

633.2 : 631.563.5 : 577.151 : 576.8

SEPARATA
No. 23398

1-11-61

Publicatie no. 55 I. B. V. L. - Wageningen

Über den Einfluß des Grünfutters auf die Gärung

G. W. Wieringa

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMYRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

Sonderdruck aus Futterkonservierung Heft 1/1961

E-496378

Über den Einfluß des Grünfutters auf die Gärung

G. W. Wieringa

Institut für Aufbewahrung und Verwertung landwirtschaftlicher Erzeugnisse, Wageningen, Niederlande

Einleitung

Der Gärungsvorgang in der Silage ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Temperatur, Redox-Potential, osmotischer Druck, pH-Wert und die Konzentration der vergärbaren Kohlenhydrate, Proteine und Wachstumsstoffe bilden den Lebensbereich, in dem die verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen einen Kampf ums Dasein führen. Dieser Komplex von Faktoren ist entscheidend für den Verlauf dieses Kampfes und damit für das Gelingen oder Mißlingen der Gärfutterbereitung.

Der schwache Punkt der biologischen Konservierung ist, daß sofort nach dem Einbringen des Grünfutters in den Silo die Voraussetzungen nicht nur für die Entwicklung von Milchsäurebakterien, sondern auch für die von Fäulnis- und Buttersäurebakterien gegeben sind. Die Geschwindigkeit der Milchsäurebildung bestimmt daher das Ausmaß des etwaigen Verderbens. Man kann die Konservierung fördern, indem man die Faktoren für die Milchsäureflora begünstigt, was

z. B. beim Freisetzen von löslichen Kohlenhydraten durch Quetschen geschieht (8). Man kann die Konservierung aber auch dadurch fördern, daß man das Wachstum der unerwünschten Mikroorganismen z. B. durch Anwelken hemmt (6). Bei diesen beiden Beispielen handelt es sich um Einsäuerung ohne Zusatz. Die Konzentration der vergärbaren Kohlenhydrate im Grünfutter ist bei solchen Verfahren von großer Bedeutung für den Konservierungsvorgang. TOTH et al. (3) haben darauf hingewiesen, daß außer der Zuckerkonzentration auch das Eiweiß als wichtiger pH-Puffer eine große Rolle spielt. In ihren Versuchen schwankte das Verhältnis Zucker zu Roheiweiß von 0,2 bei Leguminosen bis 1,5 bei Mais.

Da noch wenig bekannt war über den Einfluß des Klimas und der Jahreszeit auf die chemische Zusammensetzung des Grases und über den Einfluß dieser chemischen Zusammensetzung auf den Gärungsvorgang, wurde 1959 hierüber eine Untersuchung angestellt. Die vorläufigen Ergebnisse wurden bereits an anderer Stelle veröffentlicht (9, 10).

Methoden

Nach einer früher beschriebenen Methode (5) wurden in Einmachgläsern von 1 l Inhalt Silagen hergestellt und zwei Monate lang in Brutschränken aufbewahrt. Das verwendete Gras stammte von einer Dauergrünlandfläche, auf der es durch Käfige vor Abweiden geschützt war. Das Gras aller fünf Schnitte (I bis V) wurde in 6 bis 8 Wachstumsstadien (1 bis 6,7 oder 8) geerntet. Bei jedem Schnitt wurden drei Gruppen von je acht Käfigen aufgestellt. Für jeden Silierversuch wurde unter drei Käfigen gewachsenes Gras gemischt, die alle drei einer anderen der drei Gruppen angehörten. Für jeden nächsten Schnitt wurde ein angrenzendes Stück Grünland benutzt, das gemäht und von Kot gesäubert wurde, ehe man die Käfige aufstellte. Außerhalb der Käfige wurde dreimal geweidet und dann einmal gemäht, so daß das Gras der Schnitte II, III und IV auf vorgeweideter und das Gras des Schnittes V auf gemähter Fläche wuchs.

Die Düngung ist in Übersicht 1 angegeben.

