

ZUCKERABBAU UNTER DER EINWIRKUNG DER INVERTIERENDEN FERMENTE IN PHARYNXDRÜSEN UND MITTELDARM DER HONIGBIENE (*APIS MELLIFICA* L.)

7. — SOMMERBIENEN DER SAHARA, MAROKKANISCHEN,
PORTUGIESISCHEN UND CYPRISCHEN RASSE

Anna MAURIZIO, Liebefeld (Schweiz)

SOMMAIRE

Le présent article expose la suite des recherches déjà effectuées sur l'action des invertases chez les abeilles de races différentes (MAURIZIO, 1962 a). L'auteur étudie, au moyen de la chromatographie quantitative sur papier, le pouvoir hydrolysant d'extraits des glandes pharyngiennes et de l'intestin des abeilles d'été en présence de saccharose, maltose, mélézitose et raffinose. Les expériences ont porté sur 4 races d'abeilles. La durée de l'hydrolyse a été étudiée ainsi que le spectre des produits de dégradation.

EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

In früheren Veröffentlichungen habe ich das Hydrolysierungsvermögen der Fermente in Pharynxdrüsen und Mitteldarm von Sommer und Winterbienen verschiedener Rassen mit Hilfe der Papierchromatographie untersucht (*Nigra*, *Carnica*, *Ligustica*, *Cecropia*, *Caucasica* Bienen; MAURIZIO, 1957, 1961, 1962 a, b, 1965). Diese Untersuchungen zeigten, dass die Fermentaktivität weitgehend von Alter, Ernährung, und physiologischem Zustand der Bienen abhängig ist, und dass auch die Rassezugehörigkeit eine gewisse Rolle spielt. Annähernd gleichwertig war das Hydrolysierungsvermögen der Fermente von Bienen der *Carnica*, *Ligustica* und *Nigra* Rasse und eines Stammes der *Caucasica* Rasse; schwächer wirkten Extrakte aus Bienen der *Cecropia* Rasse und eines zweiten *Caucasica* Stammes.

Die festgestellten Unterschiede beziehen sich hauptsächlich auf den zeitlichen Ablauf der Hydrolyse, nicht aber auf die dabei entstehenden Abbauprodukte. Eine ähnliche, im Vergleich zu Krainer, italienischen und *Nigra* Bienen schwächere Fermentwirkung fand GONTARSKI (1953) bei Bienen der portugiesischen Landrasse.

Die Frage fermentphysiologischer Unterschiede zwischen Bienen verschiedener Rassen, ist nicht nur vom Standpunkt der Ernährungsphysiologie, sondern auch

vom Standpunkt des Fermentgehaltes des Honigs von Interesse. Ich habe deshalb in den letzten Jahren die Untersuchungen auf vier weitere Bienenstämme ausgedehnt, wobei ich von den Herren Dr. P. LAVIE, Montfavet, Frankreich und Dr. F. RUTTNER, Lunz am See, Österreich (jetzt Oberursel, Deutschland) tatkräftig unterstützt wurde.

BIENENMATERIAL, UND METHODIK

Bienenmaterial

Die verarbeiteten Bienen stammten zum Teil von importierten Königinnen, die auf dem Stand von Herrn H. SCHNEIDER in Jens in Völkern zugesetzt wurden, zum Teil aus Völkern der betreffenden Rassen von den Versuchsständen in Montfavet und Lunz. Im ersten Fall wurden sie gewonnen, indem man Waben mit schlüpfreifer Brut der fremdrassigen Königinnen im Thermostaten auslaufen liess und die Jungbienen, markiert oder durch ihre abweichende Farbe gekennzeichnet, Völkern der Landrasse zusetzte (Liebefeld); im zweiten Fall wurden Brutwaben der gewünschten Rasse in ein Volk andersfarbiger Bienen zum Auslaufen eingehängt (Lunz, Montfavet). Nach einem ca. 3-wöchigen Aufenthalt im Pflegevolk wurden die Bienen abgefangen und entweder sofort verarbeitet (Sahara und portugiesische Rasse) oder in einem Käfig nach Liebefeld gesandt (marokkanische und cyprische Rasse). Die verarbeiteten Bienen waren demnach gleichaltrig und befanden sich annähernd im gleichen physiologischen Zustand (s. Tab. 1). Ihre Rassezugehörigkeit wurde von Dr. F. RUTTNER wie folgt determiniert:

1. — Sahara Rasse — *Apis mellifica intermissa*, gelbe Sahara-Varietät (Königin bezogen von P. HACCOURT, Marokko).
2. — Marokkanische Rasse — *Apis mellifica intermissa* BUTT-REEP. (Bienen aus Volk des Versuchsstandes Montfavet, von Dr. P. LAVIE erhalten).
3. — Portugiesische Rasse — *Apis mellifica iberica* GOETZE (Königin durch Vermittlung von T. MACAULEY MORBEY, Lissabon erhalten).
4. — Cyprische Rasse — *Apis mellifica cypria* POLLM. (Bienen aus Volk des Versuchsstandes Lunz am See, von Dr. F. RUTTNER erhalten).

Herstellung der Extrakte und Zuckerlösungen, Methodik der Papierchromatographie

Die verwendete Methodik entsprach der in früheren Arbeiten beschriebenen (MAURIZIO, 1954, 1957, 1961, 1962 a). Die ca. 3 Wochen alten, aus den Pflegevölkern entnommenen Bienen wurden getötet, Pharynxdrüsen und Mitteldarm herauspräpariert und zu wässrigen Extrakten verarbeitet (im Verhältnis von 10 Bienen = 20 Drüsen, resp. 2 Därmen pro 1 ml Wasser). Gleichzeitig wurde der Entwicklungszustand der Pharynxdrüsen eingeschätzt (Tab. 1). Er war bei drei Stämmen annähernd gleich hoch, nur bei den marokkanischen Bienen etwas niedriger.

TABELLE I

Mittelwerte des Entwicklungsgrades der Pharynxdrüsen der Bienen im Augenblick der Extrakterstellung

TABLEAU I

Moyennes du développement des glandes pharyngiennes au moment de la confection des extraits

Bienenstamm	Sahara Bienen	Marokkanische Bienen	Portugiesische Bienen	Cyprische Bienen
Entwicklungsgrad der Pharynxdrüsen	3,85	2,65	3,75	3,85

Die Extrakte wurden mit 20-prozentigen Lösungen der chemisch reinen Zuckerarten*, Saccharose, Maltose, Melezitose und Raffinose gemischt (im Verhältnis von 0,5 ml Extrakt und 1 ml Zuckerlösung), im Thermostaten (30°C) gehalten und in bestimmten Zeitabständen auf Chromatographiepapier (Whatman 1) gebracht. Zur Verhütung von Schimmelpilzinfektionen, enthielten die Zuckerlösungen eine Beigabe von 1 p. 1000 Nipagin. Eine Korrektur des pH-Wertes der Lösungen im Verlaufe der Hydrolyse wurde nicht unternommen, weil sie sich nach früheren Untersuchungen als ungeeignet erwiesen hatte (MAURIZIO 1961).

Die papierchromatographische Verarbeitung erfolgte im absteigenden Verfahren, wobei das Gemisch *n*-Butanol-Eisessig-Wasser (4:1:1) als Trennungsmittel, eine 1 p. 100 alkoholische Lösung von *p*-Anisidin-Hydrochlorid als Sprühmittel dienten. Die Chromatogramme wurden in einem elektrischen Heizofen bei 120°C entwickelt und mit Hilfe der photoelektrischen Leukometermethode nach SULSER quantitativ ausgewertet. Die Galvanometerablesungen wurden in $\mu\text{g}/\text{Pipettenvolumen}$ berechnet und in Prozenten des Gesamtzuckers (Summe aller messbaren Zuckerflecke) dargestellt. Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Zahlen sind Mittelwerte aus je 8 Ablesungen von 4 Parallelflecken in je 2 Parallelchromatogrammen (Einzelheiten der Verarbeitung, Chromatographie-Methode und Auswertung s. MAURIZIO 1957, 1961; SULSER 1954).

Allen, die mir bei der Ausführung der vorliegenden Untersuchung behilflich waren, möchte ich hier den besten Dank aussprechen. Vor allem den Herren Dr. P. LAVIE, T. M. MORBEV, Dr. F. RUTTNER und H. SCHNEIDER für die Ueberlassung des Königinnen- und Bienenmaterials, meinen Mitarbeiterinnen Frau M. BADERTSCHER-SCHMITZ und Fräulein H. SIEGENTHALER für ihre Hilfe bei der Papierchromatographie, Reinschrift und Korrektur des Manuskripts und Herrn J. HÄTTENSCHWILER für die photographischen Aufnahmen der Chromatogramme.

ERGEBNISSE

Die Untersuchung umfasst den zeitlichen Hydrolyseablauf der genannten vier Zuckerarten, sowie das Spektrum der während der Hydrolyse entstehenden Abbauprodukte. Die Resultate sind in den Tabellen 2-5 und den Abbildungen 1-8 zusammengefasst.

1. Hydrolyse der Saccharose

Aus früheren Untersuchungen war bekannt, dass zwischen dem Pharynxdrüsen- und Mitteldarmferment Affinitätsunterschiede gegenüber Saccharose bestehen. Sie äussern sich in einem verlangsamten Hydrolyseverlauf, einem mannigfaltigeren Spektrum der Abbauprodukte und einem deutlichen Vorherrschen von Fruktose gegenüber Glukose in den Lösungen mit Mitteldarmextrakten. Diese Unterschiede treten auch in den vorliegenden Versuchen deutlich hervor (Tab. 2, Abb. 1, 2). Ausserdem sind aber gewisse Unterschiede im Hydrolyseverlauf zwischen den geprüften Rassen festzustellen.

In den Pharynxdrüsenreihen wirkte der Extrakt aus cyprischen Bienen am schnellsten. Schon nach einer Stunde sind hier über 60 p. 100 des vorgelegten Zuckers abgebaut, nach 10 Stunden sind nur noch 2,8 p. 100 Saccharose nachweisbar und nach 24 Stunden ist der Abbau beendet. Ähnlich ist der Hydrolyseverlauf bei den Drüsenextrakten aus marokkanischen und portugiesischen Bienen. Nach einer Stunde sind 68, resp. 48 p. 100 Saccharose zu finden, nach 24 Stunden ist die Hydrolyse, mit 1,5 und 1,6 p. 100 unabgebauter Saccharose praktisch abgeschlossen. In der Serie mit Sahara Bienen ist dagegen der Saccharoseabbau

* Bezogen von der Fluka AG, Buchs, St. G.

TABELLE 2. — Verlauf der Saccharose-Hydrolyse unter der Wirkung des
 TABLEAU 2. — Dérroulement de l'hydrolyse du saccharose sous l'action des extraits

Bienenstamm	Zeit nach Versuchsbeginn	Pharynxdrüsenextrakt					Verhältnis Fructose/Glukose
		Zuckerarten in %					
		Fructose	Glukose	Saccharose	Maltosegruppe	Fructosemaltose	
Serie 1 Sahara Rasse	1 Stunde	3,6	2,5	90,7		3,2	1,44
	2 —	6,4	6,5	82,3		4,8	0,98
	4 —	13,1	11,9	67,8		7,2	1,10
	10 —	27,5	23,1	43,0		6,4	1,19
	24 —	38,5	27,5	29,1		4,9	1,40
	3 Tage	33,8	30,4	31,1		4,7	1,11
	10 —	38,4	33,8	21,4	1,8	4,6	1,14
	30 —	33,4	38,5	20,6	2,8	4,7	0,87
	56 —	38,5	33,8	19,4	4,0	4,3	1,14
	70 —	55,5	26,5	14,2	1,9	1,9	2,09
	100 —	47,6	35,2	12,2	3,5	1,5	1,35
	150 —	53,1	38,9	5,3	2,7		1,37
210 —	63,1	31,5	3,2	2,2		2,00	
Serie 2 Marokkanische Rasse	1 Stunde	18,2	9,5	67,8		4,9	1,91
	2 —	26,9	26,9	41,2		5,0	1,00
	4 —	44,3	29,3	23,5		2,9	1,51
	10 —	61,4	30,5	8,1			2,01
	24 —	64,0	34,5	1,5			1,85
	3 Tage	61,3	38,7				1,58
	10 —	54,9	45,1				1,22
	21 —	54,3	45,7				1,19
	50 —	58,0	42,0				1,38
	85 —	59,3	40,7				1,46
	150 —	60,0	40,0				1,50
	200 —	56,0	44,0				1,27
	250 —	51,3	48,7				1,05
Serie 3 Portugiesische Rasse	1 Stunde	16,2	20,2	48,5		15,1	0,80
	2 —	38,0	21,1	33,4		7,5	1,80
	4 —	43,7	36,9	13,8		5,6	1,18
	10 —	53,4	43,3	3,3			1,23
	24 —	53,0	45,6	1,4			1,17
	3 Tage	53,5	46,5				1,15
	10 —	50,8	49,2				1,03
	21 —	53,2	46,8				1,14
	35 —	49,2	50,8				0,97
	56 —	51,6	48,4				1,07
	80 —	51,9	48,1				1,08
	100 —	42,0	58,0				0,72
	150 —	50,9	49,1				1,04
	210 —	59,9	40,1				1,49
Serie 4 Cyprische Rasse	1 Stunde	32,2	25,6	36,3		5,9	1,26
	2 —	33,8	35,7	24,3		6,2	0,95
	4 —	41,0	45,2	10,8		3,0	0,91
	10 —	39,8	57,4	2,8			0,69
	24 —	54,3	45,7				1,19
	3 Tage	52,8	47,2				1,12
	10 —	47,5	52,5				0,90
	21 —	53,1	46,9				1,13
	35 —	49,8	50,2				0,99
	56 —	51,7	48,3				1,07
	70 —	58,3	41,7				1,40
	100 —	57,9	42,1				1,38
	150 —	42,1	57,9				0,73
	200 —	46,1	53,9				0,86

Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme.
de glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races

