

BROEIBESTRIJDING MET CHEMISCHE MIDDELEN IN VOORDROOGKUIL  
EN VERS GRAS

II PROEVEN OP PRAKTIJSCHAAL in 1969/1970

Ir. S. SCHUKKING

en

ING. A.G. HENGEVELD

Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten - IBVL  
Bornsesteeg 57 - Wageningen

Tel.: 08370-19043 - Telex: 45371

MEI 1973

## 1. INLEIDING

In 1969 en 1970 werden op laboratoriumschaal een aantal proeven genomen, waarbij aan vers gras, voorgedroogd gras en voordroogkuil diverse chemische middelen werden toegevoegd teneinde de broei die onder aërobe omstandigheden doorgaans in dergelijk materiaal zal optreden, zoveel mogelijk te beperken of te voorkomen (zie IBVL-mededeling nr. 401).

Uit de proeven, waarbij aan voordroogkuil een aantal chemische middelen werd toegevoegd bleek, dat hierbij met propionzuur voorlopig de beste resultaten werden verkregen. Ook bij voorgedroogd gras werden voor wat betreft de broei-bestrijding de beste resultaten geboekt met propionzuur. Bij het onderdrukken van broei in vers gras werd met mierenzuur en azijnzuur nagenoeg eenzelfde resultaat bereikt als met propionzuur. Ook een toevoeging van natriummeta-bisulfiët bleek bij vers gras in dit opzicht gunstig te werken.

Naar aanleiding van deze resultaten zijn in 1969 op grotere schaal reeds een drietal proeven aangelegd waarbij is nagegaan in hoeverre de stabiliteit van voordroogkuil tijdens het voeren kan worden verhoogd, door tijdens het inkullen propionzuur toe te voegen. Tevens werd bij één proef met hetzelfde doel natriummetabisulfiët in plaats van propionzuur gebruikt.

Bij wijze van oriëntering is in hetzelfde jaar op praktijkschaal aan vers gemaaid gras propionzuur toegevoegd teneinde broei en schimmelvorming gedurende enkele dagen tegen te gaan.

In dit verslag worden de diverse proeven nader omschreven en besproken.

## 2. INVLOED VAN NATRIUMMETABISULFIËT, TOEGEVOEGD TIJDENS HET INKULLEN, OP DE BROEIGEVOELIGHEID VAN VOORDROOGKUIL (Proefboerderij Droevendaal)

Het voor deze proef bestemde gras werd gemaaid op 27 mei. De veldperiode is als gevolg van slechte weersomstandigheden vrij lang geworden, nl. 10 dagen. Gedurende de veldperiode is het gras nog wel enkele keren geschud en gekeerd. Bij het inkullen rook het gras echter niet meer fris.

Het voorgedroogde gras werd in hogedrukbalen geperst en daarna ingekuild. Tijdens het persen is aan een deel van het gras sulfiët ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) toegevoegd.

Hiertoe was boven op de pers een motorrugspuit zodanig gemonteerd dat het sulfiet (in poedervorm) in de richting van het perskanaal werd verstoven. De verdeling leek, althans visueel beoordeeld, vrij goed. Tijdens het toevoegen is echter wel een deel van het sulfiet verloren gegaan. Op basis van de geperste hoeveelheid voorgedroogd gras en de verstoven hoeveelheid sulfiet moet ongeveer 0.5 % zijn toegevoegd (dus inclusief verliezen).

In totaal is 1700 kg onbehandeld materiaal en 1200 kg behandeld materiaal ingekuuld. Beide objecten zijn tegen elkaar geplaatst, zodat één af te dekken kuil werd verkregen, waarbij tussen de objecten een plastic zeil was aangebracht. De kuil is afgedekt met twee zeilen polyaethyleen (zwart, dikte 0.15 mm).

Na ruim 2 maanden en wel op 9 augustus is de kuil geopend en is van beide objecten een aantal balen genomen om de stabiliteit van het behandelde en het onbehandelde materiaal met elkaar te vergelijken.

Zowel van het uitgangsmateriaal als van de silage zijn monsters genomen voor een chemische analyse (zie tabel 1).

TABEL 1 : Chemische samenstelling van uitgangsmateriaal en kuilvoer

Objekt	GRAS							SILAGE				
	zandvrije droge stof (%)	zand (%)	In de zandvrije ds (%)					zandhoudende droge stof (%)	In het materiaal			
			re	rc	as	suiker n.i.	Na		pH	boterzuur (%)	azijnzuur (%)	NH <sub>3</sub> (%)
Onbehandeld	48.4	2.0	13.9	28.9	6.6	8.3	0.15	49.7	4.7	0.1	0.6	0.1
Met Na-meta-bisulfiet	48.3	3.2	14.2	27.9	7.1	7.6	0.26	50.7	4.9	0.1	0.5	0.1

Ondanks de lange veldperiode is het gras toch nog met een redelijk hoog droge stofgehalte ingekuuld. De verschillen tussen beide objecten zijn zowel bij het gras als bij de silages minimaal. Het natriumgehalte is door het toevoegen van Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> van 0.15 % in het onbehandelde gras gestegen tot 0.26 %. Wanneer we deze stijging omrekenen op Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan zou dat betekenen, dat ca. 0.4 % van dit middel netto werd toegevoegd, waaruit blijkt dat inderdaad een deel tijdens het toevoegen verloren is gegaan.

Met het materiaal dat op 9 augustus uit de kuil is gehaald zijn per objekt twee ronde houten silo opzetstukken (inhoud ca. 1 m<sup>3</sup>), die in een stal waren opgesteld, gevuld. Per partij (silo opzetstuk) is het temperatuurverloop

geregistreerd.

Tijdens het vullen van de opzetstukken is van het onbehandelde materiaal één representatief plukmonster genomen en van het behandelde in totaal twee (per partij één). Van deze plukmonsters is onder geconditioneerde omstandigheden nl. bij 20°C (zie IBVL-mededeling nr. 379) de stabiliteit in duplo bepaald. In de figuren 1A en 1B is het temperatuurverloop onder praktijk omstandigheden en onder geconditioneerde omstandigheden weergegeven. In beide gevallen zien we ongeveer eenzelfde beeld. Het met Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> behandelde materiaal bleek, overigens in tegenstelling tot onze verwachting, minder stabiel te zijn dan het niet behandelde materiaal.

Uit een vergelijking van de temperatuurcurves van de twee partijen binnen de objecten (fig. 1A) blijkt verder dat zowel het behandelde als het onbehandelde materiaal qua broeigevoeligheid wat heterogeen is geweest.

### 3. DE INVLOED VAN PROPIONZUUR, TOEGEVOEGD TIJDENS HET INKUILEN OP DE BROEIGEVOELIGHEID VAN VOORDROOGKUIL

#### 3.1 Proef 1 (Proefboerderij Droevendaal)

Voor deze proef werd op 7 juni gras gemaaid. Het betrof een jong gewas Italiaans rasgras. De weersomstandigheden waren gunstig, zodat het gras na 3 dagen reeds voldoende droog was. Evenals bij de voorgaande proef werd ook dit voorgedroogde gras in balen geperst. Tijdens het persen werd met dezelfde apparatuur als bij de voorgaande proef propionzuur toegevoegd. Zintuigelijk beoordeeld leek de verdeling van het propionzuur door het gras vrij goed. Wel werd reeds de indruk verkregen dat een deel van het propionzuur tijdens het persen verloren ging.

Er zijn drie objecten aangelegd t.w. één blanco en twee behandelde objecten met een verschillende propionzuur dosering.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de ingekuilde hoeveelheden gras en de hoeveelheid toegevoegd propionzuur.

TABEL 2 : Overzicht van de hoeveelheden gras en propionzuur

Objecten	hoeveelheid gras in kg	hoeveelheden in kg		berekende dosering (%)
		oplossing	propionzuur	
Controle	1377	-	-	-
ca ½ % propionzuur	686	9.5	2.5	0.37
ca 1 % propionzuur	418	15.2	4.0	0.96

Bij het inkuilen is van ieder objekt een monster genomen.

De drie objekten zijn, onderling afgescheiden door plastic, tegen elkaar geplaatst zodat uiteindelijk slechts één hoop behoefde te worden afgedekt.

De afdekking bestond uit 2 zwarte P.E.-zeilen met een dikte van 0.15 mm elk. Ongeveer anderhalve maand na het inkuilen, (eind juli) is de kuil geopend en zijn per objekt 8 à 10 balen uit de kuil gehaald. Het geheel is daarna weer luchtdicht afgesloten. Allereerst is van deze balen een monster genomen, waarin naast de gangbare bepalingen tevens het gehalte aan boterzuur, azijnzuur en propionzuur gaschromatografisch is bepaald. Tabel 3 geeft een overzicht van de samenstelling van het uitgangsmateriaal en het kuilvoer.

TABEL 3 : Overzicht van de chemische samenstelling van uitgangsmateriaal en kuilvoer

Objekten	Uitgangsmateriaal						
	zandhoudende dr.st. (%)	boterzuur 1) (%)	azijnzuur 1) (%)	in de zandhoudende dr.st. (%)			
				re	rc	as	suiker n.i.
Blanko	63.3	0.2	0.7	19.2	17.5	13.8	6.6
½% propionzuur	61.8	0.4	0.4	-	-	-	-
1% propionzuur	61.0	0.3	0.5	-	-	-	-

Objekten	Kuilvoer								
	zandhoudende dr.stof (%)	pH	boterzuur 1) (%)	azijnzuur 1) (%)	melkzuur 1) (%)	NH <sub>3</sub> /ds (%)	boterzuur 2) (%)	azijnzuur 2) (%)	propionzuur 2) (%)
Blanko	60.6	6.1	-	0.3	3.4	0.1	0.1	0.1	0.1
½% propionzuur	60.9	5.8	0.2	0.5	3.4	0.1	0.1	0.1	0.3
1% propionzuur	62.2	5.6	0.1	0.5	3.6	0.1	0.1	0.1	0.5

1) Bepaald volgens de destillatie methode.