Übersicht 1: Düngung der Grünlandfläche

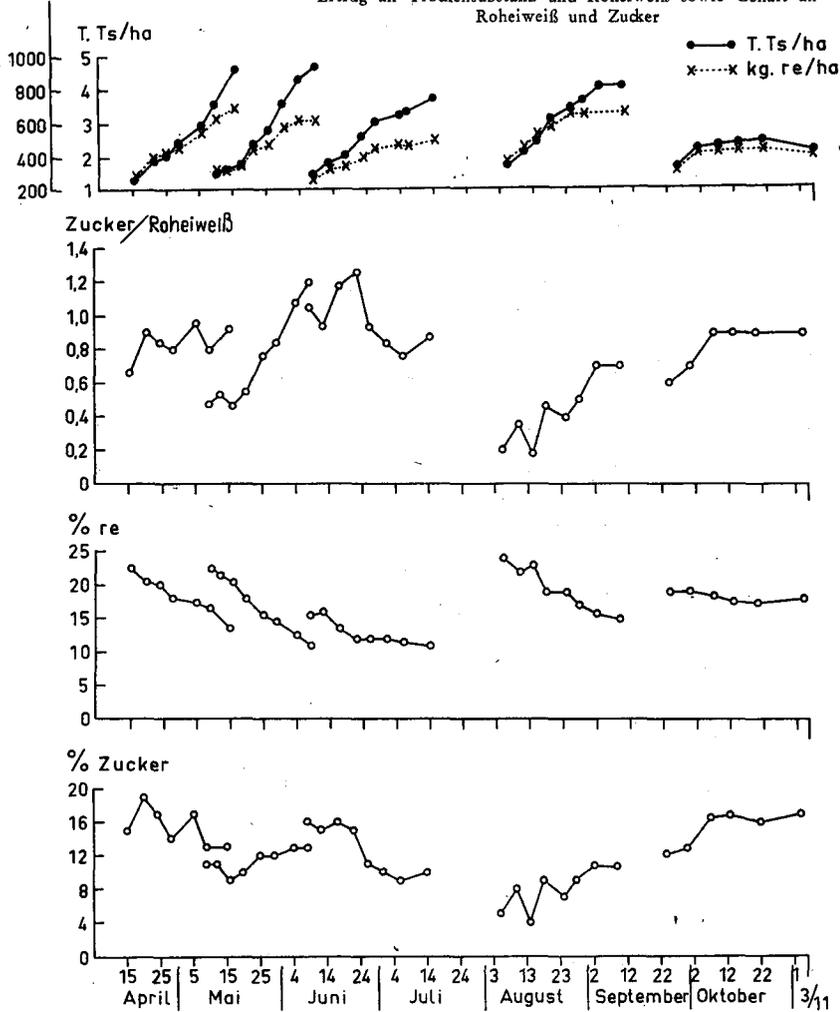
Gras des Schnittes	Düngung je ha	Datum
I	140 kg Kalkammonsalpeter + 150 kg Thomasphosphat	26. 2.
	180 kg Kalkammonsalpeter	13. 3.
II	200 kg Kalkammonsalpeter	28. 4.
IV	200 kg Kalkammonsalpeter	29. 7.
	36 t Stallmist außerhalb der Käfige	30. 7.
V	250 kg Kalkammonsalpeter	12. 8.

Das unter den Käfigen gewachsene Gras wurde mit nur einer Ausnahme mittags um 2 Uhr mit einem Agria-Motormäher gemäht und gleich darauf siliert. In zwei Fällen wurde nasses Gras eine Stunde lang mit kalter Luft ventiliert, um anhängendes Regenwasser abzutrocknen.

