmung des Trockensubstanz und Nährstoffgehaltes von Grünfuttersilagen. *Mitt. aus den Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, **40**, 170-189.
- THIVEND P., MERCIER Ch., GUILBOT A., 1965. Dosage de l'amidon dans les milieux complexes. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **5**, 513-526.
- VAN SOEST P. J., 1963. Use of detergent in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Ass. Official Agr. Chem.*, **46**, 829-835.
- VAN SOEST P. J., WINE R. H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Ass. Official Agr. Chem.*, **50**, 50.
- WATSON S. J., FERGUSON W. S., 1937. The chemical composition of grass silage. *J. Agric. Sci.*, **27**, 1-42.
- WEISSBACH F., LAUBE W., 1967. Über die Wirkungsweise von Alkalimetabisulfiten als Sicherungszusatz bei der Grünfütter-Silierung. *Archiv. Für Tierernährung*, **17**, 345-359.
- WIJERINGA G. W., 1958. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. *Netherlands. J. Agric. Sci.*, **6**, 204-210.
- WILDGRUBI M., ZAUSCH M., 1971a. Silierung von Zuckerrüben. *Tierzucht*, **25**, 90-93.

- WILDGRUBE M., ZAUSCH M., 1971b. Einsatz von Zuckerrübensilagen in der Schweinemast Tierzucht, **25**, 99-100.
- ZAUSCH M., WILDGRUBE M., 1967. Zuckerrüben und Zuckerrübensilagen in der Schweinemast. *Tierzucht*, **21**, 471-474.
- ZELTER S. Z., 1960. Fermentation behaviour of lucerne ensiled by different methods. *Proc. 8th Internat. Grass. Congr.*, p. 3, B/5.
- ZELTER S. Z., SALOMON M., 1959. La conservation par ensilage d'une luzerne en vert. I. Action protectrice comparée de la solution AIV, du métabisulfite de sodium et du mélange formiate de calcium, nitrite de sodium. *Ann. Zootech.*, **8**, 147-173.