2) Bepaald met de gaschromatograaf.

In de monsters van het uitgangsmateriaal (na een veldperiode van 3 dagen) is het gehalte aan boterzuur en azijnzuur bepaald, er van uitgaande dat het toegevoegde propionzuur bij de destillatiemethode als boterzuur en/of azijnzuur geanalyseerd zou worden. Het totale gehalte aan boterzuur en azijnzuur is voor de drie objecten echter nagenoeg gelijk, zodat hieruit geen indruk betreffende de toegevoegde hoeveelheid propionzuur wordt verkregen. Het is overigens merkwaardig, dat in het blanco materiaal reeds zoveel boterzuur en azijnzuur wordt gevonden.

In de monsters van het ingekuilde produkt komen de azijnzuurgehalten, bepaald volgens de destillatiemethode niet overeen met de gaschromatografisch bepaalde azijnzuurgehalten, omdat bij de eerste methode het aanwezige propionzuur ook grotendeels als azijnzuur wordt bepaald.

De propionzuurgehalten die in de silages worden bepaald, zijn beduidend lager dan de berekende percentages. Het is dus vrijwel zeker, dat een vrij grote hoeveelheid zuur tijdens het toevoegen verloren is gegaan.

Van ieder objekt werden verder evenals bij de voorgaande proef twee silo-opzetstukken gevuld met voordroogkuil. Bovendien werd van deze partijen voer de stabiliteit onder geconditioneerde omstandigheden in duplo bepaald.

In de figuren 2A en B zijn van deze broeitesten de resultaten grafisch weergegeven.

De onbehandelde voordroogkuil gaat onder praktijkomstandigheden vrijwel direkt opwarmen, waarbij de herhalingen vrijwel gelijk reageren. Dit is niet het geval met de partijen 3 en 4 en evenmin met de partijen 5 en 6. Dit zou er op kunnen wijzen dat de verdeling van het propionzuur misschien toch minder goed is geweest dan werd verondersteld. Vooral het verschil in stabiliteit tussen de partijen 5 en 6 is wel erg groot geweest. Partij 6 was zelfs zo stabiel dat dit materiaal pas na 2½ maand werd opgeruimd. Het was toen nog steeds acceptabel voer. Het droge-stofgehalte bedroeg toen ca. 60 % (dus nagenoeg niet gestegen) met een propionzuurgehalte van nog steeds 0.5 %.

Het onbehandelde materiaal is onder geconditioneerde omstandigheden eveneens vrij onstabiel. Een toevoeging van ca. 0.3 % propionzuur (netto) heeft onder deze omstandigheden reeds een duidelijke verbetering van de stabiliteit tot gevolg, terwijl met ca. 0.5 % propionzuur de temperatuur pas na ongeveer vier weken begint te stijgen. Het monster onder geconditioneerde omstandigheden is dus blijkbaar homogener geweest dan de gehele partij.

Ongeveer 10 maanden na het inkuilen en wel begin april 1970 is de resterende kuil leeggehaald, waarbij per objekt alleen een representatief plukmonster is genomen voor een stabiliteitstest (in duplo) onder geconditioneerde omstandigheden. Het droge-stofgehalte van deze monsters bedroeg voor het onbehandelde

objekt, het objekt met een lage dosis propionzuur en het objekt met een hoge dosis propionzuur resp. 65.9 %, 65.7 % en 62.0 %. De droge-stofgehalten van de eerste twee objekten zijn wat hoger dan bij de monsters die 1.5 maand na het inkuilen zijn genomen.

De temperatuurcurves van deze monsters die na een bewaarperiode van ca. 10 maanden zijn genomen zijn weergegeven in figuur 2C.

De stabiliteit van alle drie de objekten blijkt, t.o.v. de test die ca. 1.5 maand na het inkuilen is genomen, aanzienlijk te zijn toegenomen. Men zou hieruit kunnen concluderen dat het aantal broeiveroorzakende micro-organismen met de tijd geleidelijk afneemt of althans veel minder actief wordt. Dit geldt niet alleen voor het onbehandelde materiaal, maar ook en dan misschien nog wel in sterkere mate voor de met propionzuur behandelde kuil. Het is daarnaast ook nog mogelijk dat de chemische samenstelling gedurende de bewaarperiode nog wat veranderd en daarmee ook de stabiliteit. Dit lijkt een interessant aspekt te zijn en dient derhalve zeker aan een nader onderzoek te worden onderworpen.

Bij deze eerste proef op praktijkschaal werd door een toevoeging van propionzuur tijdens het inkuilen de broeigevoeligheid van de voordroogkuil duidelijk verminderd. De hoeveelheid toegevoegd zuur en de mate van verdeling zullen hierbij uiteraard belangrijke factoren zijn en deze hebben dan ook in het verdere onderzoek de grootste aandacht gekregen.

### 3.2 Proef 2 (Proefboerderij Droevendaal)

Op laboratoriumschaal was reeds aangetoond, dat naarmate gras verder is voorgedroogd minder gewichtsprocenten propionzuur nodig zijn om tot eenzelfde graad van broeiremming in dit nog verse weliswaar voorgedroogde materiaal te komen. Het ging hierbij echter om remming van de primaire broei d.w.z. broei vóór het inkuilen. De vraag rees nu of bij de remming van de secundaire broei (dus na het openen van de kuil) het droge-stofgehalte van het materiaal bij inkuilen ook invloed heeft op de dosis propionzuur die bij het inkuilen moet worden toegevoegd om tot een zekere broeiremming te komen.

In verband hiermee is op 9 en 10 oktober gedurende een periode met mooi weer, op semi-praktijkschaal een proef aangelegd met twee droge-stofniveau's nl.: ca. 45 % en ca. 60 % droge stof. Per droge-stofniveau zijn vervolgens drie objekten in enkelvoud aangelegd t.w.:

1. Blanko
2.  $\frac{1}{2}$  % propionzuur
3. 1 % propionzuur.

Het gras was afkomstig van een monoculture Engels-raaigras. De geplande droge-stofgehalten konden in resp. 2 en 3 dagen worden gerealiseerd. Het zuur is tijdens het inkuilen in handwerk toegevoegd, dit om bij gebrek aan goede toevoegapparatuur er toch enigszins zeker van te zijn dat beide partijen gras op overeenkomstige wijze met propionzuur worden behandeld. Het gras is in kleine proefsilo's (inhoud ca. 0.8 m<sup>3</sup>) ingekuuld. Het gras is in manden in een aantal porties van 10 kg afgewogen. Het propionzuur is met behulp van een rugspuit toegevoegd. De spuitboom was voorzien van één nozzle. Het geheel was opgehangen aan een balans, zodat per portie gras de te doseren hoeveelheid zuur vrij nauwkeurig kon worden gecontroleerd. Per portie is het gras in dunne laagjes in de silo uitgespreid, waarbij gelijktijdig het propionzuur is toegevoegd. Op deze wijze is getracht een zo goed mogelijke verticale en horizontale verdeling in de silo's te realiseren. Aangezien enkele van de betonnen proefsilo's niet geheel luchtdicht waren, is binnenin eerst een polyaethyleenzak gehangen. Na het vullen zijn deze plastic zakken dichtgevouwen. Vervolgens werd een P.E.-zeil met daarop ca. 25 cm grond aangebracht. Verder zijn de silo's nog van een goede regenwering voorzien.

In het midden van iedere silo is een temperatuurvoeler aangebracht. De begintemperatuur bedroeg ca. 25°C. Eind oktober was de temperatuur reeds gedaald tot ca. 15°C.

In tabel 4 wordt nog een overzicht gegeven van de ingekuilde hoeveelheden gras, het droge-stofgehalte en de hoeveelheden toegevoegde propionzuur.

TABEL 4 : Hoeveelheden ingekuuld gras en toegevoegd propionzuur.

Objekten	droge-stofgehalte van het gras (%)	hoeveelheid gras (kg)	hoeveelheid (kg)	
			zuur	water
<u>ca. 45 % droge stof</u>				
Blanko	} 44.9 (44.6-45.2)	150	-	-
½ % propionzuur		150	0.75	1.5
1 % propionzuur		150	1.5	1.5
<u>ca. 60 % droge stof</u>				
Blanko	} 59.8 (54.6-65.0)	100	-	-
½ % propionzuur		100	0.5	1.5
1 % propionzuur		100	1.0	1.5



Bij het droogste gras is de spreiding in droge-stofgehalte groot. De bemonsteringstechniek was als volgt: var iedere portie is één boor(-monster) genomen met een grasboor. Per droge-stoftrap zijn deze monsters verzameld. Uit dit verzamelmonster zijn na intensief mengen 2 kleinere monsters genomen waarin resp. 54.6 en 65.0 % droge stof werd gevonden. Het lijkt ons niet onwaarschijnlijk dat bij de bepaling van het droge-stofgehalte van het 2de object iets mis is gegaan.

De silo's zijn geopend op 5 februari 1970. De kuiltemperatuur varieerde op dat moment van 2 tot 5°C. Het bleek dat de afsluiting van de silo's bijzonder goed was, slechts in de blanco kuil met 45 % droge stof werd een te verwaarlozen klein schimmelplekje gevonden.