Jede Grasprobe wurde nach mehreren Verfahren behandelt, weil große Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung zu erwarten waren.

kg. re/ha

Abbildung 1:
Ertrag an Trockensubstanz und Roheiweiß sowie Gehalt an
Roheiweiß und Zucker



- O 25 ungequetscht und bei 25° C aufbewahrt
- O 30 ungequetscht und bei 30° C aufbewahrt
- K 25 gequetscht und bei 25° C aufbewahrt
- K 30 gequetscht und bei 30° C aufbewahrt
- OP 30 ungequetscht, mit *Streptobacterium plantarum* geimpft und bei 30° C aufbewahrt.
- KP 30 gequetscht, mit *Streptobacterium plantarum* geimpft und bei 30° C aufbewahrt.

Zum Quetschen wurde ein elektrischer Fleischwolf — Bauknecht, 1 PS — mit Vorschneider, aber ohne Kreuzmesser und ohne Lochscheibe, benutzt. Die Quet-

schung ähnelt der durch den Schlegelhäcksler (7). Geimpft wurde jeweils 1 kg Gras mit 10 ml einer 24 Stunden alten Milchsäurebakterienkultur. Das entspricht etwa 10^6 lebenden Milchsäurebakterien auf 1 g frischen Gras.

Die botanischen und chemischen Analysen hat das Institut für biologische und chemische Erforschung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen in Wageningen durchgeführt.

Ergebnisse

1. Gras

Der Graswuchs in der ganzen Wachstumszeit ist in Abbildung 1 dargestellt. Es wird deutlich, daß das Gras der Schnitte III und V am stärksten unter der extremen Trockenheit des Jahres 1959 gelitten hat.

Die Dürre beeinflusste auch die botanische Zusammensetzung erheblich (Übersicht 2). Besonders die geringe Dürresistenz von *Poa trivialis* führte dazu, daß *Lolium perenne* zu Ende der Wachstumszeit stark vorherrschte. Das Gras im vierten Stadium eines jeden Schnittes wurde botanisch analysiert.

Übersicht 2: Botanische Zusammensetzung des Bestandes in Gewichtsprozenten

Pflanzenart	Schnitt				
	I	II	III	IV	V
<i>Lolium perenne</i>	37	37	65	69	87
<i>Festuca pratensis</i>	2	3	4	5	4
<i>Phleum pratense</i>	8	12	8	9	4
<i>Poa pratensis</i>	4	3	2	3	1
<i>Poa trivialis</i>	26	29	5	2	+
Andere Gräser	11	10	9	7	2
Klee und Kräuter	12	6	7	5	2

Die Gehalte an Rohweiß und an Zucker nach Inversion sowie das Verhältnis zu Rohweiß von insgesamt 37 Grasproben sind in Abbildung 1 aufgezeichnet. Man sieht deutlich, daß der Eiweißgehalt mit dem Altern des Grases abnimmt (Stadium 1—8). Dieser relative Rückgang trat jedoch beim Gras der Schnitte III und V kaum auf; wahrscheinlich zurückzuführen auf die Hemmung der Nährstoffaufnahme durch die Dürre.

Es zeigt sich kein Einfluß des Wachstumsstadiums auf den Zuckergehalt. Von Ende Juni bis Ende August sind die Zuckergehalte am niedrigsten, und in der gleichen Zeit war die mittlere Temperatur am höchsten. Nach ALBERDA (1) führt Temperatursteigerung zu beschleunigter Atmung und damit zu einem Verlust an Kohlenhydraten.

Zwar darf man die Ergebnisse dieses in einem extrem trockenen Sommer durchgeführten Versuches nicht als allgemein gültig ansehen, jedoch fanden auch BOSCH und KEUNING (2) 1957 einen Rückgang des Zuckergehaltes. Im Jahre 1960 fing der Rückgang etwas früher an und dauerte kürzer (WIERINGA, unveröffentlicht). Das Verhältnis Zucker zu Rohweiß schwankt in Abbildung 1 von 0,2 bis 1,2. Der Unterschied, den TOTH et al. (3) in dieser Hinsicht zwischen Luzerne und Mais fanden (0,2 bzw. 1,5) ist nur wenig größer.

