

**GASCHROMATOGRAPHISCHE  
UND ENZYMATISCHE UNTERSUCHUNGEN  
DES ZUCKERSPEKTRUMS DES HONIGTAUS  
VON *BUCHNERIA PECTINATAE* (NÖRDL.)**

*Étude du spectre des sucres du miellat  
de Buchneria pectinatae (Nördl.) par chromatographie  
en phase gazeuse et par analyse enzymatique*

Gerhard LIEBIG

*Landesanstalt für Bienenkunde Hohenheim  
Postfach 106, D 7000 Stuttgart 70 (B.R.D.)*

**SUMMARY**

**GAS CHROMATOGRAPHIC AND ENZYMATIC EXAMINATION  
OF HONEYDEW OF THE APHID *BUCHNERIA PECTINATAE* (NÖRDL.)**

In 1977 and 1978 honeydew of *Buchneria pectinatae* which feed on *Abies alba* was collected and its sugar composition was analysed. Sucrose, melezitose and fructose, the major components of honeydew are averaging 60, 20 and 10 % respectively.

Trehalose, maltose and glucose are present in levels less than 5%. Galactose is not found.

The portions of sugars found in honeydew vary within a little range. These variations are neither correlated with changes in the density of aphid populations nor with the of weather or seasonal factors concerning the vegetation.

When the density of population of *B. pectinatae* decreased there is no variation in the composition of sugars.

Honeydew collected by night contains more sucrose and less melezitose than honeydew collected by daylight.

**ZUSAMMENFASSUNG**

Während der Tannentracht 1977 und 1978 wurde an verschiedenen Standorten Honigtau aufgefangen und auf sein Zuckerspektrum analysiert. Saccharose, Melezitose und Fructose machen etwa 90 % der Zucker aus; das Verhältnis von Saccharose zu Melezitose zu Fructose liegt im Durchschnitt bei 6.2:1. Trehalose, Maltose und Glucose treten ebenfalls regelmässig, aber nur in geringen Mengen auf. Galactose

fehlt. Die Schwankungen im Anteil der einzelnen Zucker lassen sich weder in eine Beziehung zum Massenwechsel der Grünen Tannenhoniglaus *Buchneria pectinatae* noch in eine Beziehung zur Witterung noch in eine Beziehung zur Vegetationszeit setzen. Auch während des Zusammenbruchs der Lachnidenpopulation bleibt der Anteil der einzelnen Zucker relativ konstant. Im Honigtau, der nachts aufgefangen wurde, ist der Saccharoseanteil höher und der Melezitoseanteil geringer als im Honigtau, der tagsüber aufgefangen wurde.

## EINLEITUNG

Bisherige Untersuchungen über das Zuckerspektrum des Honigtaus von Lachniden wurden mit papierchromatographischen Methoden durchgeführt, mit denen zwar eine Trennung der Zucker, aber keine genaue quantitative Bestimmung der Zuckermenge möglich war (KLOFT u.a., 1965). Der Honigtau von *B. pectinatae* wurde bisher von DUSPIVA (1953), HARAGSIM (1963) und MAURIZIO (1965) auf sein Zuckerspektrum untersucht. Die Autoren sind dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen.

Das Zuckerspektrum des Honigtaus könnte entscheidend sein für seine Attraktivität für Bienen. In den Beobachtungsberichten wurde wiederholt festgestellt, dass gegen Ende einer Tannentracht zwar noch Honigtau vorhanden war, der aber nicht von den Bienen gesammelt wurde (z.B. KÖGLER, 1972, LAUBER, 1976).

Ziel dieser Untersuchungen war es, das Zuckerspektrum des Honigtaus von *B. pectinatae*, der während der Tannentracht an verschiedenen Standorten und über einen längeren Zeitraum aufgefangen wurde, zu untersuchen. An allen Standorten wurde von April bis Oktober der Massenwechsel von *B. pectinatae* festgestellt (LIEBIG, 1979).

## METHODIK

Der Honigtau wurde mit Aluminiumfolien (ca. 30 × 70 cm) aufgefangen. Die Folien wurden unter markierten Tannen (*Abies alba*) ausgelegt, je nach Lachnidenbesatz 1-4 Stunden lang, tagsüber zwischen 09<sup>00</sup> und 15<sup>00</sup> Uhr, nachts zwischen 22<sup>00</sup> und 02<sup>00</sup> Uhr. Die Tannen in Hohenheim sind etwa 15 Jahre alt, die ausgewählten Tannen in den Tannentrachtgebieten älter als 50 Jahre.

Die Standorte Stahlbühl, Hegeloh, Tannwald und Fasanenhau liegen südlich von Pforzheim, Venne im Kottenforst bei Bonn, Moos im Schwarzwald bei Oppenau und Lein, Forlenbusch und Heumad im Weizheimer Wald bei Kaisersbach.

Die Folien mit dem aufgefangenen Honigtau wurden bis zur Weiterverarbeitung im Trockenschrank bei 50 °C aufbewahrt. Der Honigtau wurde mit aqua dest. abgewaschen (mit ca. 300 ml je Folie). Am Vakuum-Rotationsverdampfer wurde auf etwa 2 ml eingengt, die in ein Reaktionsröhrchen gebracht wurden.