De silages zijn in de silo's met een kuilboor bemonsterd. Deze "kuilmonsters" zijn niet volledig onderzocht. Behalve via de "destillatiemethode" is in deze monsters tevens gaschromatografisch het gehalte aan boter- azijn- en propionzuur bepaald (tabel 5). Daarnaast is tijdens het leeghalen van de silo's, per behandeld object op drie willekeurige plekken met een grasboor (Ø 8 cm) ca. 4 cm kuil uitgestoken. In deze monsters, die zijn genomen om enig inzicht in de mate van verdeling van het propionzuur door de kuil te verkrijgen, zijn de drie eerder genoemde zuren eveneens gaschromatografisch bepaald (zie eveneens tabel 5). Per object zijn deze monsters steeds gecodeerd als monster 1 t/m 3.

Uit de via de destillatiemethode bepaalde zuren blijkt ook hier weer, dat het propionzuur voornamelijk als boterzuur en azijnzuur wordt teruggevonden. Deze methode is voor kuilen met propionzuur derhalve ongeschikt.

Zoals uit de analyseresultaten van de monsters die pleksgewijs in de behandelde objecten zijn genomen blijkt, laat de verdeling van het propionzuur bij de gevolgde wijze van toevoegen nog te wensen over.

De bepaalde propionzuurgehalten zijn bij de beide behandelde objecten nogal wat lager dan volgens berekening werd toegevoegd. Het is niet onwaarschijnlijk dat tijdens het toevoegen reeds het nodige zuur verloren is gegaan, nl. door vervluchtiging. Het is overigens niet bekend wat met het propionzuur in de kuil gedurende het inkuilproces gebeurt.

De grote verschillen in droge-stofgehalte tussen de drie objecten van het droogste uitgangsmateriaal zijn niet te verklaren.

De stabiliteit van het kuilvoer is wederom zowel onder geconditioneerde omstandigheden als onder praktijkomstandigheden in de kleine silo-opzetstukken getest. Omdat de silo's van gelijke grootte zijn als de silo-opzetstukken, kon bij het testen onder praktijkomstandigheden steeds de gehele partij voordroogkuil worden gebruikt.

TABEL 5 : Samenstelling van het kuilvoer

Objekten	mon-ster	In het materiaal							
		z.h.ds (%)	pH	boter-zuur <sup>1)</sup> (%)	azijn-zuur <sup>1)</sup> (%)	NH <sub>3</sub> /ds (%)	boter-zuur <sup>2)</sup> (%)	azijn-zuur <sup>2)</sup> (%)	propion-zuur <sup>2)</sup> (%)
<u>45 % droge stof</u>									
Blanko	silos	45.4	5.1	0.0	0.5	0.4	0.0	0.3	0.0
½ % propionzuur	1						0.0	0.2	0.3
	2						0.0	0.2	0.4
	3						0.0	0.2	0.4
	silos	47.6	5.2	0.2	0.7	0.2	0.0	0.1	0.3
1 % propionzuur	1						0.0	0.1	0.6
	2						0.0	0.2	0.8
	3						0.0	0.1	0.6
	silos	46.7	5.4	0.5	0.7	0.2	0.0	0.1	0.7
<u>60 % droge stof</u>									
Blanko	silos	64.6	6.6	0.0	0.4	0.2	0.0	0.1	0.0
½ % propionzuur	1						0.0	0.1	0.2
	2						0.0	0.1	0.4
	3						0.0	0.1	0.4
	silos	60.0	6.1	0.3	0.6	0.2	0.0	0.1	0.3
1 % propionzuur	1						0.0	0.1	0.9
	2						0.0	0.1	0.7
	3						0.0	0.1	0.5
	silos	54.8	5.4	0.6	0.8	0.2	0.0	0.0	0.6
1) Bepaald via de destillatiemethode 2) Bepaald met de gaschromatograaf.									

In de figuren 3 en 4 wordt een overzicht gegeven van de verschillende temperatuurcurves.

Onder geconditioneerde omstandigheden bij 20°C gaat de voordroogkuil bij al de objecten eerder opwarmen dan bij de beduidend lagere omgevingstemperatuur (ruim 10°C) zoals die bij de test onder praktijkomstandigheden was. Hier blijkt dus weer duidelijk hoe groot de invloed van de temperatuur in het voer en van de omgeving is op de stabiliteit van het kuilvoer.

De onbehandelde voordroogkuil met 45 % droge stof is minder stabiel dan die met 60 % droge stof, dit zowel onder geconditioneerde als onder praktijkomstandigheden. De onbehandelde kuil met + 60 % droge stof, komt in broei-gevoeligheid nl. overeen met de kuil van + 45 % droge stof na een toevoeging van een 0.5 % propionzuur. De verhoging van de stabiliteit door het propionzuur is t.o.v. de bijbehorende onbehandelde objecten bij beide droge-stofniveaus nagenoeg hetzelfde.

Voorlopig kan op basis van deze proef o.i. wel worden geconcludeerd, dat naarmate bij voordroogkuil het droge-stofgehalte hoger is, naar aller waarschijnlijkheid met iets minder zuur kan worden volstaan om een bepaalde stabiliteit te verkrijgen en wel omdat droger materiaal van nature al een iets hogere stabiliteit heeft.

### 3.3 Proef 3 (Proefboerderij "De Ossekampen")

In de winterperiode 1969-1970 is op de Proefboerderij "De Ossekampen" nagegaan in hoeverre propionzuur dat tijdens het inkuilen aan het gras is toegevoegd, de opname van voordroogkuil door het vee beïnvloedt.

Hiertoe zijn op 10 september 1969 twee voordroogkuilen gemaakt, waarbij aan één van de kuilen propionzuur is toegevoegd.

Het gras is met een opraapwagen geladen. Boven het opraapmechanisme van de wagen was een sproeiboom gemonteerd, waarmee verdund propionzuur in een aantal dunne straaltjes tijdens het opladen over het gras werd gespoten. De sproeiboom was aangesloten op een rugsput, waarbij een stikstofcilinder voor een constante druk zorgde.

Volgens berekening zou ruim 0.9 % zuur zijn toegevoegd. Tijdens het toevoegen was echter duidelijk te zien dat een deel van het zuur verloren ging. In het behandelde gras kon gaschromatografisch dan ook slechts 0.5 % worden bepaald.

Zintuigelijk beoordeeld leek het propionzuur vrij homogeen door de gehele partij te zijn verdeeld. Of dit in detail gezien ook het geval is geweest valt echter te betwijfelen aangezien bij de opraapwagen nauwelijks enige menging van het gras plaats vindt, zodat men met enige zekerheid kan aannemen dat het

zuur dat bovenop de wiers wordt gespoten, naderhand ook niet verder wordt naverdeeld.

De kuilen zijn afgedekt met alleen plastik.

De voederproef is 2 januari 1970 gestart. Van beide kuilen is toen een derde deel weggehaald. Op 12 en 20 januari is op dezelfde wijze nogmaals een derde deel weggehaald. De kuilen zijn beide keren weer luchtdicht afgesloten.

Van iedere partij voordroogkuil is voor het uithalen een boormonster genomen, waarin o.a. het gehalte aan propionzuur is bepaald. Verder is tijdens het uithalen van elke kuil een groot en representatief plukmonster genomen voor een stabiliteitstest onder geconditioneerde omstandigheden. Om alsnog een indruk te verkrijgen omtrent de verdeling van het propionzuur door de kuil zijn tijdens de laatste maal uithalen op een aantal willekeurige plaatsen met een grasboor ( $\emptyset$  8 cm) kleine boormonsters genomen (ca. 3-4 cm diep). In deze monsters, uit het blanco objekt drie stuks en uit het behandelde objekt 7 stuks, is eveneens het gehalte aan propionzuur bepaald.

Zowel bij de onbehandelde als de behandelde kuil bleek tijdens de bewaring onderlangs de kuil toch wat schimmel te zijn gevormd. Plaatselijk kwam deze schimmel ook wat dieper in de kuil voor. In de behandelde kuil bleef deze schimmel beperkt tot wat kleinere plekken.

De samenstelling van het uitgangsmateriaal en van de verschillende kuilmonsters is samengevat in tabel 6.

TABEL 6 : Enkele gegevens van het uitgangsmateriaal en de kuilen

Objekt	datum monstername	uitgangsmateriaal			silage									
		droge stof	in de droge stof		boterzuur <sup>1)</sup>	azijnzuur <sup>1)</sup>	propionzuur <sup>2)</sup>	boterzuur <sup>2)</sup>	azijnzuur <sup>2)</sup>					
			re	rc										
Blanco	2 jan.	48.1	21.4	27.4	0.5	0.5	0.1	0.5	0.1					
	12 jan.									0.3	0.6	0.0	0.3	0.1
	20 jan.													
Propionzuur	2 jan.	47.5	21.3	26.9	0.4	0.7	0.6	0.0	0.1					
	12 jan.									0.5	0.6	0.5	0.0	0.2
	20 jan.													