Mitteldarmextrakt							Verhältnis Fructose/Glukose
Zuckerarten in %							
Fructose	Glukose	Saccha- rose	Maltose- gruppe	Fructo- maltose	Trisac- charid « b »	Oligo- saccharide	
		100					
		99,2		0,8			
		96,4		3,6			
		94,2		5,8			
6,3	1,0	79,1		12,3		1,3	6,30
23,9	1,8	37,7	6,5	17,4		12,7	13,28
40,3	9,5	14,4	10,0	13,7		12,4	4,24
40,5	20,1	11,5	17,9	5,5		4,5	2,01
39,1	25,2	6,3	19,2	4,9		5,3	1,55
51,3	22,4	10,4	11,1	2,2		2,6	2,29
42,1	23,5	12,3	16,8	2,0		3,3	1,79
46,2	25,6	7,9	16,1	1,8		2,4	1,80
47,4	23,0	10,0	15,3	1,6		2,7	2,06
		98,2		1,8			
		94,3		5,7			
4,2		90,7		5,1			
18,3		63,1	2,8	12,5		3,3	
40,5		26,0	7,5	14,1		5,8	
47,5	8,8	13,1	13,7	8,3	6,1	4,2	5,40
42,1	24,2	10,9	16,3	2,3	4,4	1,5	1,74
41,5	31,3	4,4	16,0	3,8	2,7		1,32
46,0	33,2	2,6	14,4				1,38
50,2	32,6	2,2	11,2	1,7	3,0		1,54
47,9	35,8	1,4	11,1	1,8	3,8	2,1	1,34
49,7	35,9	1,0	11,6	0,9		2,0	1,38
48,3	35,3	1,2	13,3			0,9	1,37
						1,9	
		97,5		2,5			
4,5		94,5		5,5			
12,8		85,6		9,9			
37,5	3,7	61,6	3,8	17,6		4,2	
38,5	2,9	22,6	7,0	17,8	4,7	6,7	10,13
44,9	4,8	17,5	9,5	19,0	5,5	7,1	13,27
49,0	3,4	11,6	7,1	17,0	7,0	7,6	9,35
39,6	2,6	11,5	9,9	14,0	4,7	7,5	10,41
54,2	9,7	10,3	14,0	12,3	10,6	10,6	15,23
50,7	9,4	10,0	9,5	8,6	5,6	2,4	5,59
35,5	19,3	11,7	12,9	7,8			5,39
37,9	23,9	7,3	19,0	9,4	5,9	3,6	1,84
47,7	18,3	9,6	28,6				1,58
		9,3	24,7				2,61
4,0		89,5		6,5			
6,2		81,2		12,6			
7,4	1,0	75,6		13,6			
37,2	5,0	19,7	11,5	18,3		2,4	7,40
42,2	7,3	17,3	9,6	14,9	3,7	4,6	7,44
49,4	8,4	14,5	6,8	11,5	3,9	4,8	5,78
39,3	8,9	13,3	13,0	14,3	4,1	5,3	5,88
42,4	9,8	12,0	10,9	10,8	5,4	5,8	4,42
47,3	8,2	10,4	12,5	10,1	7,3	6,8	4,33
49,9	8,0	8,5	13,7	9,1	5,5	6,0	5,77
42,3	11,5	9,3	17,1	7,5	5,9	4,9	6,24
51,3	9,0	6,5	14,5	8,3	7,3	5,0	3,68
51,2	8,3	6,9	16,8	4,8	6,4	4,0	5,70
47,7	16,0	10,3	17,0	1,8	8,3	3,7	6,17
					6,9	0,3	2,98

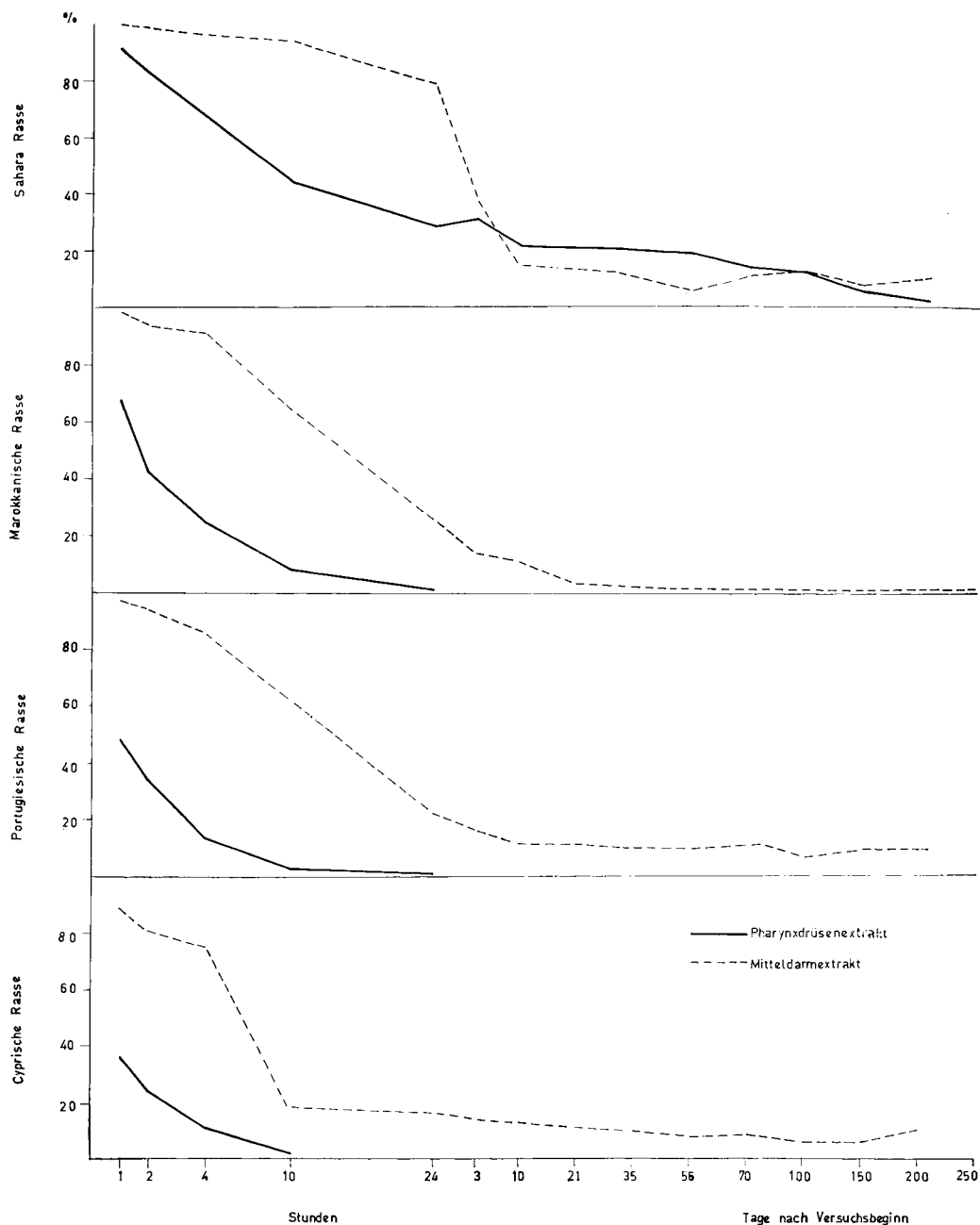


Abb. 1. — Verlauf der Saccharose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme

FIG. 1. — Déroulement de l'hydrolyse du saccharose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races

stark verlangsamt. Nach einer Stunde hat er knapp begonnen (90 p. 100 Saccharose), nach 24 Stunden sind 30 p. 100 und bis Versuchsabschluss (nach 150 und 210 Tagen) noch 3-5 p. 100 unabgebauter Saccharose zu finden (Tab. 2, Abb. 1).

Analoge, wenn auch wegen des allgemein langsameren Hydrolyseverlaufes weniger augenfällige Unterschiede sind in den Serien mit Mitteldarmextrakten vorhanden. In den Serien 2, 3 und 4 (marokkanische, portugiesische und cyprische Bienen) beginnt die Saccharosehydrolyse sofort nach Beigabe der Extrakte zur Zuckerlösung (Saccharoseanteil nach 1 Stunde 89-98 p. 100); in Serie 1 (Sahara Bienen) setzt die Hydrolyse erst nach 2 Stunden ein (Saccharoseanteil 99,2 p. 100). 24 Stunden nach Versuchsbeginn beträgt der Anteil unabgebauter Saccharose in den Serien 2,3 und 4,17-26 p. 100; in Serie 1 sind zur gleichen Zeit rund 80 p. 100 Saccharose zu finden. Erst in den Probenahmen nach 10 Tagen gleicht sich dieser Unterschied aus (in allen 4 Serien 11-14 p. 100 Saccharose), wonach die Hydrolyse bei allen geprüften Rassen gleichmässig ausläuft.

Der Unterschied zwischen den Sahara Bienen und den drei übrigen Stämmen tritt auch im Spektrum der Abbauprodukte hervor. In den Serien 2, 3 und 4 der Pharynxdrüsenextrakte erscheint neben Hexosen, nur Fruktomaltose (= α -Maltosyl β -D-fructofuranoside nach WHITE und MAHER 1953) in messbaren Mengen in den Chromatogrammen (Tab. 2, Abb. 2). Die Entstehung dieses Zuckers, der auch im Honig vorkommt, ist nach den bisherigen Erfahrungen aufs engste mit dem Saccharoseabbau verbunden. Seine, zwischen Melezitose und Raffinose lokalisierten Flecke erscheinen in den Chromatogrammen als erstes und meist neben Hexosen einziges Hydrolyseprodukt und verschwinden gleichzeitig mit dem endgültigen Abbau der Saccharose (Tab. 2, Abb. 2). Andere Zuckerarten sind nur schwach angedeutet.

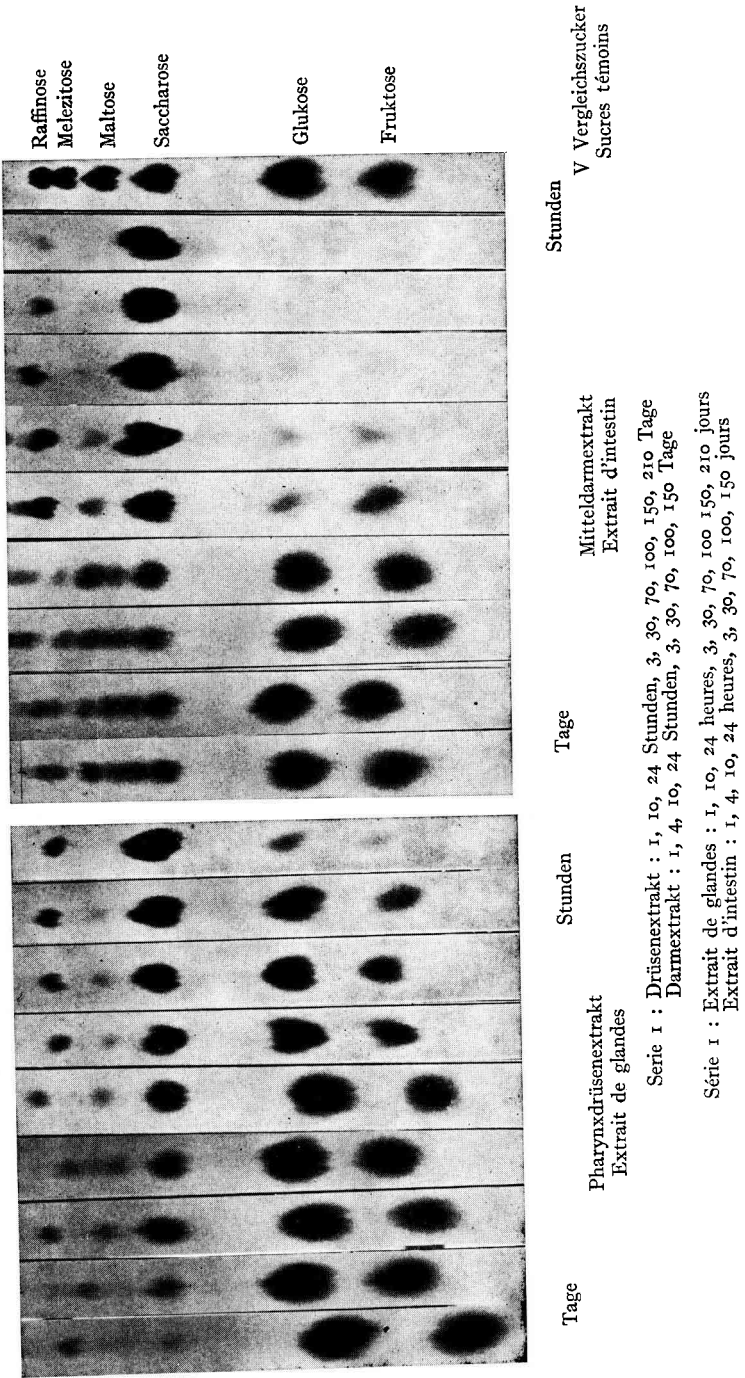
Abweichend von diesem für die Drüsenextrakte charakteristischen Bild, ist das Zuckerspektrum in Serie 1, der Sahara Bienen. Als Folge der stark verlangsamten Hydrolyse treten hier neben Hexosen und Fruktomaltose, messbare Mengen der Zucker der Maltosegruppe auf (bis zu 4 p. 100 des Gesamtzuckers, Tab. 2, Abb. 2). Das Bild des Saccharoseabbaus erinnert in dieser Serie an das der Mitteldarmextrakte, in welchen bei verlangsamer Hydrolyse ganze Ketten von Zuckerflecken in den Chromatogrammen erscheinen.

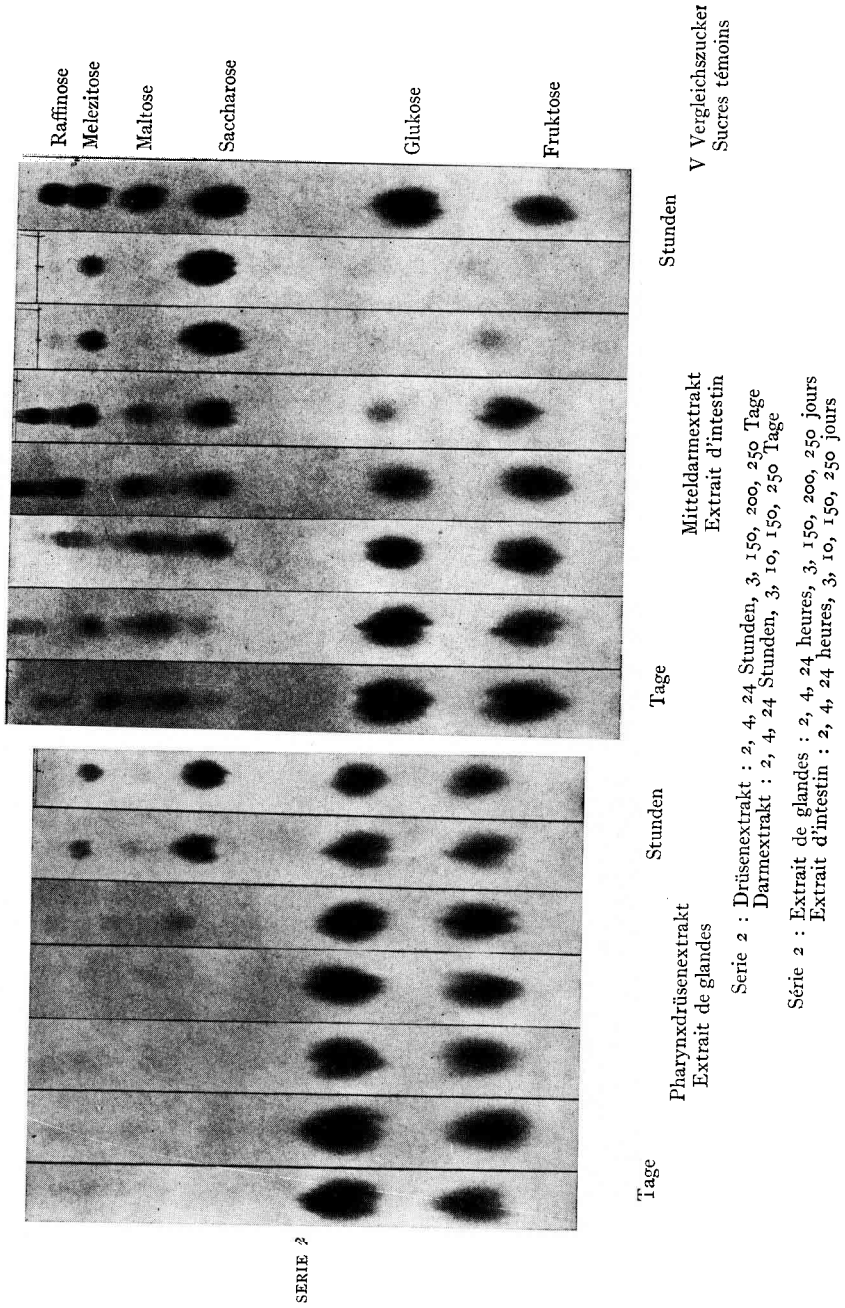
Das Verhältnis der Hexosen (Fruktose/Glukose) blieb mit Werten von 0,69-1,5 (in Serie 1 bis 2,09) im Rahmen früherer Befunde.