2. Die Silagen

Die Qualität der 246 Silagen schwankt von sehr gut bis sehr schlecht. Das konnte man auf Grund der großen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der 37 Grasproben erwarten. Übersicht 3 zeigt den Buttersäuregehalt bei den verschiedenen Verfahren.

Übersicht 3: Buttersäure in % in frischer Grassilage
Durchschnittswerte der einzelnen Verfahren

Verfahren	Zahl der Silagen	Buttersäure*) %	
O 20	14	1,0	*) Unterschiede gleich und über 0,4 sind signifikant. O = unbehandelt (nicht gequetscht) K = gequetscht P = geimpft mit <i>Streptobacterium plantarum</i> 20, 25 und 30 = Aufbewahrungstemperaturen in °C
O 25	37	1,2 ± 0,1	
O 30	37	1,3 ± 0,1	
K 20	14	0,7	
K 25	37	0,8 ± 0,1	
K 30	37	0,8 ± 0,1	
OP 30	35	0,2 ± 0,07	
KP 30	35	0,1 ± 0,04	

Der Buttersäuregehalt des Gärfutters, das bei höherer Temperatur aufbewahrt worden war, ist augenscheinlich etwas höher. Der Unterschied zwischen den bei 25° und 30° C aufgehobenen Proben ist unbedeutend. Aufbewahrung bei 20° C ergab zwar einen erheblich niedrigeren Gehalt an Buttersäure, jedoch darf man die Durchschnittswerte nicht ohne weiteres mit den anderen Werten vergleichen, weil nur vom Gras der Schnitte IV und V Silagen bei 20° C aufbewahrt wurden.

Der Unterschied im Buttersäuregehalt zwischen den drei Verfahren „unbehandelt“, „gequetscht“ und „geimpft“ ist wesentlich größer. Der Qualitätsunterschied zwischen Gärfutter aus unbehandeltem und aus gequetschtem Gras stimmt mit den Erfahrungen der Praxis überein, daß Quetschen allein keine Garantie für Buttersäurefreiheit ist. Aus der guten Wirkung der Impfung geht hervor, daß die Zahl der ursprünglich auf dem Gras vorhandenen Milchsäurebakterien zu niedrig ist für eine schnelle Milchsäurebildung und daß hierauf vielfach das Mißlingen der Einsäuerung zurückzuführen ist. Dies bestätigt den Befund von STIRLING (4).

Der Einfluß des Wachstumsstadiums auf die Gärung ist weniger geklärt. Das Gärfutter aus Gras des 4., 5., 6. und 7. Stadiums hatte einen etwas höheren Buttersäuregehalt als das aus dem Gras des 1., 2. und 3. Stadiums. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Auch der Qualitätsunterschied zwischen Grassilagen der einzelnen Schnitte war nicht signifikant. Gras vom Schnitt III mit etwas überdurchschnittlichem Trockensubstanzgehalt und etwas unterdurchschnittlichem Eiweißgehalt ergab die beste Konservierung — am wenigsten Buttersäure und Ammoniak.

In den Abbildungen 2, 3 und 4 ist die Abhängigkeit des Gärungsverlaufes von der chemischen Zusammensetzung des Grases dargestellt. Auf der senkrechten Achse ist der mittlere Buttersäuregehalt der Silagen O 25 und O 30 und OP aufgetragen, auf der waagerechten Achse der Zuckergehalt, Rohweißgehalt oder das