1) Bepaald volgens de distillatiemethode

2) Bepaald met de gaschromatograaf

Het uitgangsmateriaal van beide objecten blijkt goed vergelijkbaar te zijn geweest. In de kuilmonsters is alleen het gehalte aan organische zuren bepaald en wel gaschromatografisch en via de destillatiemethode. Opmerkelijk is wel dat de boterzuur en azijnzuurgehalten in het blanco object bepaald volgens beide methoden niet altijd met elkaar overeenkomen. Bovendien is er een tamelijk grote variatie in de drie gaschromatografisch bepaalde boterzuurgehalten van het blanco object. Het blanco object bleek zelfs bij deze overigens vrij hoge droge-stofgehalten niet geheel boterzuurvrij te zijn, de behandelde kuil wel, althans volgens de gaschromatografische bepaling. Dit is vermoedelijk een gevolg van het toevoegen van propionzuur, dat ook een zekere conserverende werking heeft.

Volgens de gaschromatografische bepaling bevat de behandelde voordroogkuil nog 0.5 tot 0.6 % propionzuur, oftewel evenveel als bij het inkuilen werd vastgesteld.

In de zeven kleine boormonsters die op willekeurige plekken in het behandelde object werden genomen, zijn de volgende propionzuurgehalten geanalyseerd: 0.6, 0.5, 0.5, 0.4, 0.4, 0.3 en 0.5 %. Er is dus wel enige spreiding in het gehalte aan propionzuur binnen de kuil. In de drie monsters genomen uit het blanco object werd zoals mocht worden verwacht, geen propionzuur gevonden.

Voor het bepalen van de stabiliteit onder geconditioneerde omstandigheden zijn de monsters steeds in duplo ingezet. Bij de eerste partij reageerden beide behandelde monsters niet volledig gelijk (zie fig.5). Wel waren deze beide monsters duidelijk stabielere dan de overeenkomstige monsters uit de blanco kuil. Bij de tweede partij waren het daarentegen de beide monsters van het onbehandelde object die verschillend reageerden. Monster A van het onbehandelde materiaal is bijna even stabiel als beide behandelde monsters. Een aanvankelijk veronderstelde verwisseling van monsters bleek niet het geval te zijn gezien de gehalten aan propionzuur die achteraf in deze monsters zijn bepaald. Er is dus sprake van een natuurlijke stabiliteit in het onbehandelde voer. Mogelijk is het boterzuur hiervan de oorzaak.

De duplo monsters die zijn genomen toen voor de derde maal voer werd uitgehaald, reageerden bij beide objecten gelijk. Wel blijkt dat t.o.v. de eerste en tweede uitgehaalde partij het onbehandelde kuilvoer iets minder stabiel is. Tijdens het uithalen van de laatste partij was dit overigens ook goed merkbaar. Plaatselijk was toen de temperatuur in de kuil gestegen tot 15 à 20°C. In de behandelde kuil varieerde de temperatuur toen van 2-4°C. Evenals uit beide voorgaande proeven blijkt ook hier dat de broeigevoeligheid van voordroogkuil bij het voeren door een toevoeging van propionzuur tijdens het inkuilen, duidelijk geringer wordt.

#### 4. INVLOED VAN PROPIONZUUR OP DE BROEI IN VERS GEMAAIKNEUSD GRAS (Proefboerderij "De Ossekampen")

Op laboratoriumschaal (zie IBVL-mededeling nr. 401) was reeds aangetoond dat broei in vers gemaaid gras door een toevoeging van propionzuur enkelé dagen kan worden vertraagd.

In de herfst van 1969 (t.w. 5 november) werd derhalve met niet van stam gekneusd Italiaans Raaigras nog een proef aangelegd, waarbij tijdens het kneuzen propionzuur aan het gras werd toegevoegd. Het propionzuur werd op twee plaatsen aan de voorkant in de kneuzer gevoerd en aldus rechtstreeks aan het gras toegevoegd.

Het perceel Italiaans Raaigras was vrij onregelmatig ten gevolge van stikstofbanen. Teneinde zo weinig mogelijk last van deze heterogeniteit te hebben werd slechts langs een zijde van het perceel, om en om, voor beide objecten gemaaikneusd. In totaal werd 40 kg oplossing (zuur:water 1:1) aan het proefobject toegevoegd, hetgeen een berekende dosering betekende van 1.1 % sterk zuur. Het propionzuurgehalte is in dit materiaal niet bepaald. Het is dus niet bekend in hoeverre zuur tijdens het toevoegen verloren is gegaan. Van beide objecten zijn alleen de droge-stofgehalten bepaald; deze bedroegen voor het onbehandelde gras 18.7 % en voor het behandelde gras 16.9 %.

Tijdens het kneuzen zijn plukmonsters genomen voor de stabiliteitstest onder geconditioneerde omstandigheden. Deze is steeds in duplo bepaald (zie fig. 6A). In afwijking van de normale werkwijze zijn deze monsters eerst niet opgewarmd tot 20°C doch direkt in de geïsoleerde bakken gedaan bij een materiaalt temperatuur van 10°C. Onder deze omstandigheden wordt de broei dus enigszins afgeremd.

Beide grote partijen gras werden op de wagen tot vierkante blokken (afm. ca. 2 x 2 m) omgepakt. Ondanks een gelijke hoeveelheid gras was de hoogte van deze blokken niet gelijk nl. ca. 1.5 m bij het onbehandelde en ca. 1.0 m bij het behandelde gras. Door het propionzuur was het materiaal nl. veel slapper geworden, waardoor een dichtere pakking werd verkregen.

In iedere partij gras werden een aantal temperatuurvoelers aangebracht, nl. één op iedere hoek (ca. 50 cm vanuit de zijkanten) en één in het midden.

Zowel het temperatuurverloop in het gras als ook de omgevingstemperatuur is continue geregistreerd. In figuur 6B is e.e.a. grafisch weergegeven. In deze figuur zijn twee temperatuurgebieden gearceerd. Ieder gebied omvat vijf lijnen (meetpunten). Bij het onbehandelde gras valt een lijn buiten het gebied. Deze lijn heeft echter betrekking op het midden van de partij gras,

waar de opwarming, waarschijnlijk als gevolg van een geringere hoeveelheid beschikbaar zuurstof langzamer verloopt. Ook bij het met propionzuur behandelde gras wijkt een lijn af. Deze lijn betreft de temperatuur in een hoek aan de voorkant van de partij. Hier bleek een kleine hoeveelheid gras te zitten waarvan de temperatuur duidelijk hoger was, dan van de rest, zodat we aannemen hier te maken te hebben met gras waarin toevallig geen, of minder propionzuur is gekomen.

Na vijf dagen zijn beide partijen opgeruimd. Bij het onbehandelde gras was de buitenste halve meter toen grotendeels verschimmeld. De kern daarentegen niet. Hier was echter sprake van een "warme kuil". Het met propionzuur behandelde gras was met uitzondering van de ene genoemde warme plek daarentegen nog zeer fris.

Uit deze temperatuurcurves blijkt o.i. wel dat het naar alle waarschijnlijkheid ook in de zomer bij hogere omgevingstemperaturen mogelijk moet zijn vers gras, afhankelijk van de toegevoegde hoeveelheid zuur, enige tijd vervoederbaar te houden. Nader onderzoek zal echter nog moeten uitwijzen hoeveel zuur onder diverse omstandigheden nodig is ter verkrijging van een bepaald broeivertragend effect en in hoeverre met andere zuren (zoals mierenzuur) overeenkomstige effecten kunnen worden verkregen.

## 5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In aansluiting op het in 1969 gestarte onderzoek op laboratoriumschaal betreffende broeibestrijding met chemische middelen in voordroogkuil, in vers gras en in voorgedroogd gras (IBVL-mededeling nr. 401), zijn in datzelfde jaar op praktijkschaal en op semi-praktijkschaal ook reeds enkele oriënterende proeven aangelegd.

In eerste instantie betrof het proeven, waarbij is nagegaan of de stabiliteit van voordroogkuil bij het voeren kan worden vergroot door reeds tijdens het inkuilen een broeibestrijdingsmiddel toe te voegen. Bij één proef werd in dit verband het effect van een toevoeging van natriummetabisulfaat nagegaan, terwijl een drietal andere proeven propionzuur werd toegevoegd.

Daarnaast is eind 1969 nog één proef aangelegd, waarbij aan vers gemaaid gras propionzuur is toegevoegd met het doel dit gras onder aërobe omstandigheden enkele dagen stabiel te houden.

Ondanks het oriënterende karakter van de proeven is toch wel gebleken dat een toevoeging van propionzuur (ongeveer 0.5-1.0 %) tijdens het inkuilen een aanzienlijke verhoging van de stabiliteit van voordroogkuil tijdens het

voeren tot gevolg heeft. Hoe groot de praktische waarde hiervan is zal door proeven op grotere schaal nader dienen te worden nagegaan. Goede doseerapparatuur is hierbij uiteraard een eerste vereiste.

Het bleek verder mogelijk met een toevoeging van ca. 1 % propionzuur vers gemaakneusd gras enige tijd broei- en schimmelvrij te houden. Ook hier is nader onderzoek echter noodzakelijk.

Een toevoeging van natriummetabisulfiet ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) tijdens het inkuilen had integenstelling tot propionzuur zelfs een grotere broeigevoeligheid bij het voeren van voordroogkuil tot gevolg.