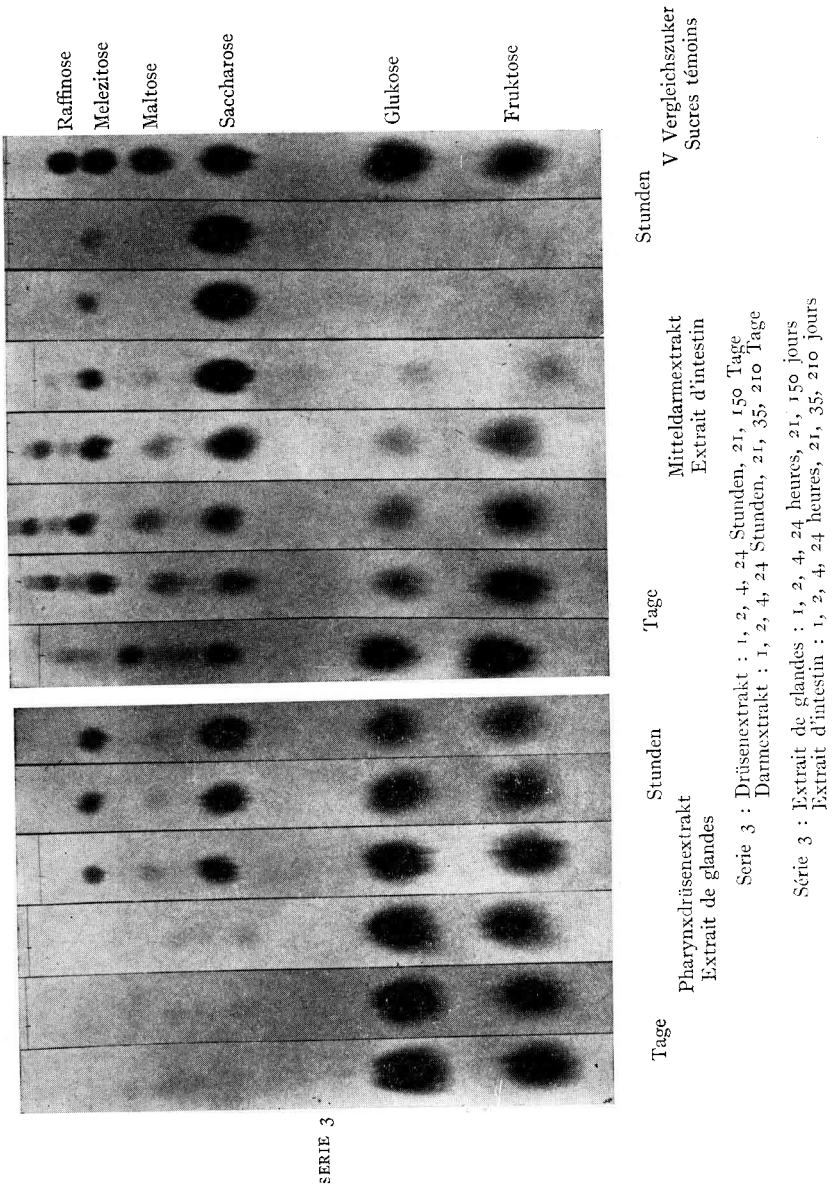
Ein reichhaltigeres Zuckerbild ist für die Darmextrakt-Serien charakteristisch. Neben Hexosen und Fruktomaltose (diese in Mengen bis zu 19 p. 100 des Gesamtzuckers) erschienen hier die Zucker der Maltosegruppe (nicht näher bekanntes zwischen Saccharose und Maltose lokalisiertes Disaccharid, Maltose und Isomaltose, in Mengen bis zu 28 p. 100), ein auf der Höhe der Raffinose lokalisierter, als Trisaccharid « b » bezeichneter Zucker (bis zu 10 p. 100 des Gesamtzuckers) und höhermolekulare, als Oligosaccharide zusammengefasste Zuckerarten (bis zu 12 p. 100 des Gesamtzuckers).

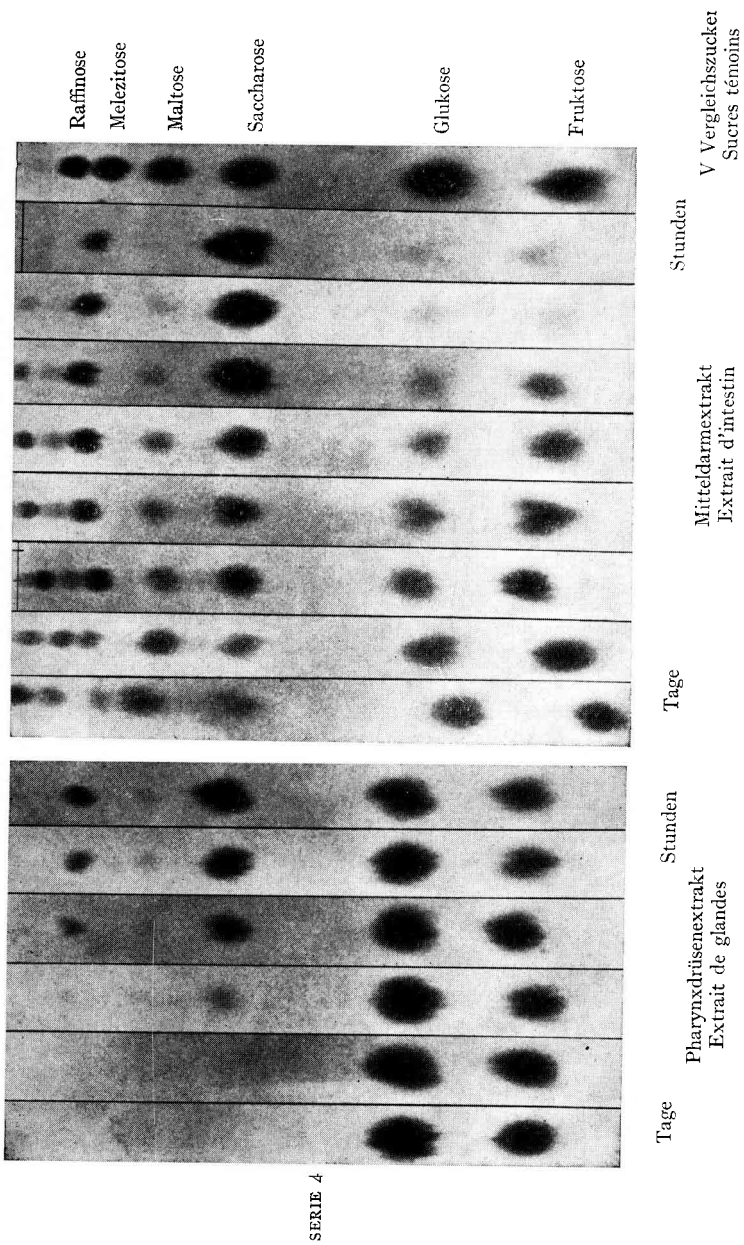
Auch in den Chromatogrammen der Mitteldarmextrakt-Serien erscheint Fruktomaltose als erstes Abbauprodukt, zeitlich oft noch vor den Hexosen (Tab. 2, Abb. 2). Im Unterschied zu den Drüsenextrakt-Serien bleibt dieser Zucker jedoch bis zum Versuchsabschluss erhalten, was mit der verlangsamten Saccharose-Hydrolyse zusammenhängen dürfte. Die Zucker der Maltosegruppe, das Trisaccharid « b »

SERIE I









Serie 4 : Drüsenextrakt : 1, 2, 4, 10, 24 Stunden, 56 Tage
Darmextrakt : 1, 2, 4, 10, 24 Stunden, 3, 150, 200 Tage
Série 4 : Extrait de glandes : 1, 2, 4, 10, 24 heures, 56 jours
Extrait d'intestin : 1, 2, 4, 10, 24 heures, 3, 150, 200 jours.

ABB. 2. — Verlauf der Saccharose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme.
Zeitpunkt der Probenahme nach Versuchsbeginn.

FIG. 2. — Déroulement de l'hydrolyse du saccharose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races.
Moment de prise d'échantillons après le début de l'expérience.

und die Oligosaccharide sind meist erst in den 10-24 Stunden nach Versuchsbeginn angesetzten Chromatogrammen in messbaren Mengen zu finden.

Zwischen den Serien der vier Bienenstämme sind auch bei den Mitteldarmextrakten gewisse Unterschiede des Zuckerspektrums zu beobachten. Wie bei den Drüsenextrakten sind diese Unterschiede mit dem verschieden schnellen Verlauf der Hydrolyse verbunden. So erscheinen in Serie 4 (cyprische Bienen) messbare Mengen von Hexosen schon eine Stunde nach Versuchsbeginn, Oligosaccharide nach 4 Stunden, Maltose und Trisaccharid « *b* » nach 10 Stunden. In den Serien 2 und 3 (marokkanische und portugiesische Bienen) ist dieser Vorgang etwas verzögert, indem Hexosen nach 4 Stunden, Maltose, Trisaccharid « *b* » und Oligosaccharide nach 10-24 Stunden auftreten. Am langsamsten läuft er in Serie 1 (Sahara Bienen) ab, in welcher die ersten messbaren Hexoseflecke nach 24 Stunden, Maltose und höhere Zucker sogar erst nach 3 Tagen zu finden sind (Tab. 2, Abb. 2).

Unter den Hexosen erscheint Fruktose in der Regel früher in den Chromatogrammen als Glukose und herrscht mengenmässig vor (Verh. Fr/Gl 1,32-15,23. Tab. 2).

Auf Grund des fermentphysiologischen Verhaltens lassen sich demnach unter den geprüften Bienenstämmen zwei Gruppen unterscheiden. Auf der einen Seite stehen die cyprischen, marokkanischen und portugiesischen Bienen, deren Fermentwirkung gegenüber Saccharose als gleichwertig bezeichnet werden kann, und der Wirkung der früher untersuchten Bienen der Krainer, Nigra und italienischen Rasse entspricht, auf der andern die Sahara Bienen mit deutlich schwächerer, den griechischen Bienen (*Cecropia* Rasse) entsprechender Fermentaktivität. Die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen beziehen sich hauptsächlich auf den zeitlichen Ablauf der Hydrolyse und das damit verbundene Auftreten und Verschwinden der Abbauprodukte, nicht aber auf das Zuckerspektrum an sich. Die Unterschiede sind sowohl bei den Pharynxdrüsen-, wie bei den Mitteldarmextrakten zu beobachten.

Die Tatsache, dass die Bienen des fermentschwachen Sahara Stammes in Liebfeld aufgezogen wurden und sich in gutem physiologischen Zustand befanden (Mittelwert der Pharynxdrüsenentwicklung 3,85) beweist, dass die geringe Fermentaktivität für sie charakteristisch sein dürfte und nicht mit Abweichungen der Versuchsanordnung zusammenhängt.

Interessant ist die Beobachtung, wonach zwischen den beiden Stämmen von *Apis mellifica intermissa* (marokkanischer und Sahara Stamm) ein deutlicher Unterschied der Fermentaktivität besteht, und dass die von GONTARSKI (1953) als ferment-schwach befundenen Bienen der portugiesischen Rasse, sich in meinen Versuchen als « normal » aktiv erwiesen. Ähnliche Unterschiede der Fermentaktivität zwischen Stämmen der gleichen Rasse, aber verschiedener geographischer Herkunft, habe ich schon früher bei Bienen der kaukasischen Rasse festgestellt (MAURIZIO, 1962 a).

2. Hydrolyse der Maltose

Nach den bisherigen Erfahrungen verhalten sich die Bienenfermente gegenüber Maltose ähnlich wie gegenüber Saccharose, d.h. Pharynxdrüsenextrakte bewirken eine schnellere Hydrolyse, als Mitteldarmextrakte. Der Unterschied ist jedoch in Versuchen mit Maltose weniger auffällig, weil die Hydrolyse im allgemeinen langsamer verläuft und in der Regel bis Versuchsabschluss Reste unabgebauter Maltose vorhanden sind.