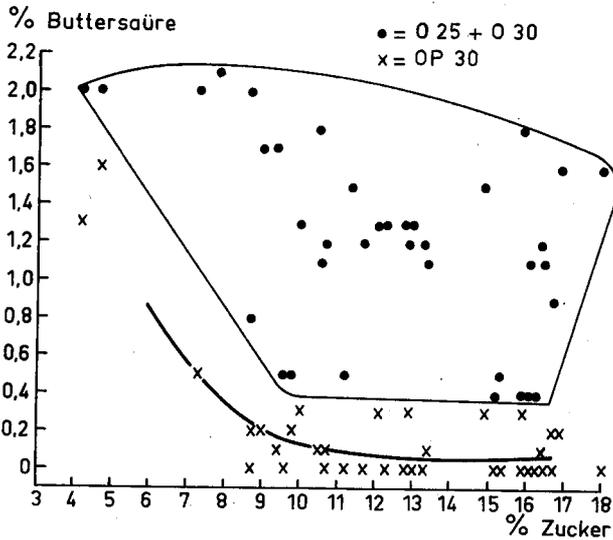


Abbildung 2:
Einfluß des Zuckergehaltes
des Grases auf die
Buttersäurebildung

Verhältnis Zucker zu Rohweiß des Grases. Aus den Abbildungen geht hervor, daß bei niedrigem Zuckergehalt die Silage immer mißlingt, allerdings mitunter auch bei hohem Zuckergehalt. Die Impfung mit *Streptobacterium plantarum* führte dagegen stets zu guter oder leidlich guter Konservierung — 0,3% Buttersäure oder weniger —, wenn der Zuckergehalt des Grases über etwa 8% lag. Aus Abbildung 2 folgert weiter, daß eine hohe Anzahl Milchsäurebakterien auf dem Gras viel wichtiger für die Konservierung ist als ein hoher Zuckergehalt.

Ähnlich kann man aus Abbildung 3 ableiten, daß ein hoher Eiweißgehalt des Grases die Gärung erschwert, ein niedriger Eiweißgehalt jedoch kein buttersäurefreies Gärfutter garantiert. Die geimpften Silagen zeigten nur bei Rohweißgehalten von 20% und mehr eine größere Neigung zum Mißlingen.

Noch deutlicher ist, daß bei hohem Zucker-Rohweiß-Verhältnis der Buttersäuregehalt gering zu sein pflegt. Aber dennoch schwankte dieser Gehalt auch in unbehandeltem Gärfutter stark, selbst bei sehr hohem Verhältnis. Inwiefern Zucker- und Rohweißgehalt für den Gärungsverlauf ausschlaggebend sind, läßt sich nicht folgern, da die Grasproben mit sehr niedrigem Zuckergehalt einen sehr hohen Rohweißgehalt aufweisen. Eine deutliche Korrelation zwischen Zucker und Rohweiß liegt aber jedenfalls nach Abbildung 5 nicht vor.

Übersicht 4: Korrelation zwischen Trockensubstanzgehalt
und Zucker- sowie Rohweißgehalt

Trockensubstanz %	n	Gras		Silage Buttersäure %
		Zucker %	Rohprotein %	
< 18	9	9,0	19,8	1,7
18—20	8	13,8	18,9	1,3
20—22	8	12,4	15,1	1,2
> 22	12	13,9	15,2	0,9

Das Urteil wird noch dadurch erschwert, daß es eine, allerdings geringe, Korrelation zwischen Zucker- und Roheiweißgehalt einerseits und Trockensubstanzgehalt andererseits gibt. Das veranschaulicht die Übersicht 4.

Eiweißreiches Gras ist im allgemeinen wasserreicher als eiweißarmes. Mit Rücksicht auf den Zusammenhang zwischen Trockensubstanz und Trockensubstanzbestandteilen ist es nicht verwunderlich, daß die 17 Silagen aus Gras mit 15 bis 20% Trockensubstanz einen höheren Buttersäuregehalt aufwiesen als die 20 aus trockenerem Gras. In Übersicht 5 sind die 37 Grasproben auf dreifache Weise zusammengefaßt: nach