**FIG. 1** : BROEIBESTRIJDING IN VOORDROOGKUIL d.m.v. NATRIUMMETABISULFIET  
(PROEFBOERDERIJ DROEVENDAAL 1969)

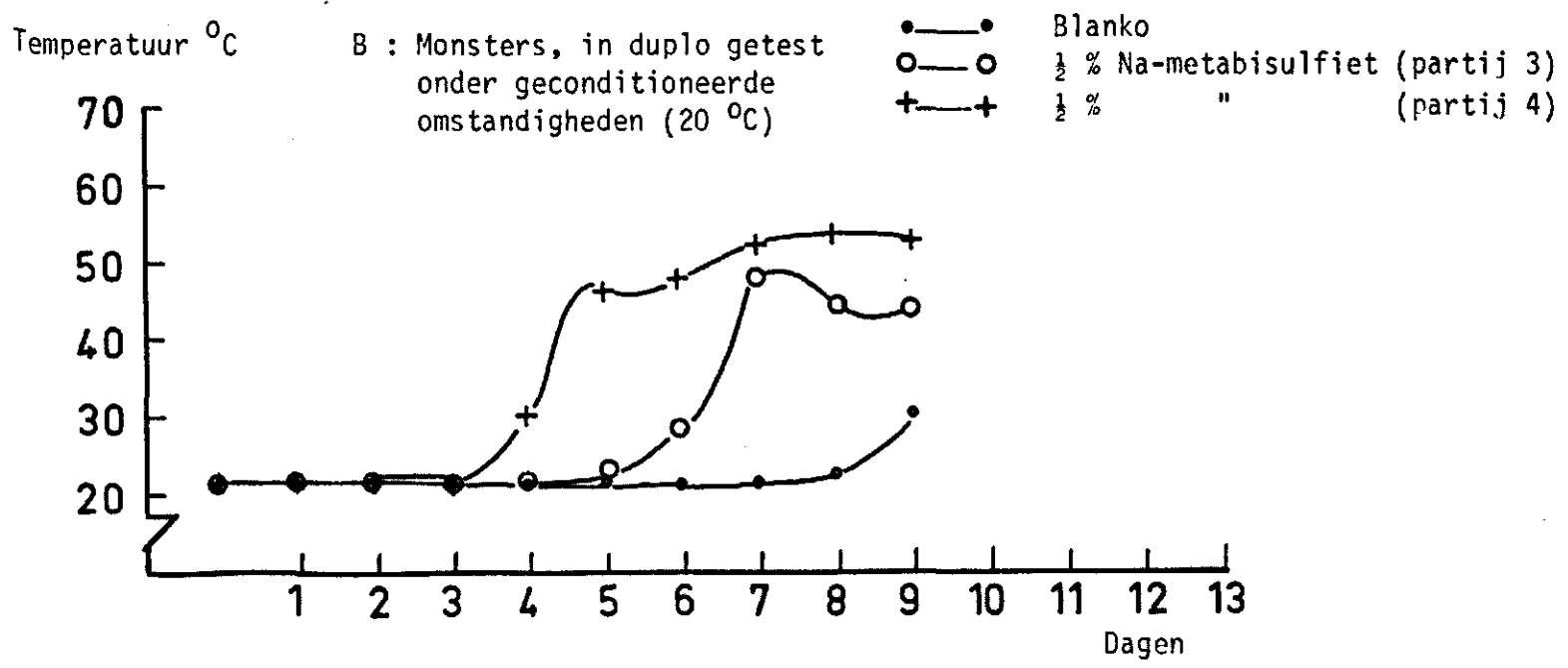