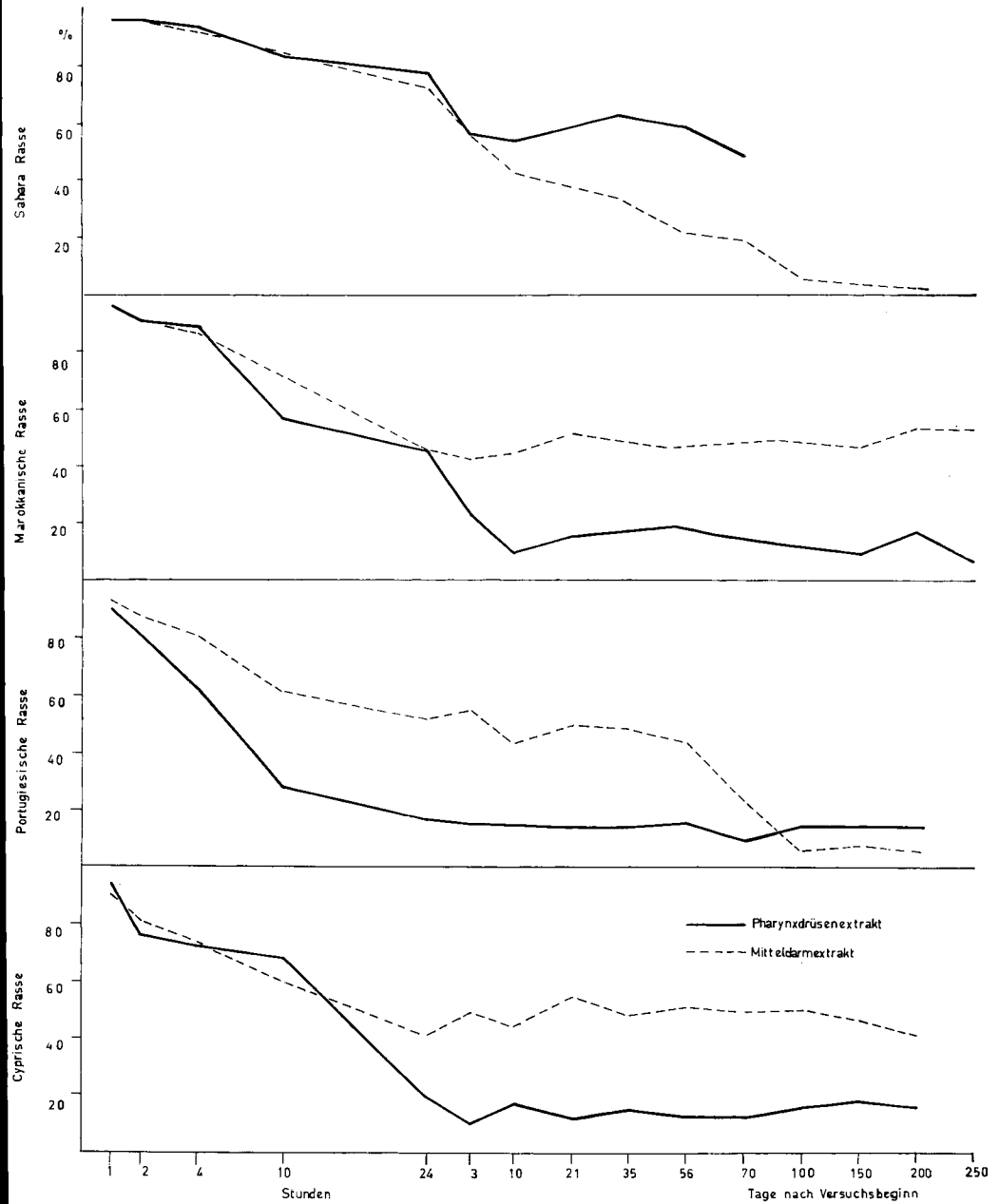


ABB. 3. — Verlauf der Maltose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme

FIG. 3. — Déroulement de l'hydrolyse du maltose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races

TABELLE 3

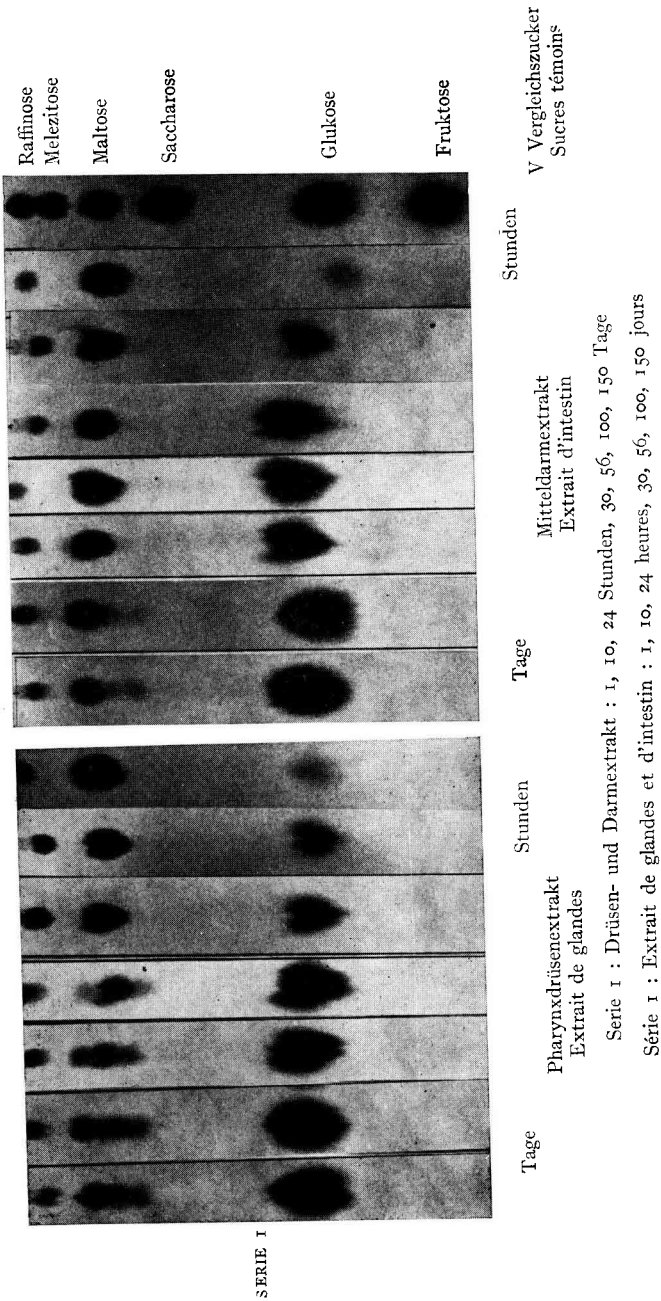
Verlauf der Maltose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme

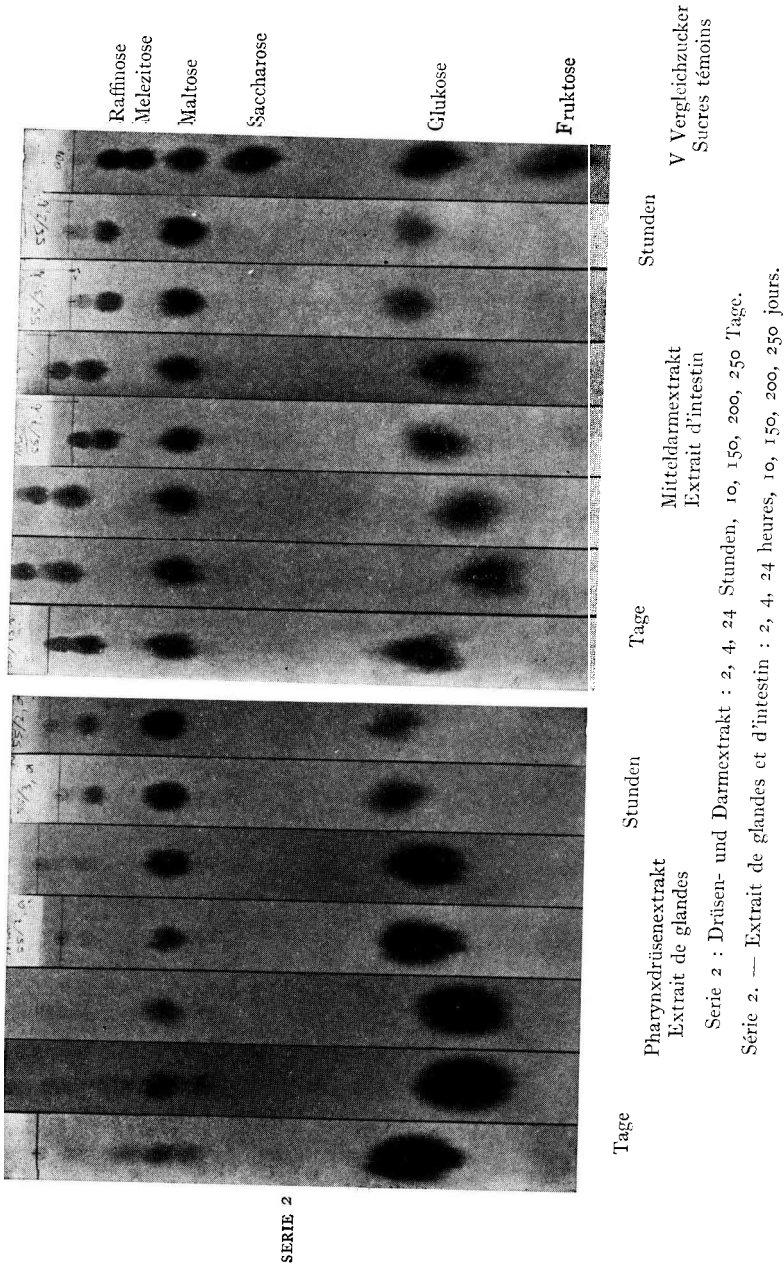
TABLEAU 3

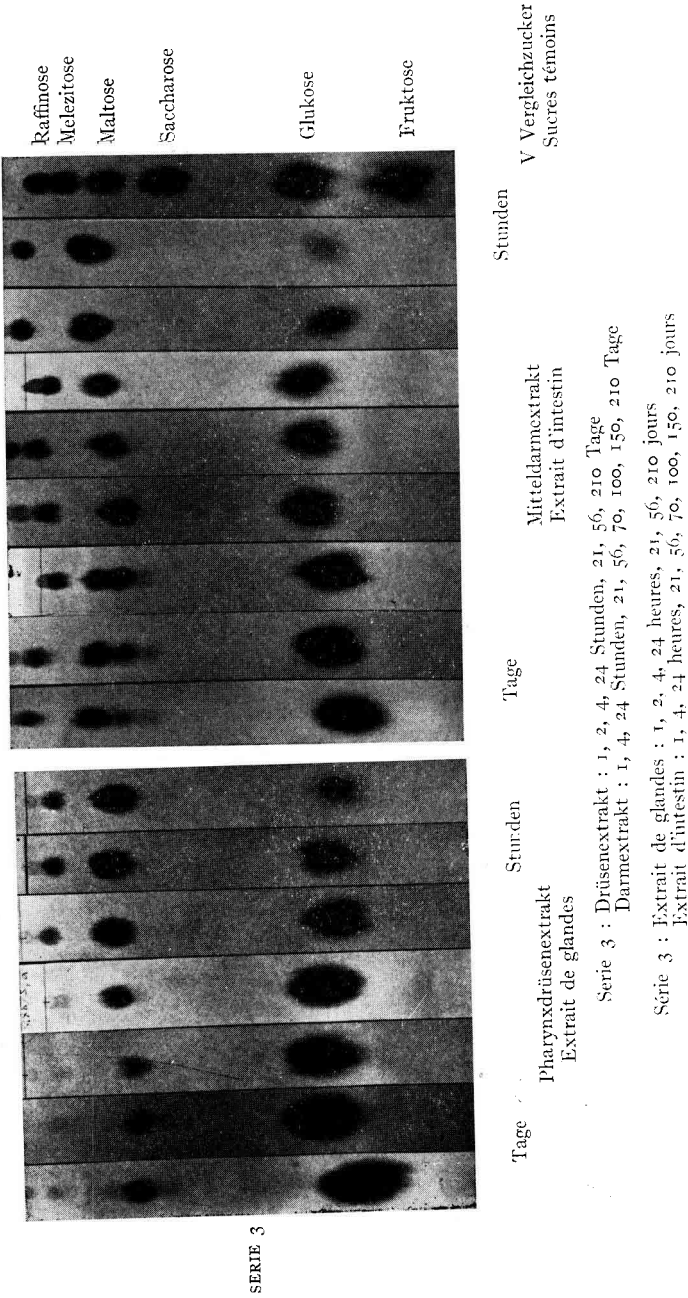
Dérroulement de l'hydrolyse du maltose sous l'action des extraits de glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races

Bienenstamm	Zeit nach Versuchsbeginn	Pharynxdrüsenextrakt					Mitteldarmextrakt					
		Zuckerarten in %					Zuckerarten in %					
		Glukose	Unbekanntes Disaccharid	Maltose	Iso- maltose	Malto- triöse	Glukose	Unbekanntes Disaccharid	Maltose	Iso- maltose	Malto- triöse	Oligo- saccharide
Serie 1 Sahara Rasse	1 Stunde	1,3		96,5		2,2	0,4		97,8		1,8	
	2 —	1,2		96,7		2,1	0,9		96,7		2,4	
	4 —	3,3		93,9		2,8	2,3		92,8		4,9	
	10 —	11,5		83,8		4,7	9,2		84,0		6,8	
	24 —	17,3		78,4		4,3	19,0		71,8		9,2	
	3 Tage	37,3		56,9		5,8	27,9		56,0		11,2	
	10 —	41,1		54,7		4,2	38,3		44,9		13,9	
	30 —	34,6		62,3		3,1	55,3		33,6		8,9	4,9
	56 —	35,1		59,7		5,2	53,7	6,5	21,8	9,5	7,0	5,9
	70 —	34,9		49,1	10,6	5,4	58,8	6,4	19,3	9,8	5,7	
	100 —	54,1			40,8	5,1	68,2	4,6	6,7	15,2	5,3	
	150 —	68,1	2,4		25,3	4,2	67,9	3,3	4,7	20,4	3,7	
	210 —	80,4	1,4		15,6	2,5	73,5	2,5	2,8	17,7	3,5	
		1 Stunde	2,2		96,0		1,8	1,0		96,0		3,0
2 —		5,5		90,8		3,7	2,8		91,7		5,5	1,4
4 —		8,2		89,0		2,8	5,9		87,0		5,7	5,4
40 —		14,4		58,4		9,5	13,6		50,8		40,2	

Rasse	21	—	—	50	—	85	—	150	—	200	—	250	—		4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8	
Serie 3 Portugiesische Rasse	1 Stunde	6,4	15,3	34,7	71,9	83,4	84,3	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8
	2	15,3	34,7	71,9	83,4	84,3	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8	
	4	34,7	71,9	83,4	84,3	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8		
	10	71,9	83,4	84,3	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8			
	24	83,4	84,3	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8				
	3 Tage	84,3	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8					
	10	85,0	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8						
	21	85,6	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8							
	35	85,8	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8								
	56	84,0	90,5	85,3	85,4	86,0	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8									
Serie 4 Cyprische Rasse	1 Stunde	3,8	21,4	27,5	32,0	81,0	90,0	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8
	2	21,4	27,5	32,0	81,0	90,0	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8	
	4	27,5	32,0	81,0	90,0	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8		
	10	32,0	81,0	90,0	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8			
	24	81,0	90,0	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8				
	3 Tage	90,0	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8					
	10	83,4	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8						
	21	88,5	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8							
	35	85,4	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8								
	56	87,4	88,2	84,3	82,8	83,4	4,2	3,0	3,2	3,5	2,5	36,4	45,2	41,8	4,2	6,6	6,4	7,5	7,8	5,1	5,3	4,8									