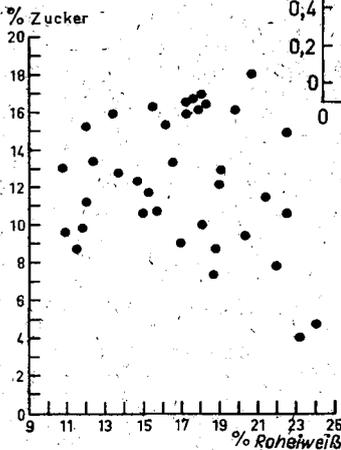
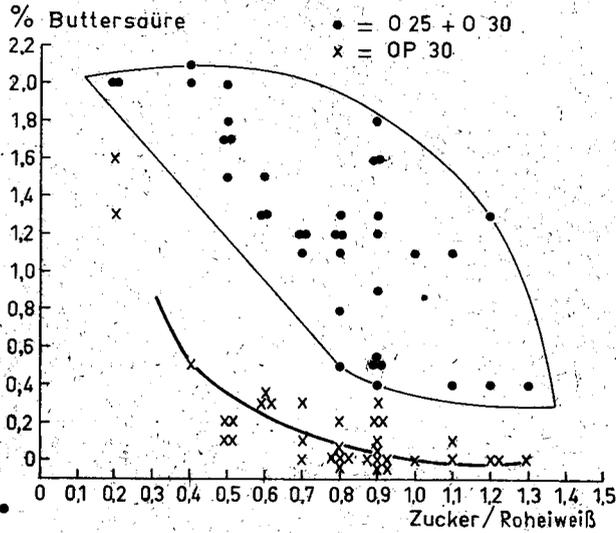
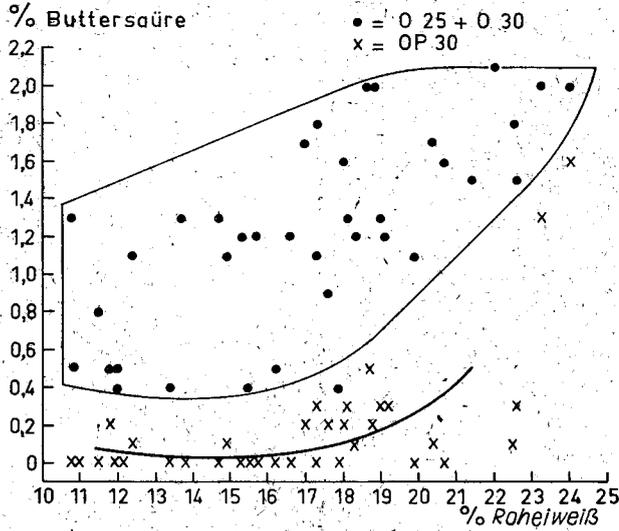


Abbildung 3 (oben):
Einfluß des Roheiweißgehaltes des Grases
auf die Buttersäurebildung

Abbildung 4 (Mitte):
Einfluß des Verhältnisses Zucker zu Roheiweiß
auf die Buttersäurebildung

Abbildung 5 (links):
Gehalt an Zucker und Roheiweiß des Grases

Übersicht 5: Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf die Gärung

Umschreibung	Zahl der Proben		Buttersäure in %				NH ₃ -Fraktion				
	O und K	OP u. KP	O	OP	K	KP	O	OP	K	KP	
Zucker:											
4—10%	11	10	1,51	0,44	0,67	0,16	29,3	12,8	13,9	9,3	
>10—15%	14	13	1,39	0,09	1,03	0,11	21,3	6,7	15,6	7,2	
>15%	12	12	0,95	0,07	0,61	0,00	15,1	6,0	12,9	6,0	
Roheiweiß											
10—15%	11	11	0,84	0,04	0,67	0,04	16,4	7,3	10,2	7,2	
>15—20%	18	18	1,23	0,15	0,74	0,04	20,8	5,8	13,8	6,1	
>20%	8	6	1,77	0,57	1,23	0,32	30,4	16,0	19,4	11,1	
Z/RE											
0,2—0,5	9	7	1,88	0,57	0,96	0,31	36,1	14,9	17,6	10,4	
>0,5—1,0	23	23	1,09	0,14	0,70	0,04	17,3	6,6	13,4	6,6	
>1,0	5	5	0,72	0,02	0,78	0,02	14,9	6,9	10,5	6,8	
Mittelwerte	37	35	1,3	0,2	0,8	0,1	21,1	8,2	13,9	7,4	