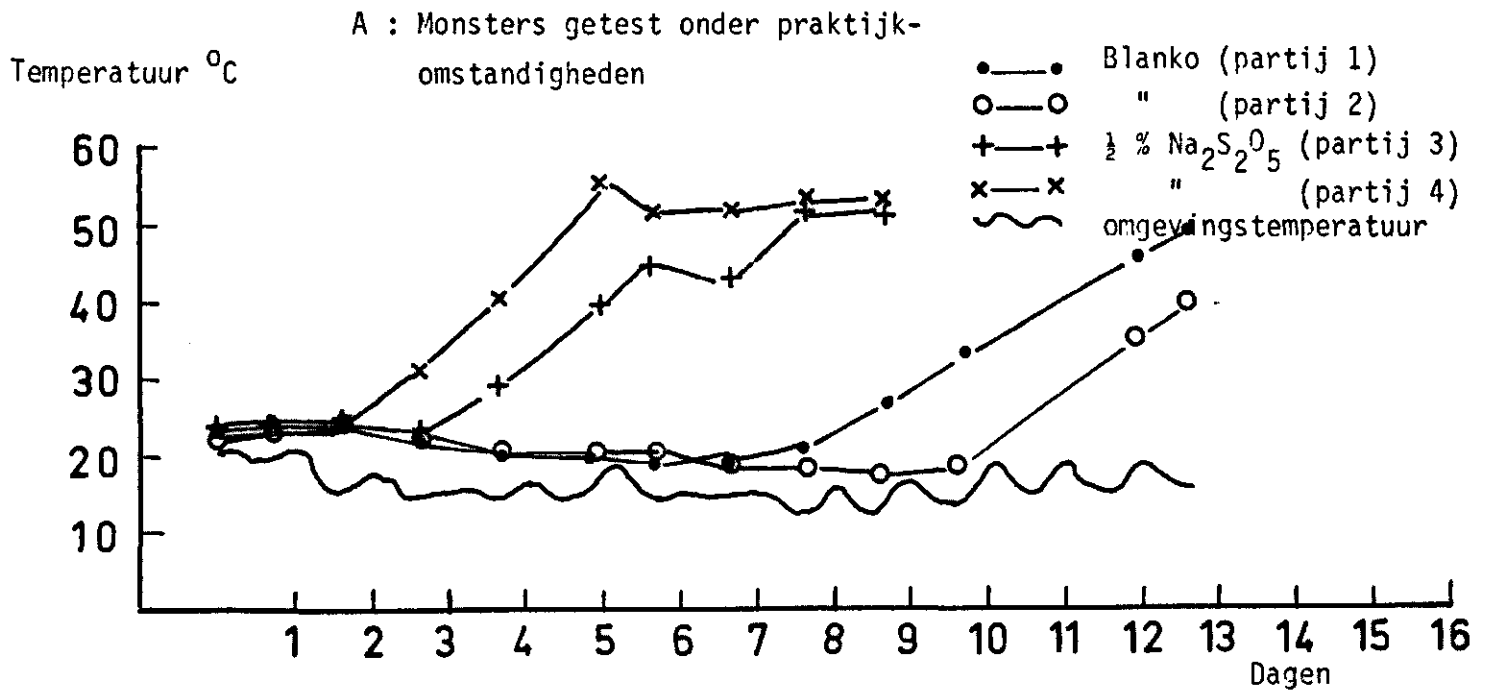
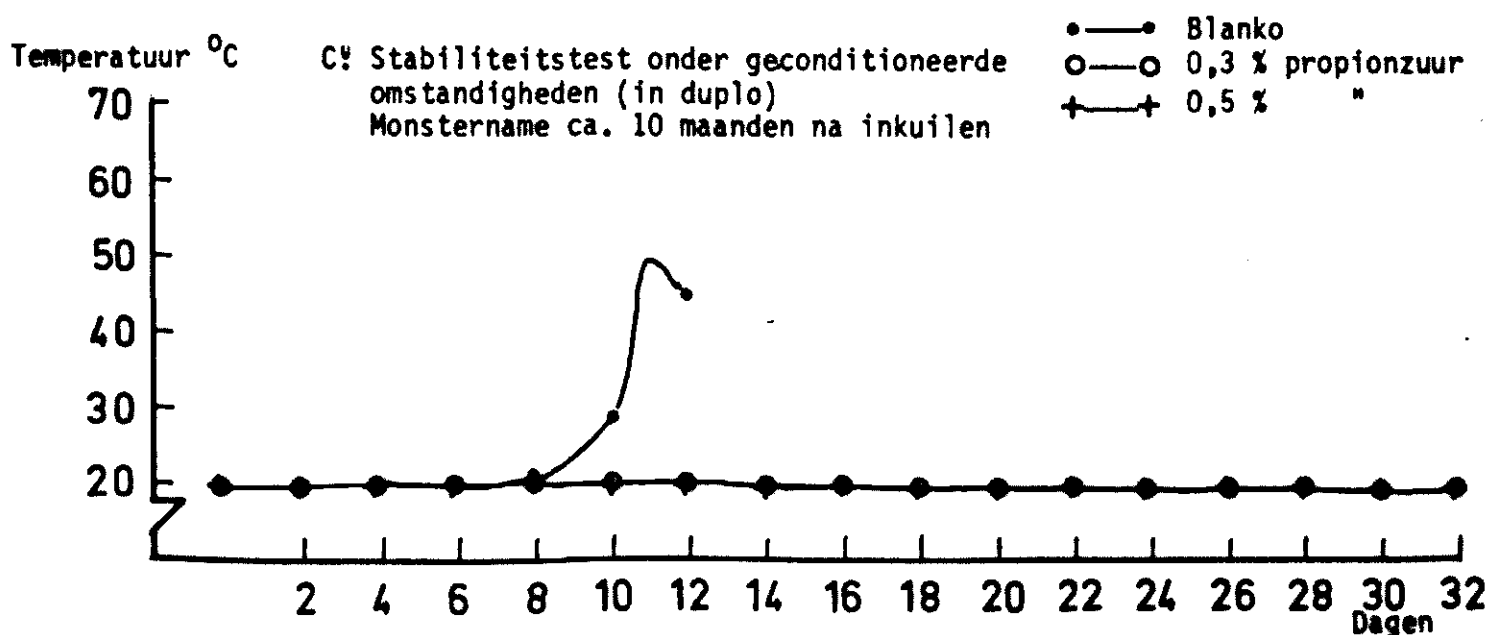
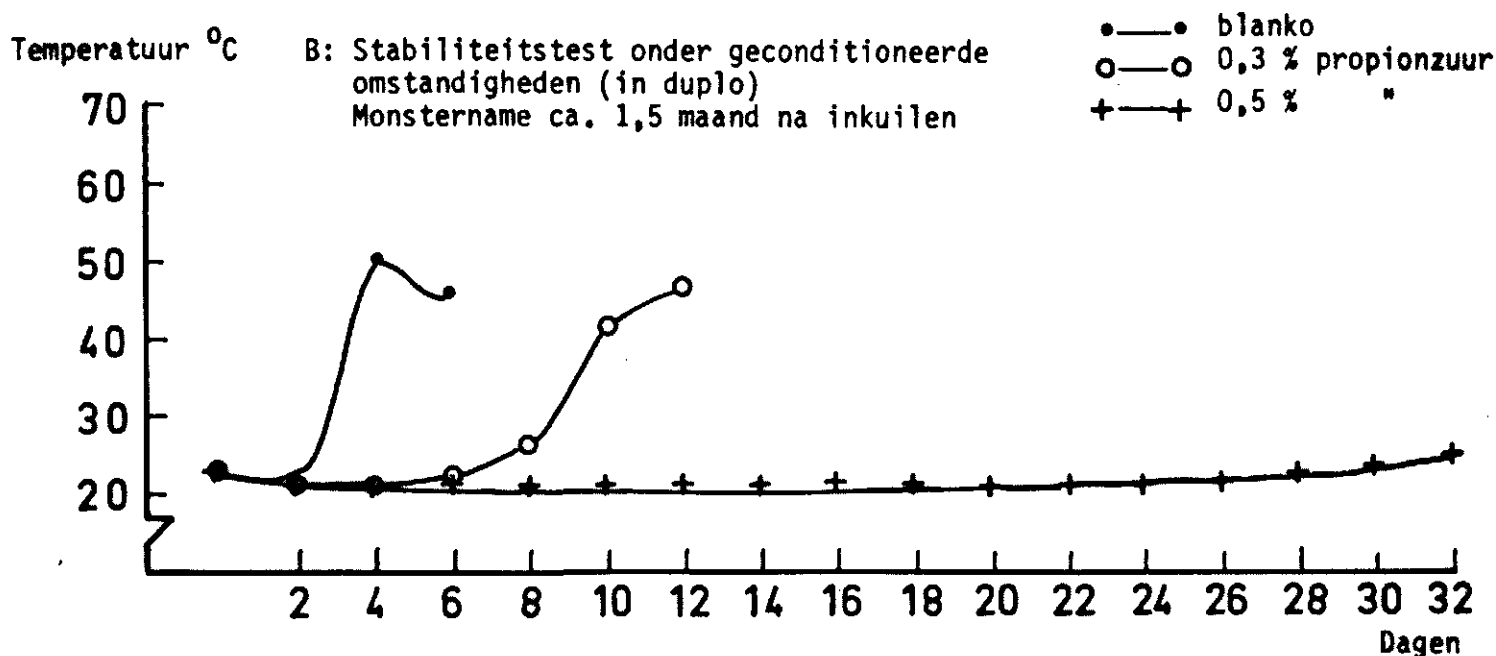
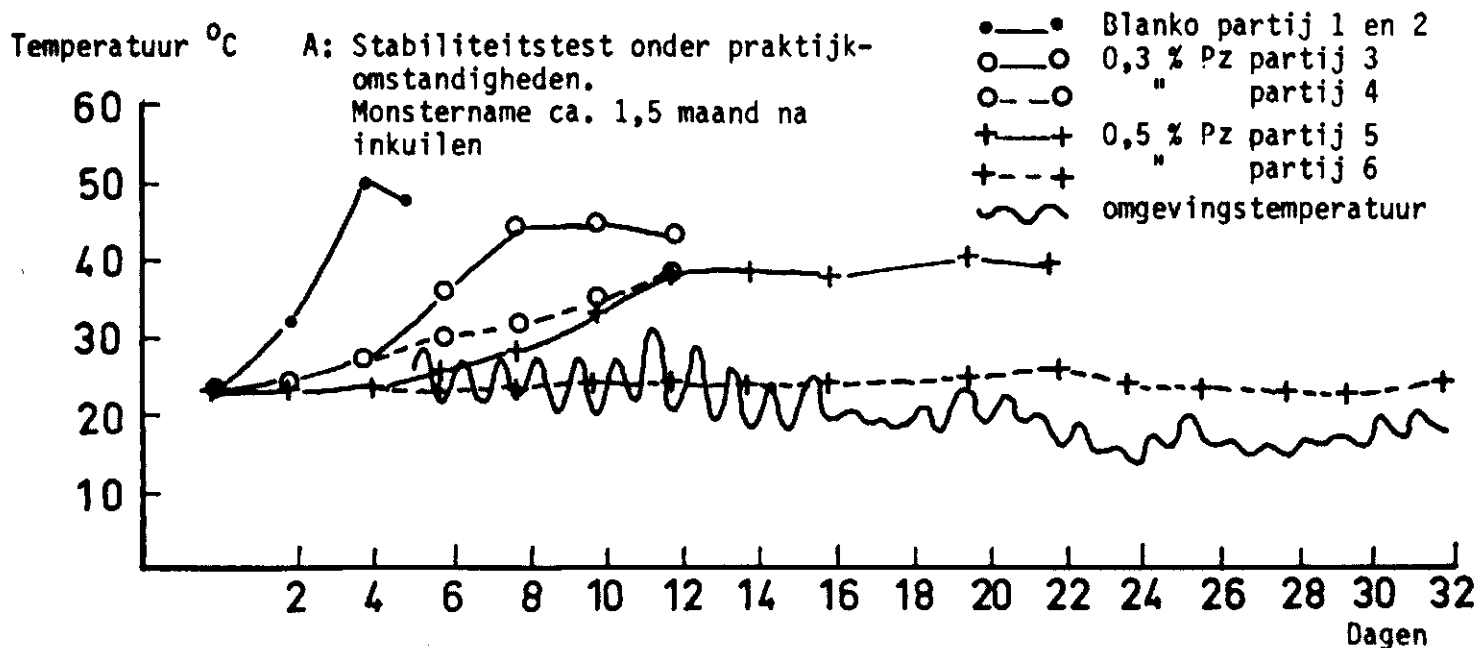