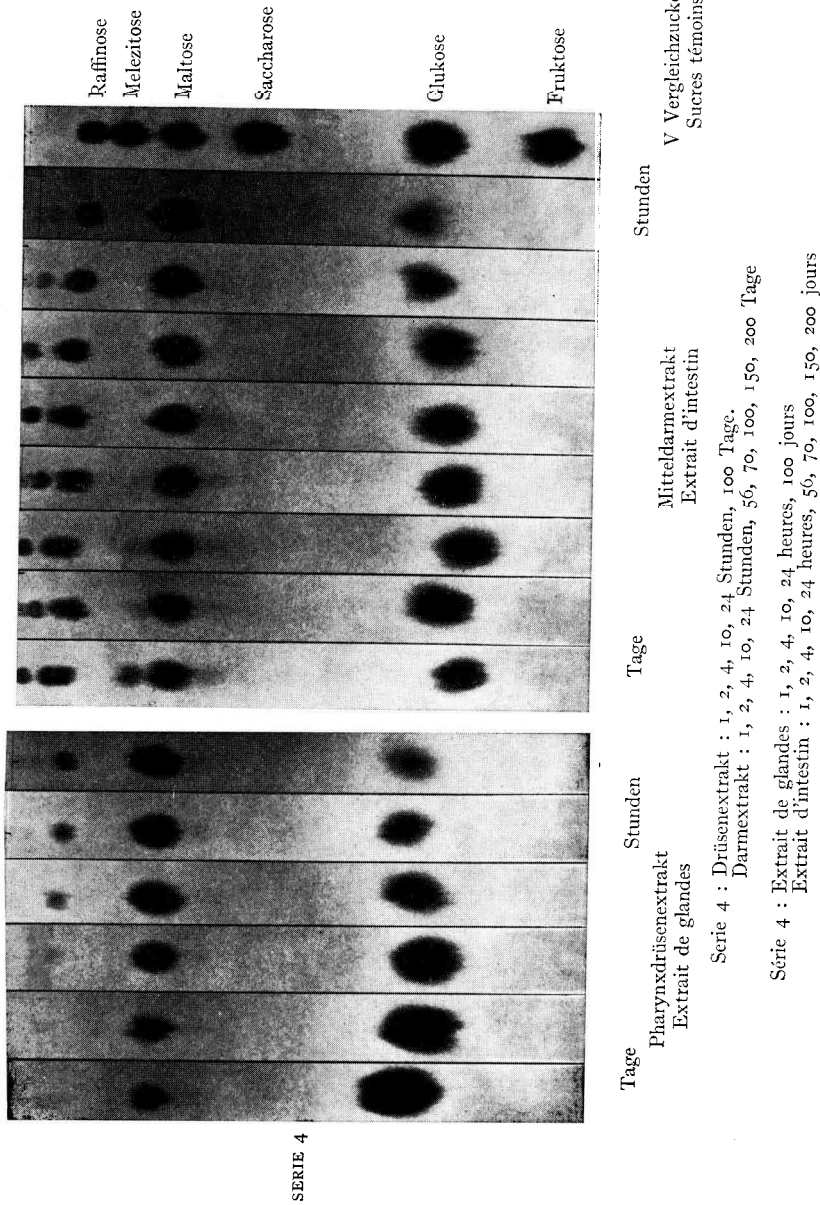


ABB. 4. — Verlauf der Mallose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme.
Zeitpunkt der Probenahme nach Versuchsbeginn

FIG. 4. — Déroulement de l'hydrolyse du mallose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races
Moment de prise d'échantillons après le début de l'expérience

In den vorliegenden Versuchen verlief die Maltosehydrolyse durch Drüsenextrakte ähnlich wie bei Saccharose, d.h. der Extrakt 1 (Sahara Bienen) wirkte deutlich schwächer als die drei anderen. So liegt 24 Stunden nach Versuchsbeginn der Anteil unabgebauter Maltose in den Serien 3 und 4 (portugiesische und cyprische Bienen) unter 20 p. 100 des Gesamtzuckers, in Serie 2 (marokkanische Bienen) bei 44 p. 100, während in Serie 1 (Sahara Bienen) die Hydrolyse kaum begonnen hat und noch rund 80 p. 100 Maltose vorhanden sind (Tab. 3, Abb. 3). Im weiteren Verlauf schwankt der Maltosegehalt in den Serien 2, 3 und 4 zwischen 10 und 20 p. 100, in Serie 1 beträgt er noch nach 70 Tagen rund 50 p. 100. In den folgenden Probenahmen geht der Maltosegehalt in dieser Serie zurück, an seine Stelle tritt Isomaltose (von der Probenahme nach 100 Tagen bis zum Abschluss Isomaltoseanteil 15-40 p. 100, Tab. 3, Abb. 4).

Wie bei Saccharose, fällt auch bei Maltose der Drüsenextrakt aus Sahara Bienen durch sein abweichendes Zuckerspektrum auf. Der Unterschied gegenüber den übrigen Serien (vor allem Serie 4 der cyprischen Bienen) besteht vor allem im hohen Anteil Isomaltose und dem regelmässigen Auftreten der im allgemeinen für Darmextrakte charakteristischen Abbauprodukte (Maltotriose und ein zwischen Saccharose und Maltose lokalisiertes Disaccharid, s. unten). Die Zuckerspektren des Drüsen- und Darmextraktes sind bei den Sahara Bienen sehr ähnlich, während sie in den übrigen Serien, und auch in früheren Versuchen charakteristische Unterschiede zeigten (Tab. 3, Abb. 4, MAURIZIO, 1962 a).

Auch in den Serien mit Mitteldarmextrakten ist die Hydrolyse bei den Sahara Bienen zu Versuchsbeginn etwas verzögert (nach 24 Stunden über 70 p. 100 unabgebauter Maltose, gegen 40-52 p. 100 in den Serien 2,3 und 4, Tab. 3, Abb. 3). Im weiteren Verlauf gleicht sich dieser Unterschied aus. Die Extrakte aus Sahara und portugiesischen Bienen bauen nun Maltose schneller ab als die aus marokkanischen und cyprischen (Maltoseanteil nach 100-250 Tagen in Serie 1 und 3 unter 10 p. 100, in Serie 2 und 40-50 p. 100, Tab. 3, Abb. 3).

An zusätzlichen, für die Darmextrakt-Serien charakteristischen Abbauprodukten sind zu nennen: Isomaltose (in den Serien 1 und 3 in Mengen bis zu 20 und 34 p. 100), das « unbekannte Disaccharid » (in Serie 1 bis zu 6,5 p. 100), ein als « Maltotriose » bezeichnetes, auf der Höhe der Raffinose lokalisiertes Trisaccharid (eventuell dem « Trisaccharid b » der Saccharosereihen entsprechend) und höhermolekulare Oligosaccharide. Maltotriose tritt in allen Serien mit Darmextrakten in Mengen bis zu 18 p. 100 auf; Oligosaccharide sind nur in den Darmextrakt-Serien zu finden, mit einem maximalen Anteil von 7,8 p. 100 (Tab. 3, Abb. 4).

Aus den Versuchen kann geschlossen werden, dass die Pharynxdrüsenextrakte der vier Bienenstämme sich Maltose gegenüber ähnlich verhielten, wie gegenüber Saccharose, d.h. dass der Extrakt aus Saharabienen schwächer wirksam war als die drei übrigen, und wahrscheinlich infolge der verlangsamten Hydrolyse ein abweichendes Spektrum der Abbauprodukte bildete. Weniger deutlich waren Aktivitätsunterschiede zwischen den Saharabienen und den drei übrigen Stämmen in den Darmextraktserien.

3. Hydrolyse der Melezitose und Raffinose

Aus früheren Untersuchungen war bekannt, dass die Aktivität der Bienenfermente gegenüber Melezitose und Raffinose schwächer ist als gegenüber Saccharose

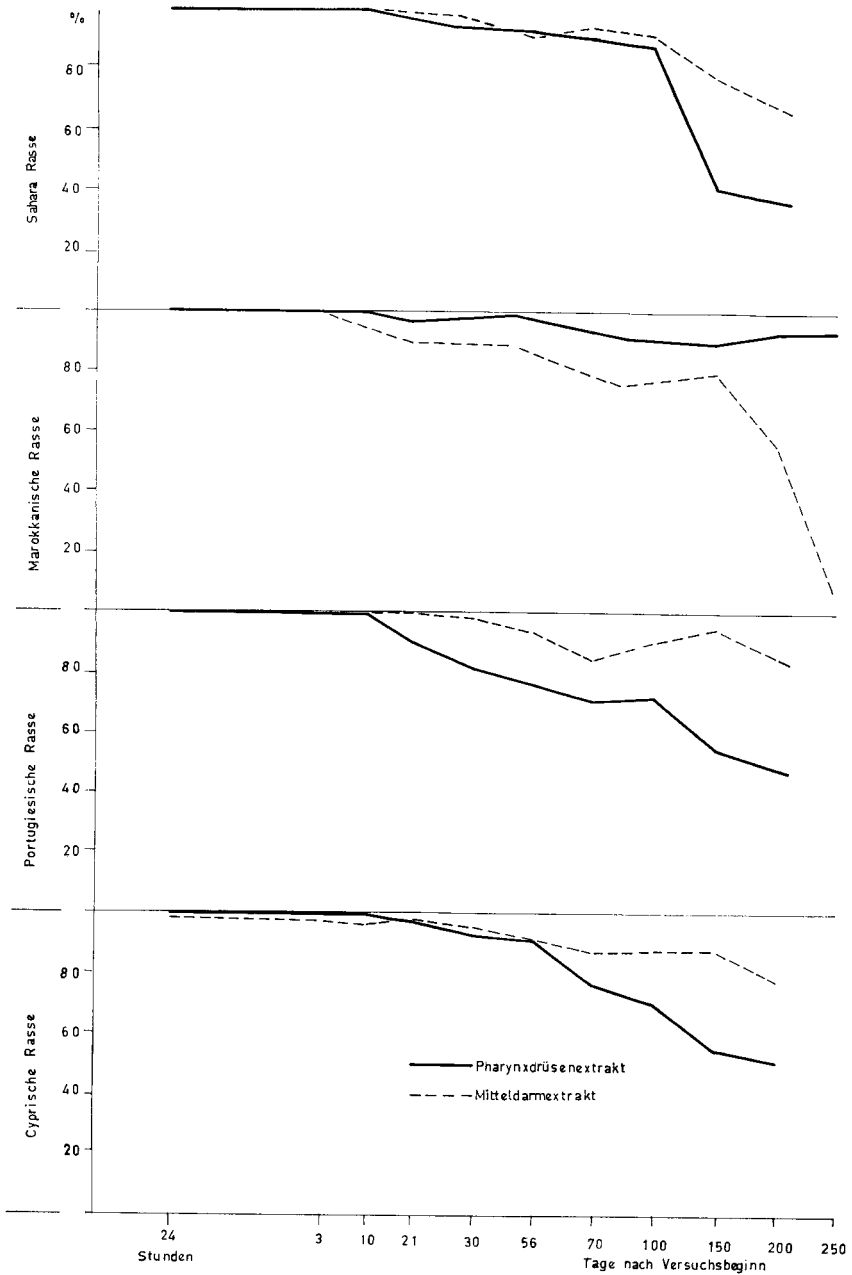


ABB. 5. — Verlauf der Melezitose-Hydrolyse, unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme

FIG. 5. — Déroulement de l'hydrolyse du mélézitose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races

TABELLE 4

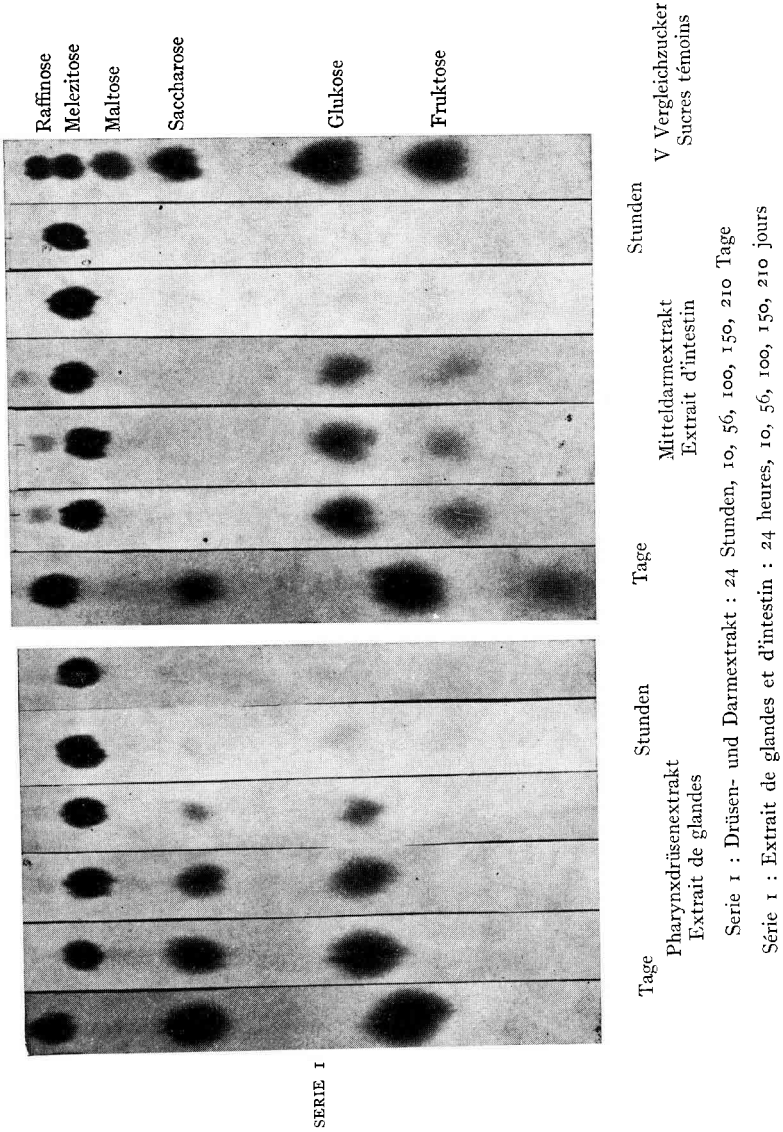
*Verlauf der Melezitose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen
und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme*