dem Zuckergehalt, dem Roheiweißgehalt und dem Verhältnis Zucker zu Roh-eiweiß. Für jede dieser Gruppen sind die bei den verschiedenen Einsäuerungs-verfahren festgestellten durchschnittlichen Buttersäuregehalte und Ammoniak-fractionen angegeben. Die Zahlen der Silagen O 25 und O 30 und die der Silagen K 25 und K 30 sind dabei auch gemittelt. Auch aus diesen Zahlen geht klar hervor, daß der Einfluß der chemischen Zusammensetzung zwar deutlich ist, daß jedoch eine große Anzahl Milchsäurebakterien für den günstigen Verlauf der Konservierung viel entscheidender ist.

Zusammenfassung

Vom 20. April bis zum 2. November 1959 wurden von einer Dauergrünland-fläche 37 Grasproben aus 5 Schnitten (I—V) und 6 bis 8 Wachstumsstadien geerntet. Das Gras wurde nach sechs verschiedenen Verfahren in Laboratoriums-behältern siliert. Die Versuche brachten folgende Ergebnisse:

1. Der Zuckergehalt des Grases wurde vom Klima (Temperatur und Strahlung) stärker beeinflusst als vom Wachstumsstadium.
2. Das trockene Wetter veränderte die botanische Zusammensetzung des Bestandes erheblich.
3. Die Zahl der gelungenen Silagen nahm mit zunehmendem Zucker-gehalt und abnehmendem Eiweißgehalt zu. Dennoch mißlingen so-wohl bei hohem Zucker- als auch bei niedrigem Eiweißgehalt noch verhältnismäßig viele Silagen.
4. Das Mißlingen ist auf einen Mangel an Milchsäurebakterien auf dem Gras zurückzuführen.
5. Impfung mit einer aktiven Kultur von Streptobacterium (Lacto-bacillus) plantarum führte immer zu sehr guter Konservierung, sofern das Gras über 8% Zucker und unter 20% Roheiweiß enthielt.

Summary

From april to november 1959 37 grass-samples from a permanent pasture were ensiled in laboratory scale silo's.

The main results of this experiment are:

1. The influence of climate (temperature and light intensity) on the percentage of total soluble sugars (TSC) in the grass was greater than the influence of the stage of growth.
2. During the dry summer a remarkable change occurred in the botanical composition of the herbage.
3. A high sugar content and a low protein content more or less promoted the preservation. Nevertheless a considerable percentage of the silages were failures in spite of the high sugar content and/or low protein of the grass samples.
4. These failures were caused by a relative lack of lactic acid bacteria on the fresh grass.
5. Inoculation of the grass with an active growing culture of *Lactobacillus plantarum* caused a good fermentation, provided that the TSC content of the grass was 8% (on d. m. base) or higher and the protein content was lower than 20%.

Literaturverzeichnis

1. Alberda, Th., 1959, Jaarboek I. B. S. (Meded. 78) p. 73.
2. Bosch, S. u. Keuning, J. A. 1958, Gestenc. versl. interprov. proeven Nr. 62.
3. Toth, L., Rydin, C., Nillson, R., 1956, Arch. of Mikrobiol. 25, 208.
4. Stirling, A., 1951, Proc. Soc. Appl. Bacteriol. 14-151-6.
5. Wieringa, G. W., 1957, Publ. I. B. V. L. A 14.
6. Wieringa, G. W., 1958, Neth. J. Agr. Sc. 6-3-204.
7. Wieringa, G. W., 1958, Landbouwmechanisatie 9-09-459.
8. Wieringa, G. W., 1959, Neth. J. Agr. Sc. 7-2-134, Neth. J. Agr. Sc. 7-3-237.
9. Wieringa, G. W., 1960, Proc. 8th Int. Grassland Congress Reading.
10. Wieringa, G. W., 1960, Publ. I. B. V. L. A 38.