FIG. 2 : BROEIBESTRIJDING IN VOORDROOGKUIL d.m.v. PROPIONZUUR. PROEF I.  
PROEFBOERDERIJ "DROEVENDAAL"



**FIG. 3 :** BROEIBESTRIJDING IN VOORDROOGKUIL d.m.v. PROPIONZUUR  
 PROEFBOERDERIJ "DROEVENDAAL" PROEF 2

Stabiliteitstest onder geconditioneerde omstandigheden (in dunlo)

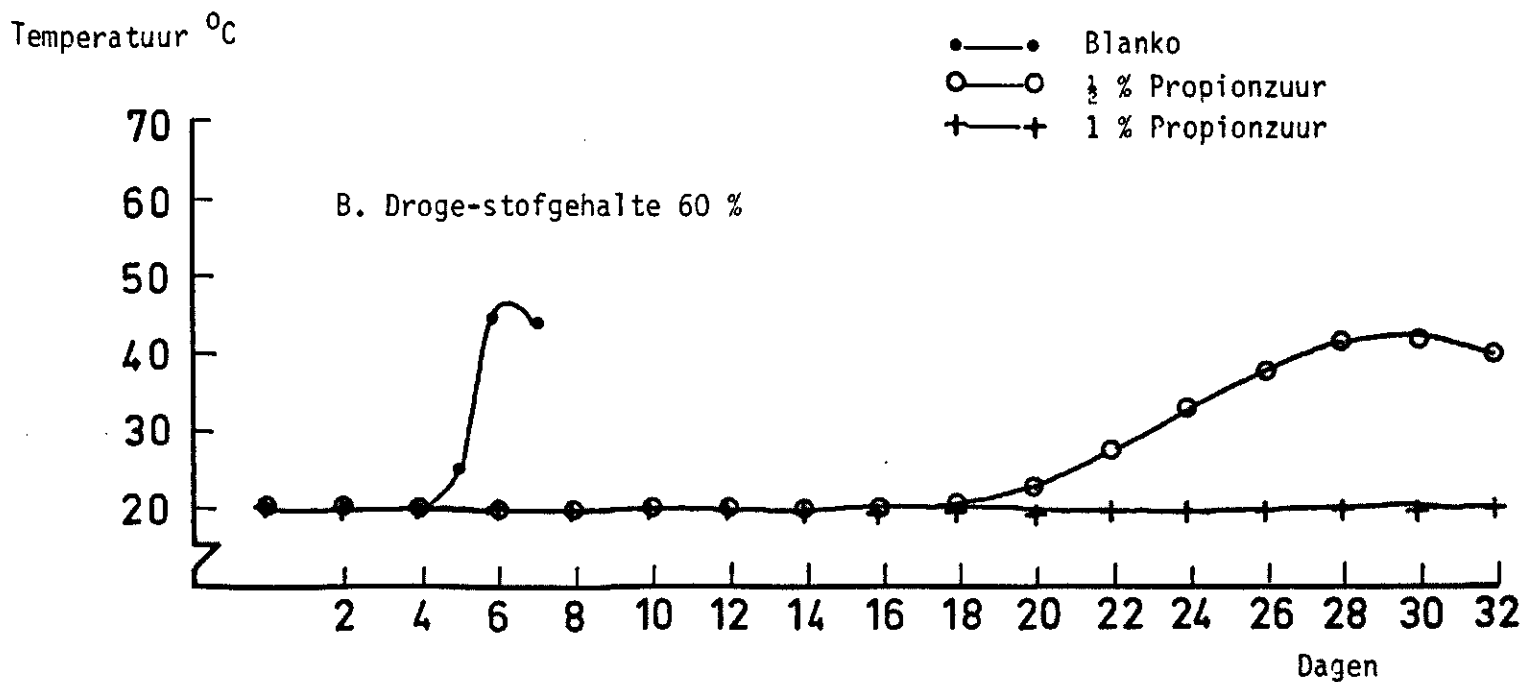
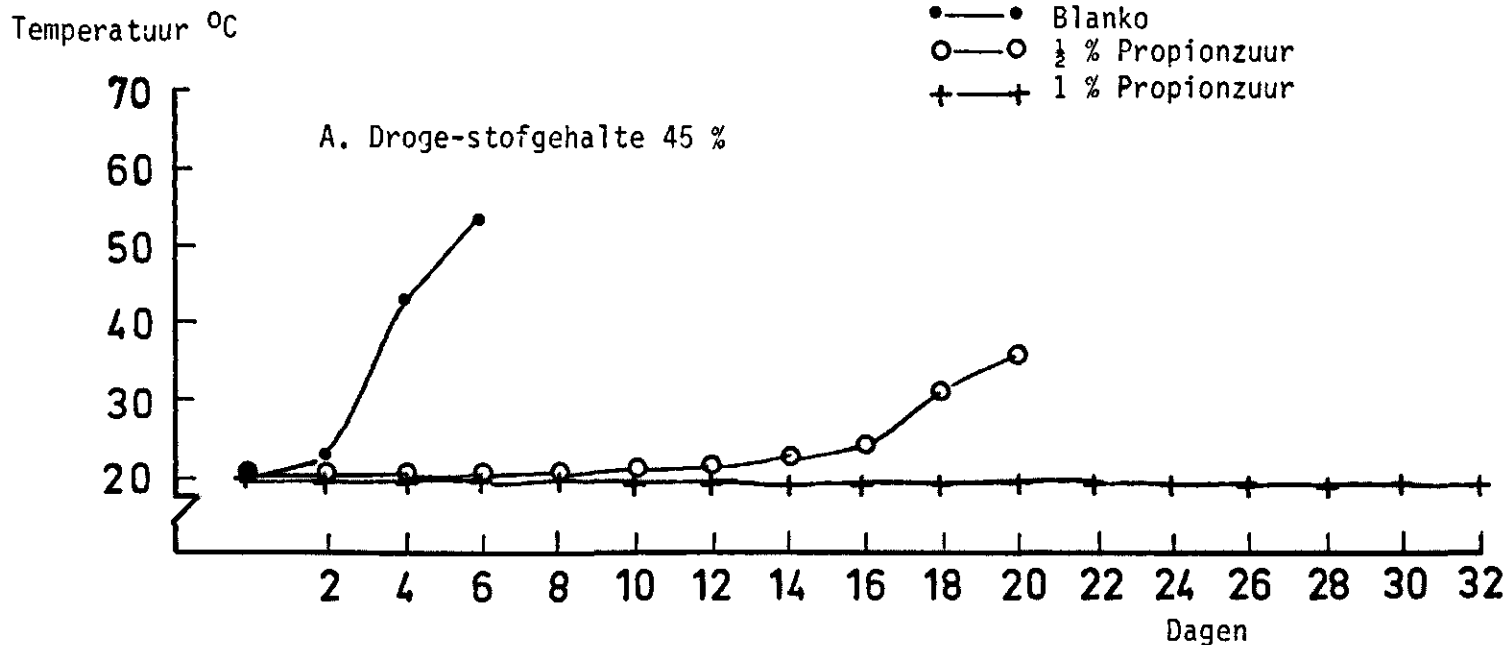


FIG. 4 : BROETBESTRIJDING IN VOORROOGKUIL d.m.v. PROPIONZUUR. PROEFBOEKDERIJ "DROEVENDAAL" PROEF 2.

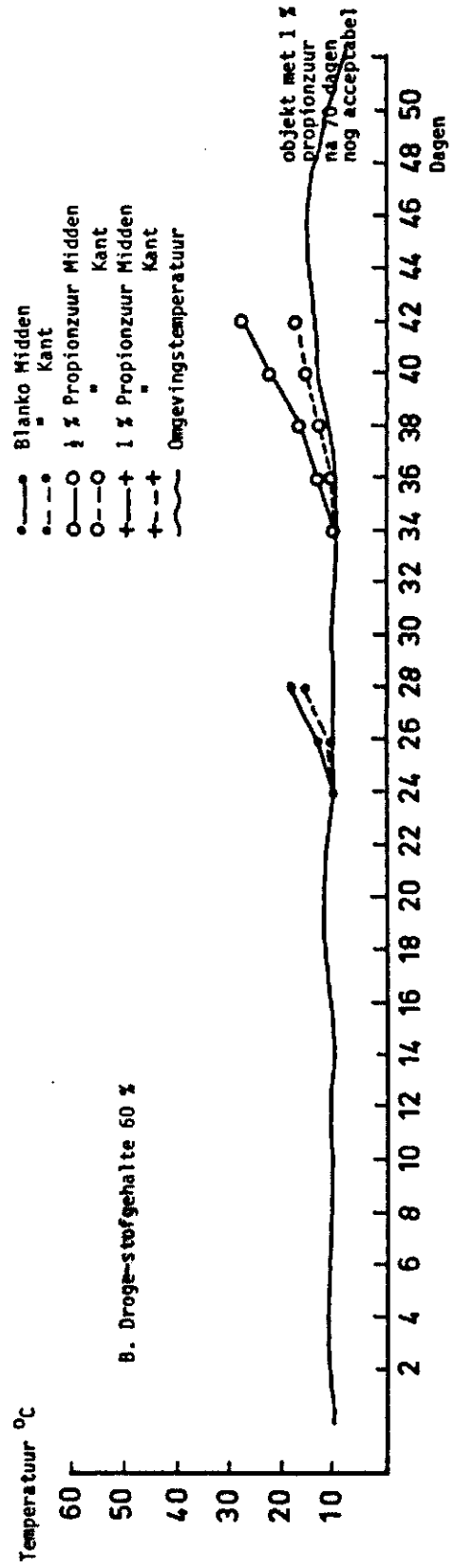
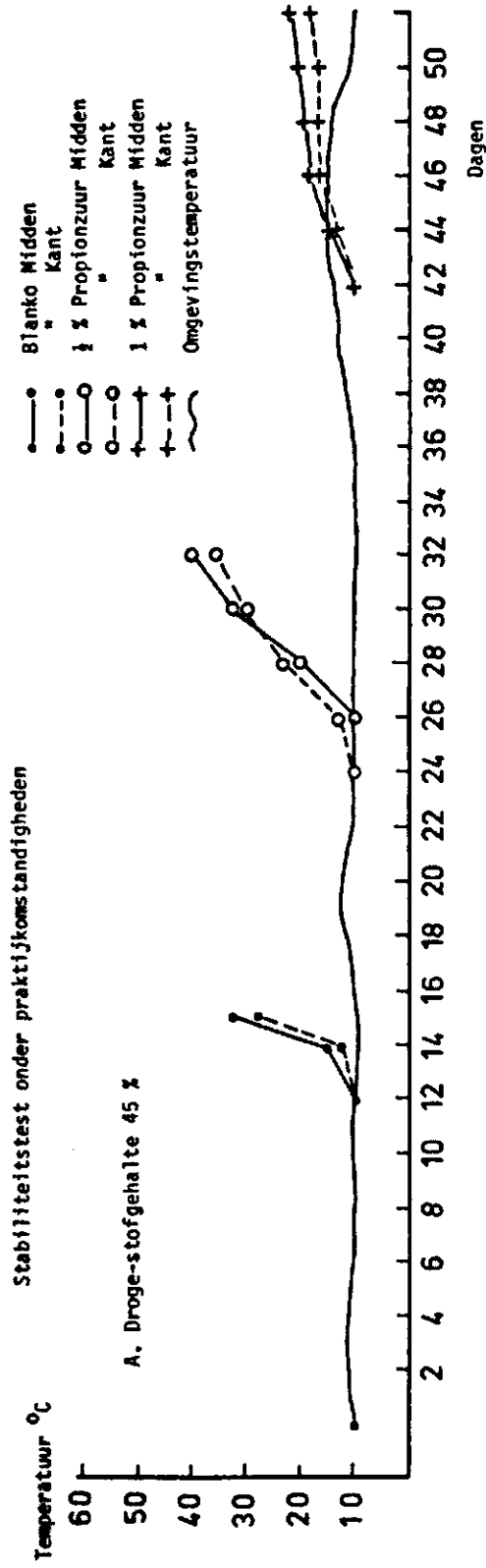