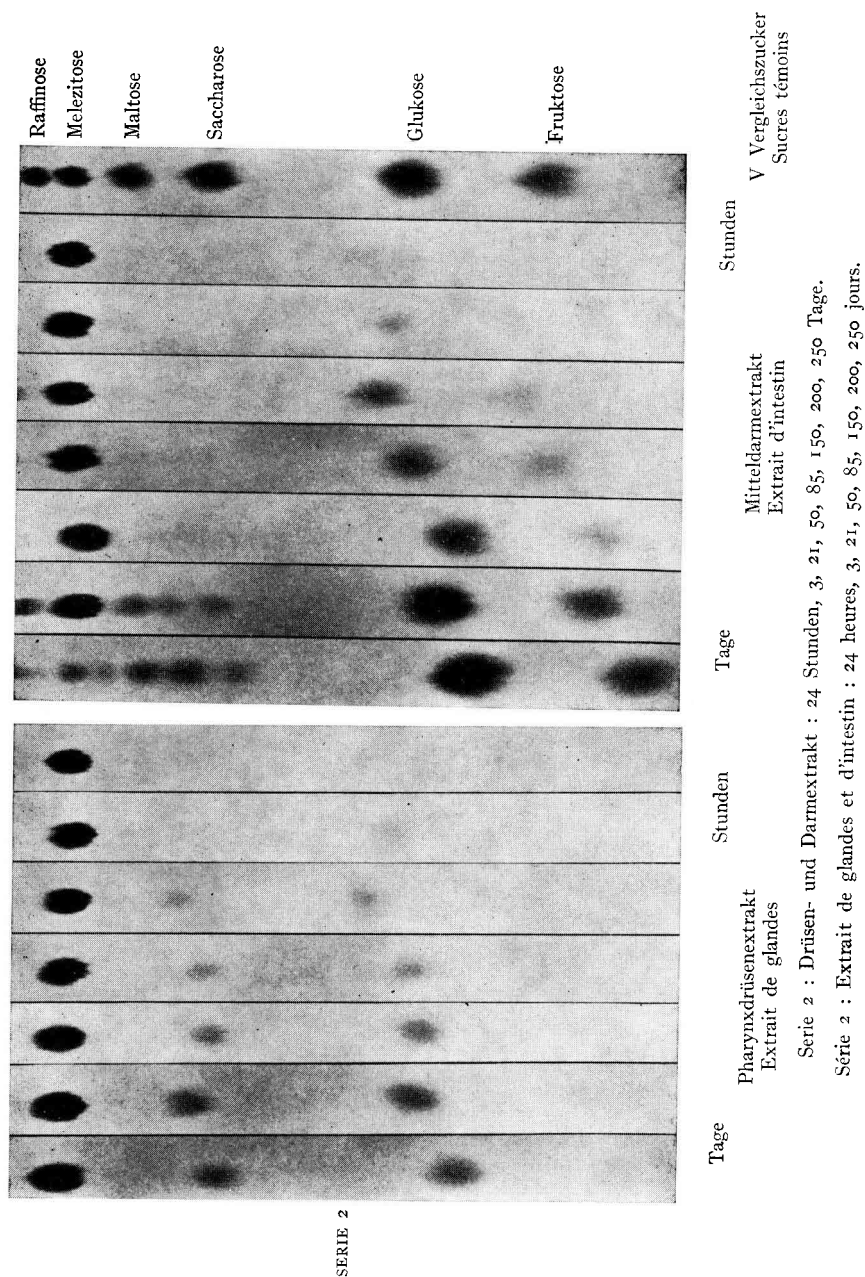
TABLEAU 4

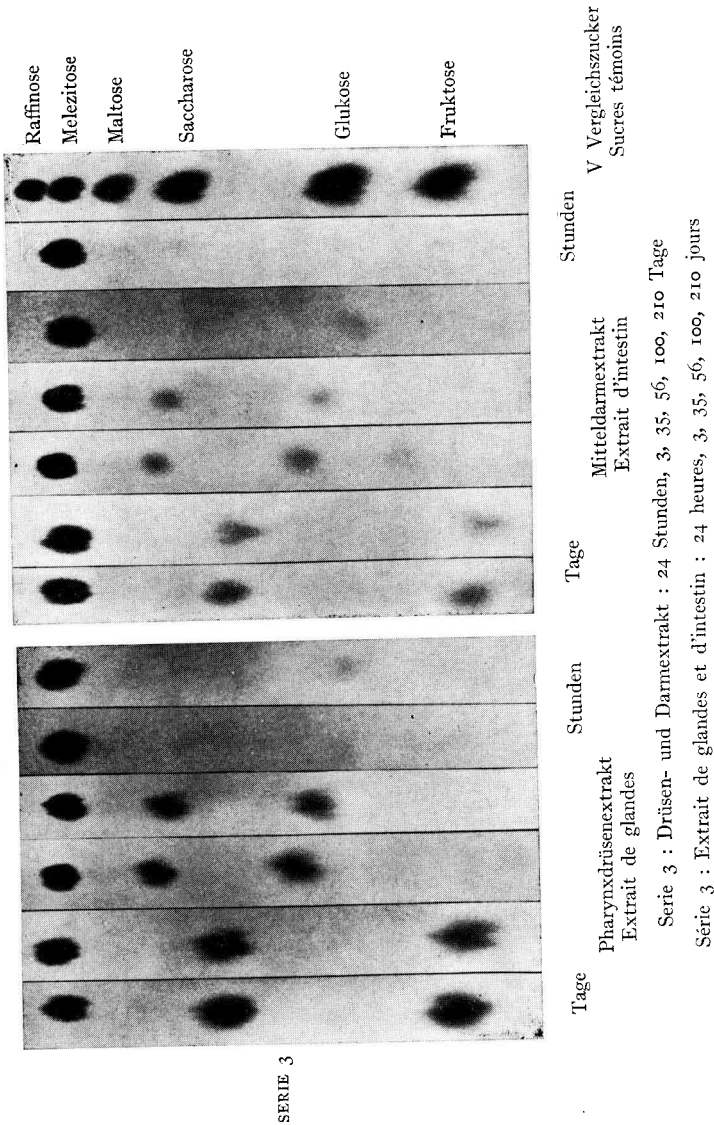
*Déroulement de l'hydrolyse du mélezitose sous l'action des extraits de glandes pharyngiennes
et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races*

Bienenstamm	Zeit nach Versuchs- beginn	Pharynxdrüsenextrakt				Mitteldarmextrakt						Verhältnis Fructose/Glukose	
		Zuckerarten in %				Zuckerarten in %							
		Fruk- tose	Glukose	Tura- nose	Melezitose	Fructose	Glukose	Turanose	Maltose- gruppe	Melezitose	Oligo- saccharide		
Serie 1 Sahara Rasse	24 Stunden												
	3 Tage												
	10 —				100					100			
	30 —		2,1	3,0	94,9		2,5			97,5			0,39
	56 —		1,8	4,4	93,8	2,4	6,1			91,5		0,9	0,53
	70 —	0,4	2,5	5,1	92,0	1,6	3,0			94,5		1,5	0,93
	100 —		4,1	7,4	88,5	2,7	2,9			92,9		3,4	0,58
	150 —		24,0	34,5	41,5	6,5	11,2			78,9		1,6	0,16
	210 —		28,0	34,8	37,2	2,6	16,6	13,0		66,2			

[illegible]







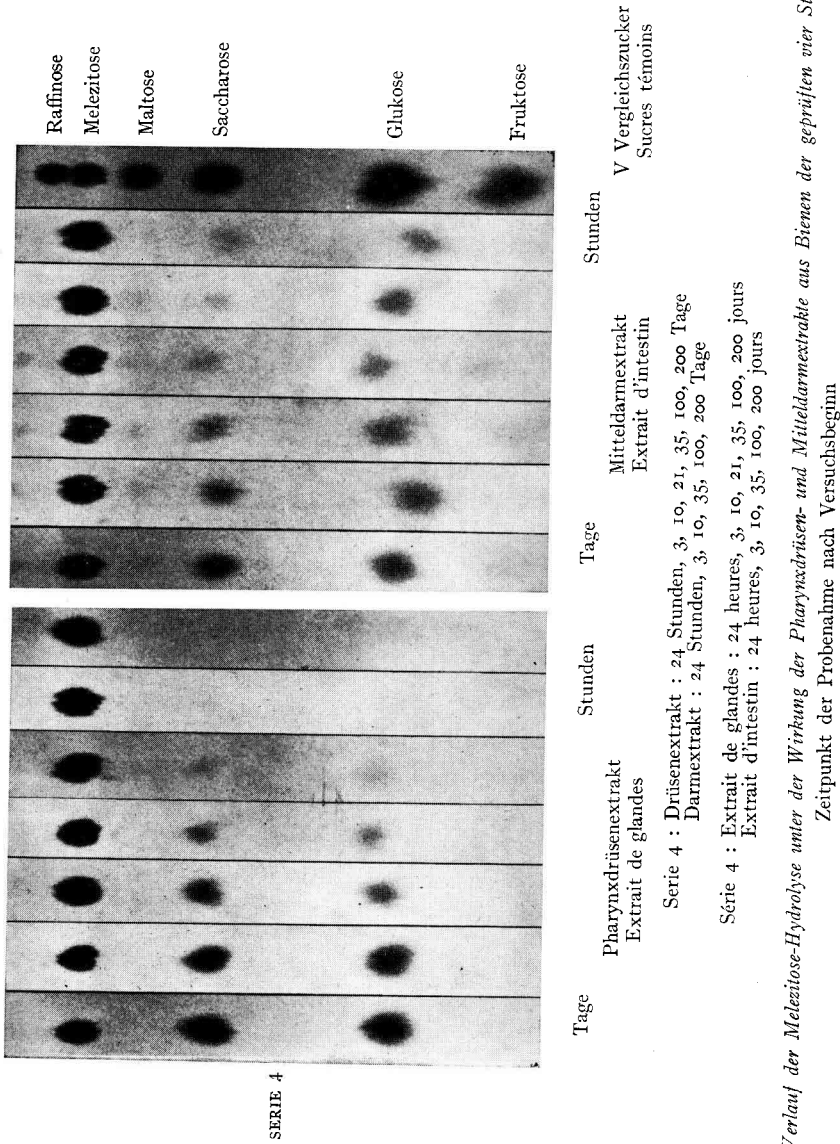


ABB. 6. — Verlauf der Melezitose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme.

FIG. 6. — Déroulement de l'hydrolyse du mélezitose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races.

TABELLE 5

Verlauf der Raffinose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme

TABLEAU 5

Déroulement de l'hydrolyse du raffinose sous l'action des extraits de glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races

Bienenstamm	Zeit nach Versuchsbeginn	Pharynxdrüsenextrakt				Mitteldarmextrakt			
		Zuckerarten in %				Zuckerarten in %			
		Fruktose	Meliobiose	Raffinose	Oligosaccharide	Fruktose	Meliobiose	Raffinose	Oligosaccharide
Serie 1 Sahara Rasse	24 Stunden			100				100	
	3 Tage			100				100	
	10 —		2,0	98,0				100	
	30 —	6,5	14,8	78,7			1,6	98,4	
	56 —	11,6	38,1	50,3		9,2	14,5	73,8	2,5
	70 —	18,7	38,1	43,2		11,6	24,9	61,4	2,1
	100 —	25,6	54,0	20,4		20,9	46,4	32,7	
	150 —	26,0	59,0	15,0		25,8	47,9	26,3	
	210 —	24,0	65,5	10,5		23,5	59,9	16,6	
Serie 2 Marokkanische Rasse	24 Stunden			100				100	
	3 Tage			100				100	
	10 —			100				100	
	21 —			100				100	
	50 —		4,0	96,0			5,3	94,7	
	150 —	3,4	11,8	84,8		9,2	67,5	22,5	0,8
	200 —	7,2	22,5	67,5	2,8	20,4	58,0	20,1	1,5
	250 —	18,5	37,6	43,2	0,7	35,2	54,6	7,8	2,4
Serie 3 Portugiesische Rasse	24 Stunden			100				100	
	3 Tage			100				100	
	10 —			100				100	
	21 —		4,7	95,3			5,2	94,8	
	35 —	7,3	13,6	76,9	2,2	5,5	9,5	85,0	
	56 —	5,0	12,7	78,9	3,4	8,6	10,9	80,5	
	80 —	19,1	31,7	42,4	6,8	11,6	34,6	53,8	
	100 —	19,7	52,4	23,1	4,8	15,4	32,9	49,0	2,7
	150 —	37,2	50,8	8,7	3,3	27,9	42,2	26,1	3,8
	210 —	36,8	63,2			25,0	63,1	9,1	2,8
Serie 4 Cyprische Rasse	24 Stunden			100				100	
	3 Tage			100				100	
	10 —			100			4,6	95,4	
	21 —			100			8,2	91,8	
	35 —		4,0	96,0		2,1	6,5	91,4	
	56 —		4,8	95,2		2,9	7,2	89,9	
	70 —	6,3	13,7	80,0		8,6	14,0	77,4	
	100 —	8,1	15,1	76,8		10,8	14,8	72,9	1,5
	150 —	15,1	84,9			10,5	39,4	45,4	4,7
	200 —	10,2	89,8			17,0	63,4	15,9	3,7

und Maltose, und dass Darmextrakte meist eine schnellere Hydrolyse herbeiführen als Drüsenextrakte (MAURIZIO, 1961, 1962 a).

In den vorliegenden Versuchen war der Melezitoseabbau im allgemeinen stark verzögert. In den Lösungen der Pharynxdrüsenextrakte beginnt er frühestens nach 21 Tagen. In den beiden Serien der *Intermissa* Rasse liegt der Anteil unabgebauter Melezitose nach 70-100 Tagen bei 9 p. 100, in den Serien mit cyprischen und portugiesischen Bienen bei 70 p. 100. Erst in den letzten Probenahmen (nach 150 und 200 Tagen) sinkt er auf 37-50 p. 100. Besonders schwach war der Abbau in Serie 2 (marokkanische Bienen), in welcher der Melezitoseanteil noch nach 250 Tagen über 90 p. 100 des Gesamtzuckers betrug (Tab. 4, Abb. 5).

Ebenso langsam verlief die Melezitose-Hydrolyse durch die Mitteldarmextrakte. In drei Serien (1, 3 und 4) liegt der Anteil unabgebauter Melezitose nach 100 Tagen noch bei 80 p. 100; nur in Serie 2 (portugiesische Bienen) ist er zu diesem Zeitpunkt auf 80 p. 100 abgesunken (Tab. 4, Abb. 5). Erst in den letzten Probenahmen (nach 150-200 Tagen) setzt ein etwas stärkerer Abbau ein, wonach der Melezitosegehalt auf 55-80 p. 100 sinkt. Zu einer fast völligen Aufspaltung der vorgelegten Melezitose kommt es nach 250 Tagen in der Serie der marokkanischen Bienen.

Das Spektrum der während der Melezitose-Hydrolyse gebildeten Abbauprodukte entspricht mit kleinen Abweichungen früheren Befunden. In den Serien mit Pharynxdrüsenextrakten, erscheint neben Glukose (und seltener auch Fruktose), stets Turanose in Mengen bis zu 34 p. 100 des Gesamtzuckers. Unter der Wirkung der Mitteldarmextrakte wird ausser Glukose oft Fruktose in messbaren Mengen gebildet (Serien 1 und 2 bis zu 3, resp. 27 p. 100); häufig erscheinen Oligosaccharide (Serie 1 und 2, 3-6 p. 100) und gelegentlich Zucker der Maltosegruppe (Serie 2 bis 23 p. 100, Tab. 4, Abb. 6). Die vorliegenden Befunde unterscheiden sich von früheren durch das Auftreten messbarer Turanoseflecke in den Chromatogrammen der Mitteldarmextrakte (bis zu 13 p. 100, Tab. 4, Abb. 6). Dieser auf der Höhe der Saccharose lokalisierte Zucker wurde bisher, als charakteristisches Zwischenprodukt der Melezitosehydrolyse fast ausschliesslich in Versuchen mit Drüsenextrakten beobachtet.

Das Verhältnis der Hexosen lag, soweit beide Zucker vorkamen, wie in früheren Versuchen unter oder knapp über 1,0, d.h. es entstand in der Regel mehr Glukose als Fruktose.

Die Raffinose-Hydrolyse setzt bei den Pharynxdrüsenextrakten frühestens nach 10 Tagen (Sahara Bienen), spätestens nach 50 Tagen (marokkanische Bienen) ein. Im weiteren Verlauf sind gewisse Unterschiede zwischen den einzelnen Stämmen zu finden. So beginnt z.B. die Hydrolyse in den Serien mit cyprischen und portugiesischen Bienen zwar ziemlich spät (am 21. resp. 35. Versuchstag), führt aber zum völligen Abbau der vorgelegten Raffinose und einer Anreicherung von Melibiose (Tab. 5, Abb. 7, 8). Die schwächste Aktivität gegenüber Raffinose zeigt der Extrakt 2 (marokkanische Bienen), eine etwas stärkere der Extrakt 1 (Sahara Bienen). Bei beiden blieben bis zuletzt Reste unabgebauter Raffinose erhalten (10 resp. 67 p. 100, Tab. 5).

Bei den Darmextrakten beginnt die Hydrolyse ungefähr zum gleichen Zeitpunkt (nach 10-21, spätestens nach 50 Tagen). Sie führt jedoch in keiner der Serien zum völligen Abbau des vorgelegten Zuckers (bei Versuchsabschluss 8-16 p. 100 unabgebauter Raffinose, Tab. 5, Abb. 7). Zwischen den verschiedenen Bienenstämmen sind keine nennenswerten Unterschiede im zeitlichen Hydrolyseablauf festzustellen.

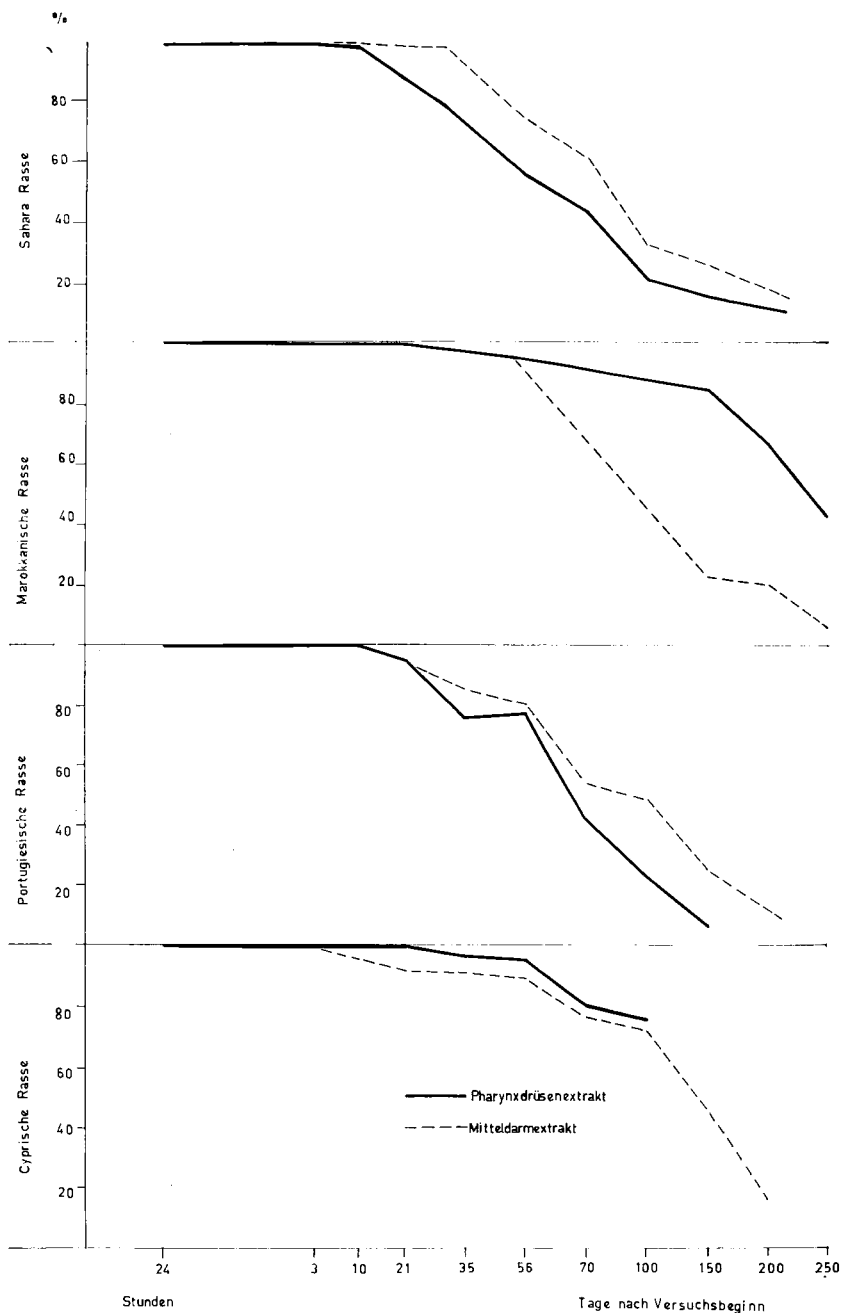
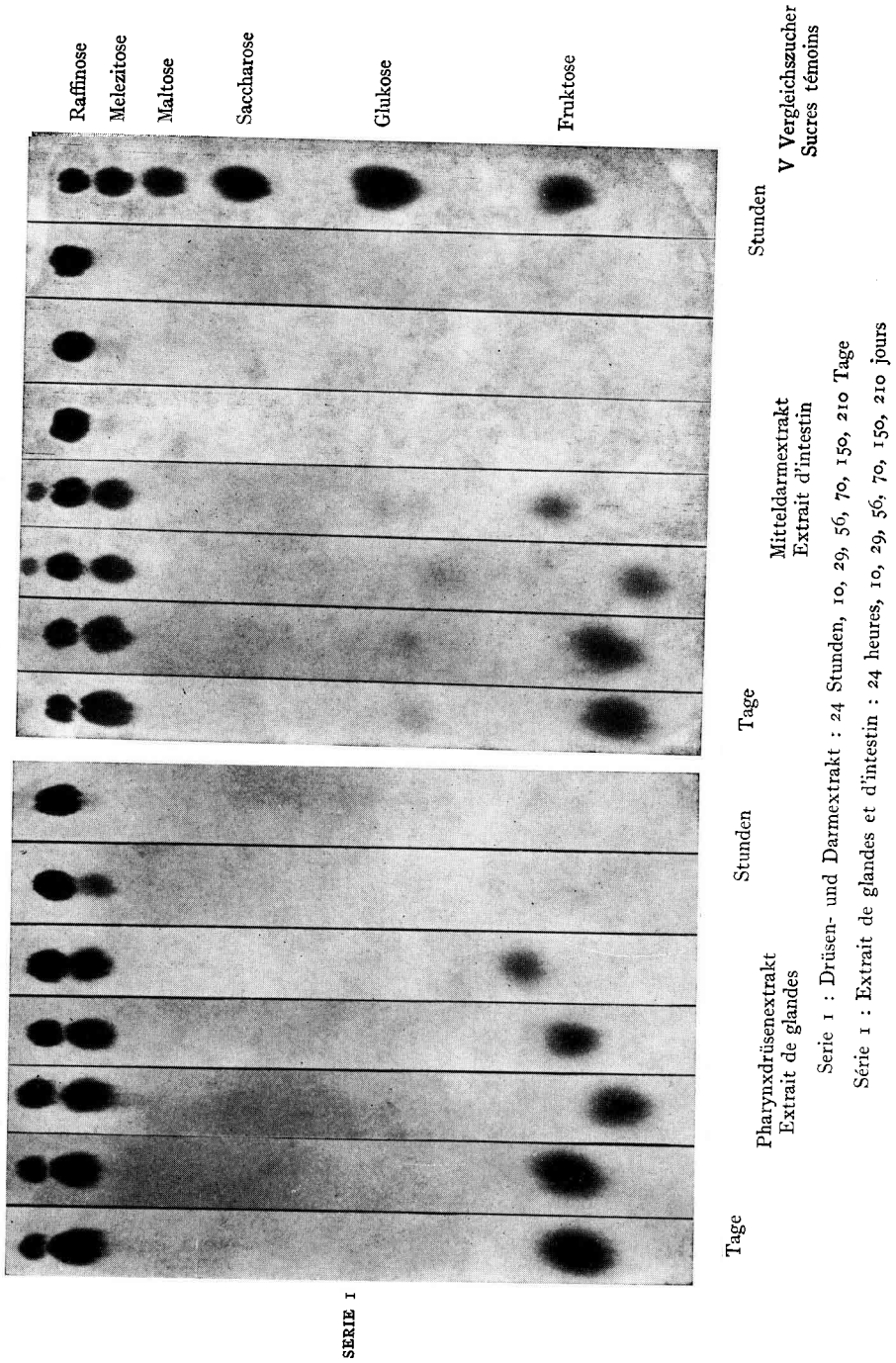
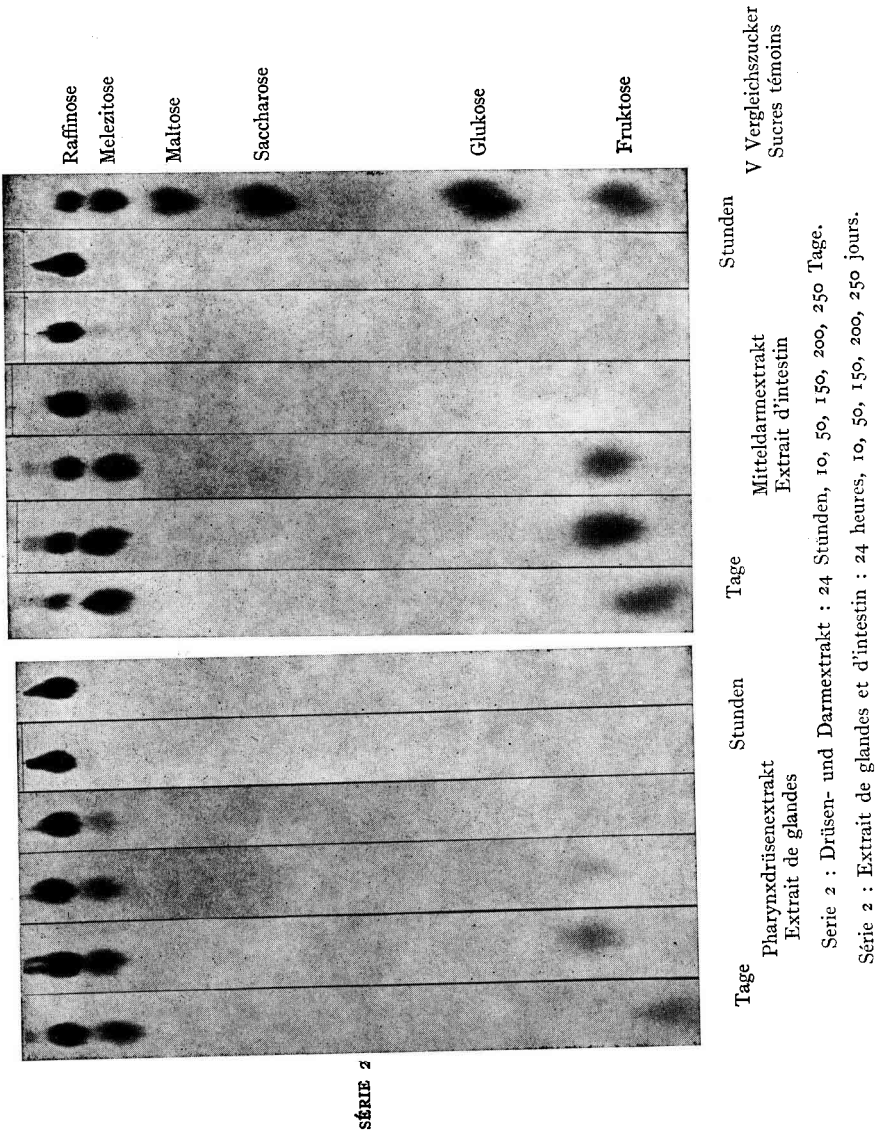
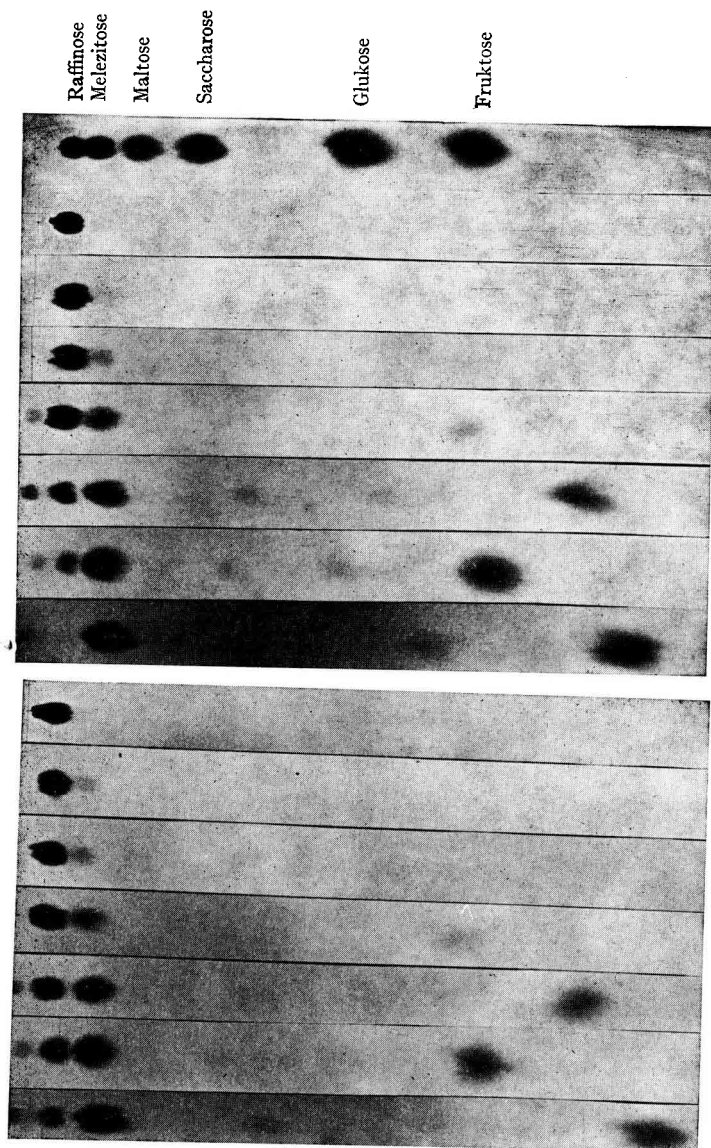


ABB. 7. — Verlauf der Raffinose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme

FIG. 7. — Dérroulement de l'hydrolyse du raffinose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races







SÉRIE 3

Tag
 Pharynxdrüsenextrakt
 Extrait de glandes
 Stunden
 Tage
 Mitteldarmextrakt
 Extrait d'intestin
 Stunden
 Tage
 V Vergleichszucker
 Sucres témoins
 Série 3 : Drüsen- und Darmextrakt : 24 Stunden, 10, 21, 35, 100, 150, 210 Tage.
 Série 3 : Extrait de glandes et d'intestin : 24 heures, 10, 21, 35, 100, 150, 210 jours.