FIG. 5 : PRAKTIJKPROEF BROEIBESTRIJDING IN VOORDROOGKUIL MET PROPIONZUUR  
 PROEFBOERDERIJ "DE OSSEKAMPEN" 1968

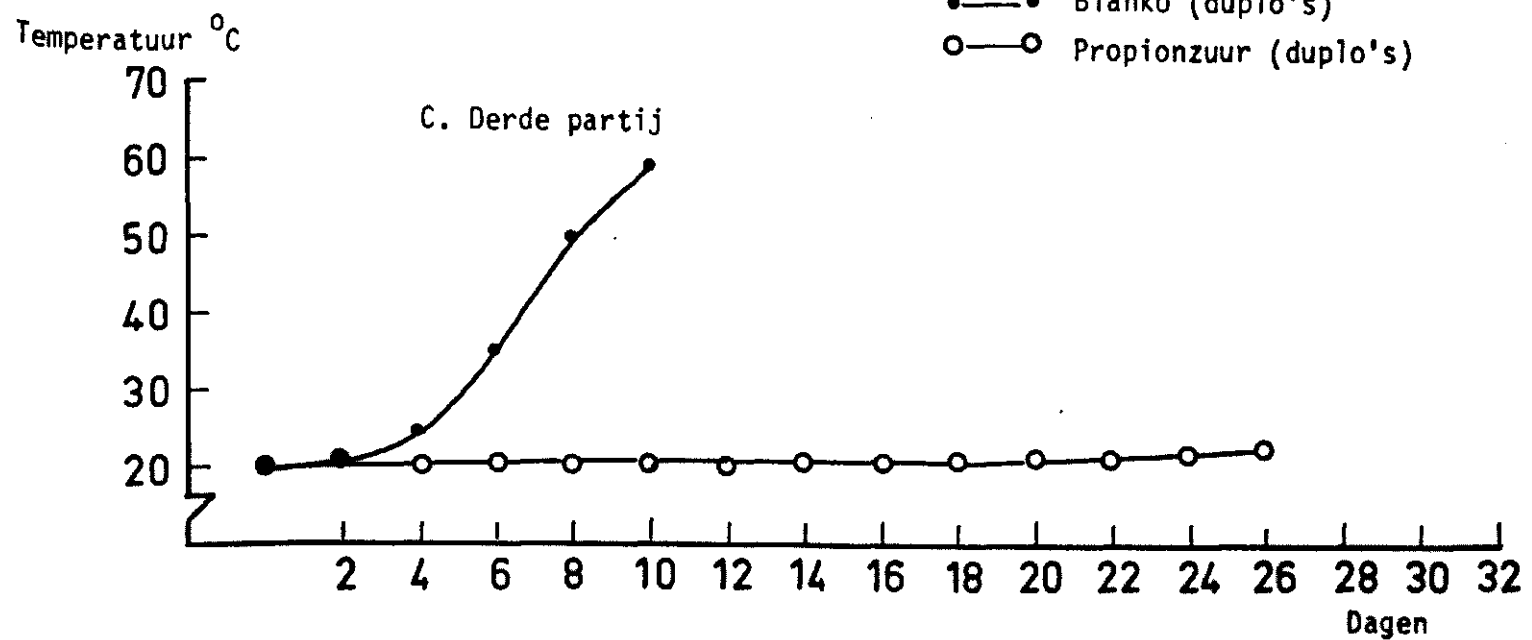
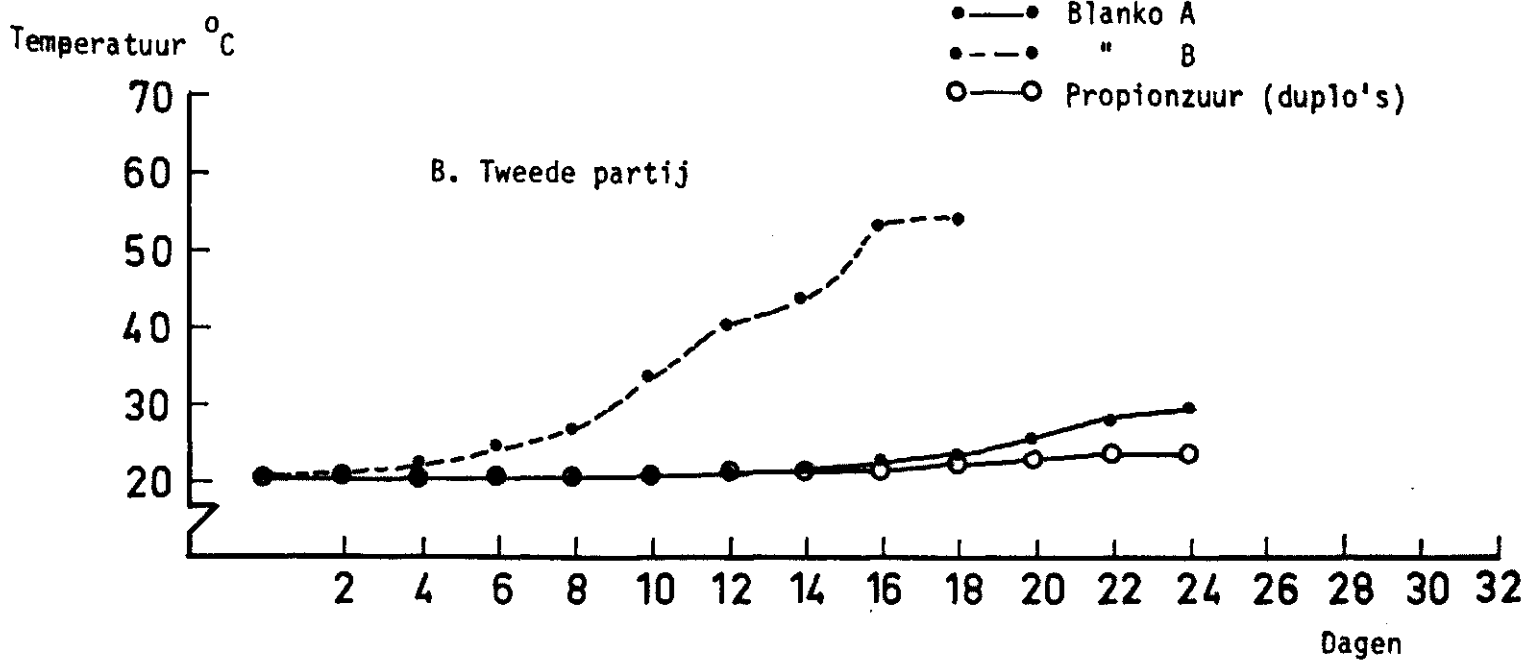
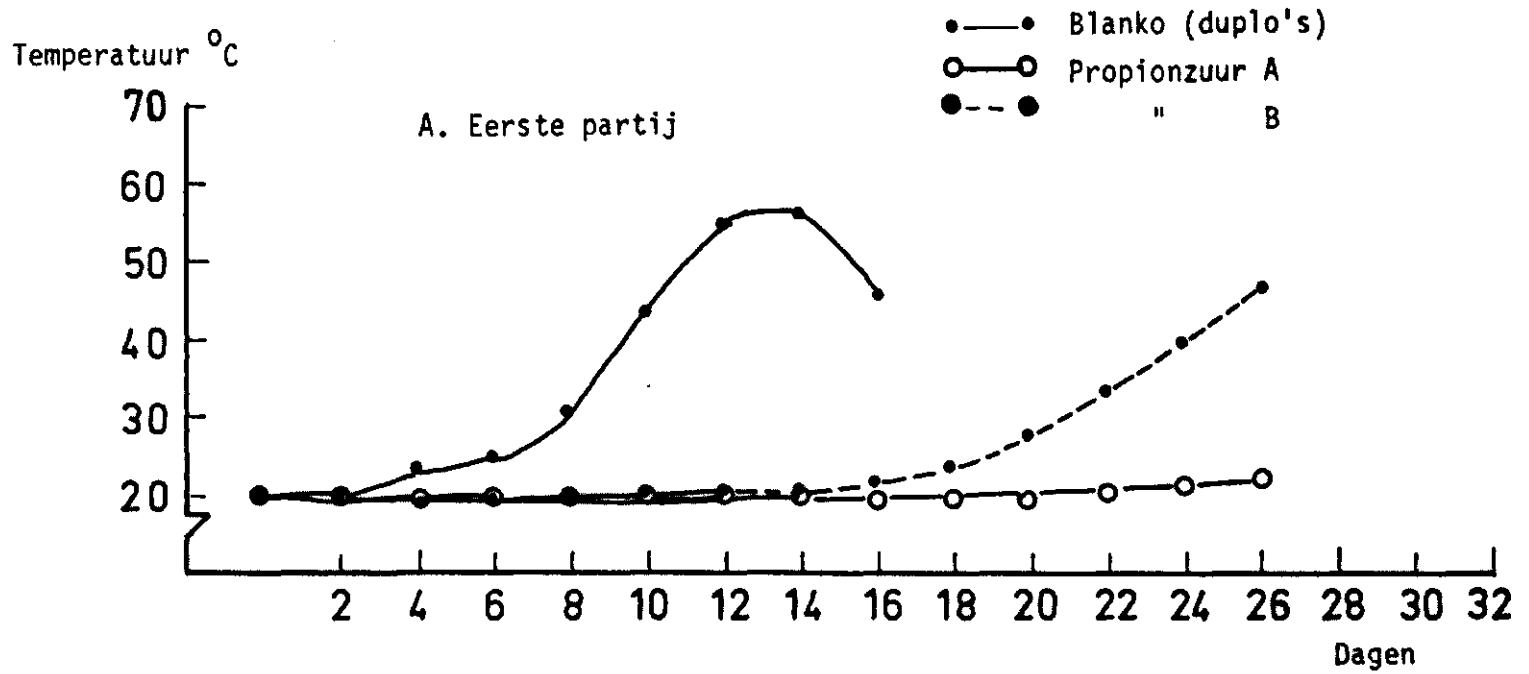


FIG. 6 : BROEIBESTRIJDING IN VERS GEMAAIKNEUSD GRAS d.m.v. PROPIONZUUR