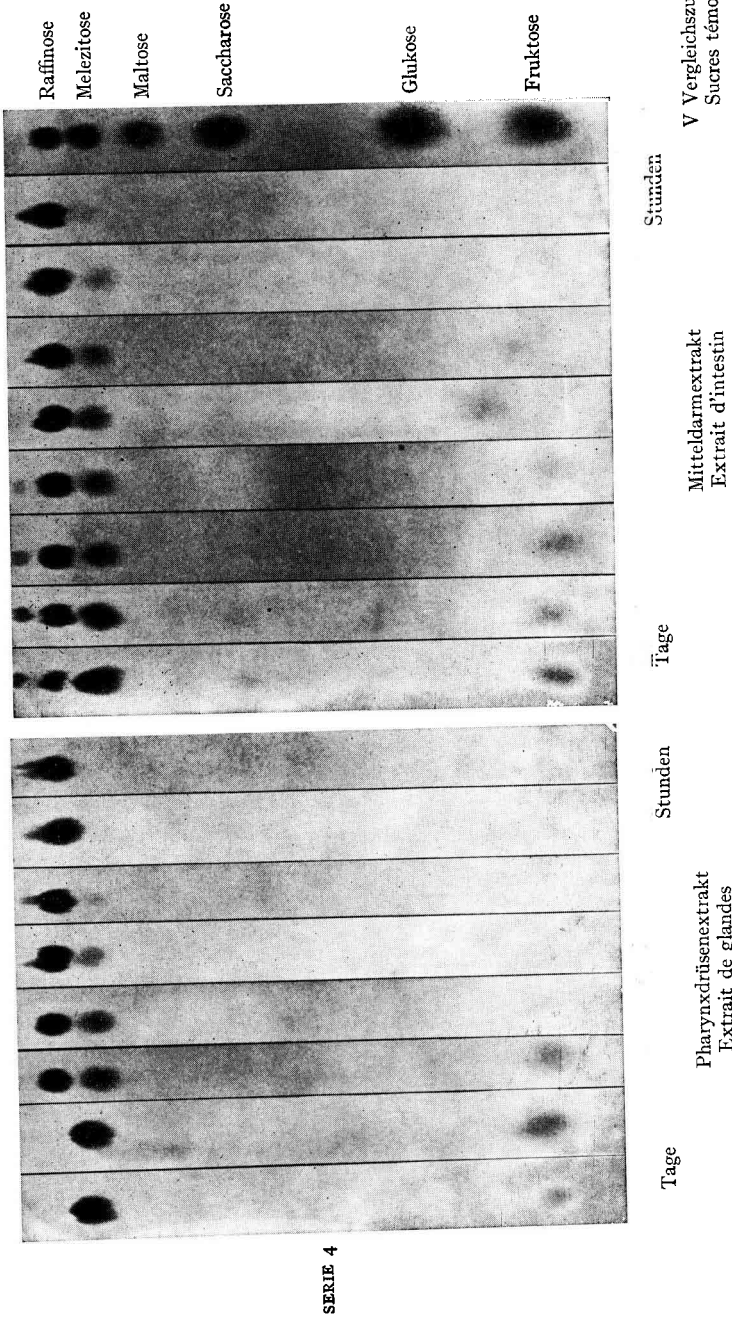


ABB. 8. — Verlauf der Raffinose-Hydrolyse unter der Wirkung der Pharynxdrüsen- und Mitteldarmextrakte aus Bienen der geprüften vier Stämme
Zeitpunkt der Probenahme nach Versuchsbeginn

FIG. 8. — Déroulement de l'hydrolyse du raffinose sous l'action des extraits des glandes pharyngiennes et d'intestin moyen d'abeilles de 4 lignées de différentes races.
Moment de prise d'échantillons après le début de l'expérience

Das Spektrum der Hydrolyseprodukte entspricht früheren Beobachtungen und lässt keine Unterschiede zwischen den einzelnen Stämmen erkennen. Sowohl in den Drüsen- wie in den Darmextrakt-Serien erscheint als erstes Abbauprodukt Melibiose, als weiteres Fruktose. Gelegentlich treten schwache Flecke von Oligosacchariden in den Chromatogrammen auf; Galaktoseflecke fehlten ganz (Abb. 8).

Die Versuche zeigen, dass die Aktivitätsunterschiede, die in den Saccharose- und Maltose-Serien zwischen den Extrakten aus Sahara Bienen und den drei übrigen Stämmen deutlich hervortraten, bei Raffinose schwach angedeutet sind, bei Melezitose fast gänzlich fehlen. Die gleiche Erscheinung wurde schon in früheren Versuchen beobachtet (MAURIZIO, 1962 a). Möglicherweise hängt sie mit der allgemein schwächeren Affinität der Bienenfermente gegenüber Melezitose und Raffinose zusammen.

ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die vorliegende Mitteilung bildet eine Fortsetzung früherer Untersuchungen über die Wirkung der invertierenden Fermente von Bienen verschiedener Rassen (MAURIZIO, 1962 a). Untersucht wurde, mit Hilfe der quantitativen Papierchromatographie das Hydrolysevermögen von Extrakten aus Pharynxdrüsen und Mitteldarm von Sommerbienen gegenüber Saccharose, Maltose, Melezitose und Raffinose. Die Extrakte wurden aus ca. 3 Wochen alten im freifliegenden Volk lebenden Bienen folgender Rassen gewonnen:

1. Sahara Rasse (*Apis mellifica intermissa*, gelbe Sahara-Varietät).
2. Marokkanische Rasse (*Apis mellifica intermissa* BUTT.-REEP.).
3. Portugiesische Rasse (*Apis mellifica iberica* GOETZE).
4. Cyprische Rasse (*Apis mellifica cypria* POLLM.).

Verfolgt wurde der zeitliche Ablauf der Hydrolyse und das Spektrum der Abbauprodukte. In der nachfolgenden Diskussion werden neben den neuen, auch die Ergebnisse früherer Untersuchungen einbezogen (MAURIZIO, 1957, 1961, 1962 a, b, 1965).

1. Die invertierenden Fermente in Pharynxdrüsen und Mitteldarm der Honigbiene besitzen eine unterschiedliche Affinität gegenüber den geprüften Zuckerarten. Saccharose und Maltose werden im allgemeinen vom Drüsenferment, Melezitose und Raffinose vom Darmferment, stärker angegriffen.

2. Die beiden Fermente bilden während der Hydrolyse unterschiedliche und charakteristische Abbauprodukte. Im allgemeinen ist das Spektrum der Hydrolyse bei Mitteldarmextrakten reichhaltiger als bei Pharynxdrüsenextrakten.

3. Bei Bienen verschiedener Rassen sind gewisse Unterschiede der Fermentaktivität festzustellen. Sie beziehen sich vor allem auf den zeitlichen Ablauf der Hydrolyse und das dadurch bedingte Auftreten und Verschwinden der Abbauprodukte, nicht aber auf das Zuckerspektrum selbst. Besonders deutlich treten die Unterschiede in der Saccharosespaltung durch Pharynxdrüsenextrakte hervor, bis zu einem gewissen Grade sind sie auch bei den Mitteldarmextrakten zu beobachten.

4. Unter den bisher untersuchten 10 Stämmen von 8 Bienenrassen lassen sich in Bezug auf die Fermentaktivität zwei Gruppen unterscheiden. Als fermentphysio-

logisch annähernd gleichwertig können Bienen der *Nigra*, *Carnica*, *Ligustica*, *Cypria* und *Iberica* Rasse betrachtet werden, sowie einzelne Stämme der *Caucasica* und *Intermissa* Rasse. Als schwächer aktiv erwiesen sich Extrakte aus Bienen der *Cecropia* Rasse, der Sahara Varietät der *Intermissa* Rasse und eines Stammes der *Caucasica* Rasse.

5. Die Beobachtung wonach zwischen einzelnen Stämmen der gleichen Rasse fermentphysiologische Unterschiede bestehen, wie z.B. zwischen zwei Stämmen kaukasischer Bienen verschiedener geographischer Herkunft (MAURIZIO, 1962 a), den beiden Stämmen von *Apis mellifica intermissa* (marokkanische und Sahara Varietät) und den von GONTARSKI (1953) und mir untersuchten Bienen der portugiesischen Rasse, lässt vermuten, dass innerhalb der morphologisch umschriebenen Bienenrassen physiologisch unterschiedliche Stämme vorhanden sein müssen. Ob sich die Unterschiede auf die invertierenden Fermente beschränken oder auch andere physiologische Funktionen umfassen, und wie sie sich auf den Fermentgehalt des Honigs auswirken, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Reçu pour publication en mai 1965

RÉSUMÉ

HYDROLYSE DE SUCRES SOUS L'ACTION DE L'INVERTASE DES GLANDES PHARYNGIENNES
ET DE L'INTESTIN MOYEN DE L'ABEILLE « *APIS MELLIFICA* L. »

7. ABEILLES D'ÉTÉ DE QUATRE LIGNÉES DES RACES SAHARIENNE, MAROCAINE,
PORTUGAISE ET CYPRIOTE

Le présent article expose la suite des recherches déjà effectuées sur l'action des invertases chez les abeilles de races différentes (MAURIZIO 1962 a). L'auteur étudie, au moyen de la chromatographie quantitative sur papier, le pouvoir hydrolysant d'extraits des glandes pharyngiennes et de l'intestin des abeilles d'été en présence de Saccharose, Maltose, Mélézitose et Raffinose. Les extraits ont été obtenus à partir d'abeilles âgées de 3 semaines environ, volant librement dans une colonie et appartenant aux races suivantes :

1. Race saharienne (*A. m. intermissa*, variété jaune du Sahara)
2. Race marocaine (*A. m. intermissa* BUTT. —REEP.)
3. Race portugaise (*A. m. iberica* GOETZE)
4. Race cypriote (*A. m. cypria* POLLM.)

Le déroulement de l'hydrolyse a été étudié ainsi que le spectre des produits de dégradation. Dans la discussion qui suit on a inclu, à côté des nouveaux résultats, ceux des expériences antérieures (MAURIZIO, 1957, 1961, 1962 a, b, 1965).

1. Les invertases des glandes pharyngiennes et de l'intestin possèdent une affinité particulière envers les sucres testés. Le Saccharose et le Maltose sont attaqués surtout par les enzymes glandulaires et le Mélézitose et le Raffinose par les enzymes intestinaux.

2. Les deux sortes d'enzymes forment pendant l'hydrolyse des produits de dégradation caractéristiques et distincts. Généralement le spectre de l'hydrolyse est plus riche en présence d'extraits intestinaux que d'extraits glandulaires.

3. On constate chez les diverses races d'abeilles des différences dans l'activité enzymatique. Elles ne concernent pas le spectre des sucres proprement dit, mais surtout le déroulement de l'hydrolyse et, par suite, l'apparition et la disparition des produits de dégradation. Ces différences sont particulièrement nettes au cours de la décomposition du saccharose en présence d'extraits de glandes pharyngiennes, elles se manifestent également dans une certaine mesure en présence d'extraits intestinaux.

4. Parmi les 10 souches des 8 races d'abeilles étudiées jusqu'à présent, on distingue 2 groupes que différencie l'activité enzymatique. Du point de vue de l'activité physiologique des ferments on peut considérer comme étant de valeur à peu près égale les abeilles de race noire, carniolienne, italienne, cypriote et portugaise, ainsi que certaines souches d'*A. m. caucasica* et d'*A. m. intermissa*. Les extraits d'*A. m. cecropia*, *A. m. intermissa* (variété saharienne) et d'une souche d'*A. m. caucasica* sont moins actifs.

5. L'observation selon laquelle certaines souches d'une même race présentent des différences de physiologie enzymatique, par exemple 2 souches d'abeilles caucasiennes de provenance géographique différente, les 2 souches d'*A. m. intermissa* (variété marocaine et variété saharienne), les 2 souches d'abeilles de race portugaise testées par GONTARSKI (1953) et par moi-même, laisse supposer qu'à l'intérieur de races d'abeilles morphologiquement définies, il existe encore des souches différenciées physiologiquement. Les recherches restent à poursuivre en vue de déterminer si les différences se limitent aux invertases ou bien si elles englobent d'autres fonctions physiologiques et quel est leur effet sur la teneur en ferments du miel.

SUMMARY

BREAKDOWN OF SUGARS BY INVERTING ENZYMES IN THE PHARYNGEAL GLANDS AND THE MIDGUT OF THE HONEYBEE « APIS MELLIFICA » L.

7. SUMMER BEES OF « APIS MELLIFICA CYPRIA, IBERICA » AND « INTERMISSA »

The present investigation is a continuation of a previous paper on the enzyme activity of bees of different races (MAURIZIO, 1962 a). The hydrolysing effect of inverting enzymes in the pharyngeal glands and the midgut of four lines of *Apis mellifica cypria*, *iberica* and *intermissa*, on sucrose, maltose, melzitose and raffinose was examined by quantitative paper chromatography. The course of hydrolysis and the breakdown products were studied.

The results are contained in tables 2-5, figures 1-8 and the discussion on page 201/202.

LITERATUR

- GONTARSKI H., 1953. Ueber physiologische Unterschiede bei Bienen verschiedener Abstammung. *Z. Bienenforsch.* **2**, 98-108.
- MAURIZIO A., 1954. Pollenernährung und Lebensvorgänge bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). *Annu. agric. Suisse* **68**, 115-182.
- MAURIZIO A., 1957-1965. Zuckerabbau unter der Einwirkung der invertierenden Fermente in Pharynxdrüsen und Mitteldarm der Honigbiene. (*Apis mellifica* L.).
- MAURIZIO A., 1957. 1. Sommerbienen der Krainer- und Nigra-Rasse. *Insectes Sociaux*, **4**, 225-243.
- MAURIZIO A., 1961. 3. Fermentwirkung während der Ueberwinterung bei Bienen der Ligustica-Rasse. *Insectes Sociaux*, **8**, 125-175.
- MAURIZIO A., 1962 a. 4. Sommerbienen der italienischen, kaukasischen und griechischen Rasse. *Insectes Sociaux*, **9**, 39-72.
- MAURIZIO A., 1962 b. 5. Einfluss von Alter und Ernährung der Bienen auf die Fermentaktivität der Pharynxdrüsen. *Ann. Abeille* **5**, 215-232.
- MAURIZIO A., 1965. 6. Einfluss der Futterzusammensetzung auf die Fermentaktivität. *Ann. Abeille* **8**, 113-128.
- SULSER H., 1954. Quantitative Papierchromatographie mit dem photoelektrischen Leukometer. 7. Mitteilung über die Anwendung der Papierchromatographie auf lebensmittelchemische Probleme. *Mitt. Lebensmitt. Unters. u. Hygiene* **45**, 518-527.
- WHITE J. jr., MAHER J., 1953. α -Maltosyl β -D-fructofuranoside, a trisaccharide enzymatically synthesized from sucrose. *J. amer. Chem. Soc.*, **75**, 1259-1260.

Weitere Literatur s. MAURIZIO, 1954, 1961, 1962 b.