Die weitere Vorbereitung der Proben für die gaschromatographischen Analysen wurde nach der Methode von ZÜRCHER u.a. (1975) durchgeführt. Durch eine Behandlung mit Hydroxylamin entstehen aus den getrockneten Zuckern zunächst die entsprechenden Oxime. Anschliessend wird silyliert und das Gemisch in den Gaschromatographen eingespritzt. Zum Vergleich wurde eine Modellmischung, bestehend aus gleichen Teilen Trockensubstanz von Fructose, Glucose, Saccharose, Trehalose, Maltose, Raffinose und Melezitose getrennt. Aus dem Gaschromatogramm (GC) der Modellmischung mit bekannten Mengen von Zuckern und einem inneren Standard (Phenyl- $\beta$ -D-glucopyranosid) wurden die sogenannten Korrekturfaktoren berechnet (Abb. 1, Tab. 1).

TAB. 1. — Die sogenannten Korrekturfaktoren der Zucker in der Modellmischung.

Mittelwerte von 4 GC mit Standardabweichung s. Aliquote Mengen der verschiedenen Zuckerarten geben unterschiedlich grosse Peakflächen. Mit dem Korrekturfaktor wird dieser Fehler ausgeglichen.

TABL. 1. — Les facteurs de correction des sucres dans le mélange témoin.

Moyenne de 4 chromatogrammes gazeux avec l'écart-type s.

Les quantités aliquotes des différents types de sucre donnent des surfaces de pic de taille diverse. Cette erreur est compensée par le facteur de correction.

Zucker Sucre	Mittelwert Moyenne (m)	Standardabweichung Écart-type (s)
Fructose	0,7601	0,0332
Glucose	0,9015	0,0557
Innerer Standard	1,0000	
Saccharose	1,0714	0,0373
Trehalose	1,1620	0,0424
Maltose	1,8250	0,2133
Raffinose	1,3948	0,1462
Melezitose	1,4279	0,1277

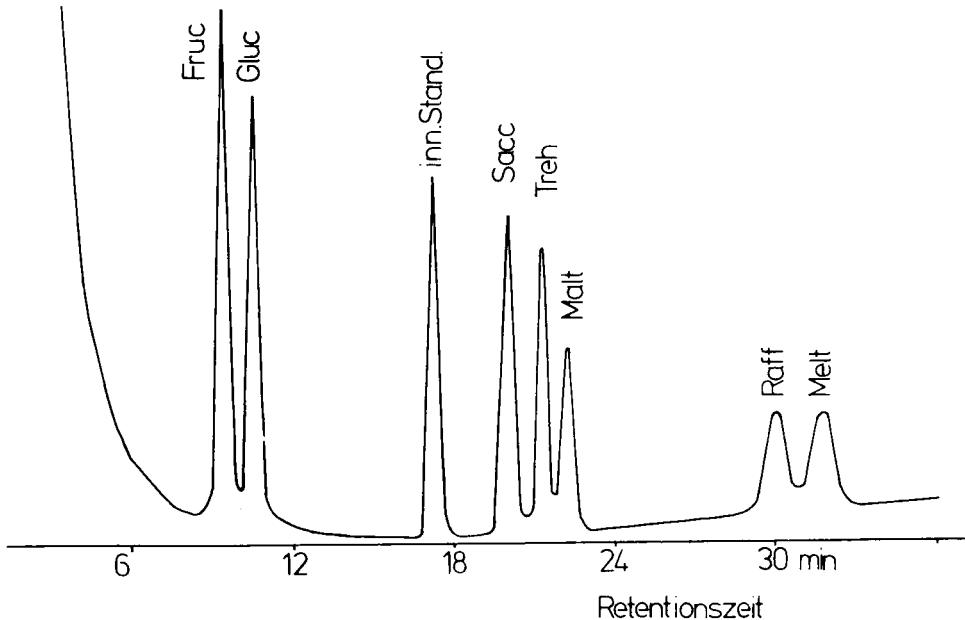


ABB. 1. — Das Gaschromatogramm der Oxim-silylderivate verschiedener Zuckerarten einer Modellmischung.

Abkürzung der Zucker wie in Tab. 2. Die Modellmischung enthielt von jedem Zucker gleiche Gewichtsanteile Trockensubstanz.

FIG. 1. — Chromatogramme gazeux des dérivés silylés des oximes de divers sucres d'un mélange témoin.

Abbréviation des sucres : voir Tabl. 2. Le mélange témoin comportait pour chaque sucre les mêmes proportions en poids de substance sèche.

Gaschromatographische Bedingungen :

Glassäule 6 ft, 1/4" 2 mm i.D., Varaport 30, 3 % OV-17, 80-100 mesh.

Trägergas N<sub>2</sub> = 30 ml/min, H<sub>2</sub> = 30 ml/min, O<sub>2</sub> = 300 ml/min.

Flammenionisationsdetektor (FID).

Temperaturprogramm : 130 °C + 6°/min bis 275 °C.

Injektor- und Detektortemperatur 300 °C.

Von jeder silylierten Lösung wurden 3 Proben hintereinander in den Gaschromatographen eingespritzt. Aus dem GC wurden die Verteilung der Zucker in Flächeneinheiten und anhand der Korrekturfaktoren die relativen Gewichtsanteile berechnet. Von den je 3 Werten einer Lösung wurden die Mittelwerte berechnet. Auf die Berechnung des absoluten Gehaltes (bezogen auf Trockensubstanz Probenmenge) wurde verzichtet.

Einzelne Proben wurden mit Galaktose-Dehydrogenase auf ihren Galaktosegehalt geprüft (Methode bei BERGMAYER, 1970), um eine mögliche Verwechslung von Glucose und Galaktose auszuschließen, da die Oxim-silylderivate von Glucose und Galaktose gaschromatographisch nicht getrennt werden (ZÜRCHER u.a., 1975).

## ERGEBNISSE

Im Honigtau, aufgefangen von Tannen, überwiegen mengenmässig drei Zucker, Saccharose, Melezitose und Fructose. Weiterhin sind regelmässig Glucose, Trehalose

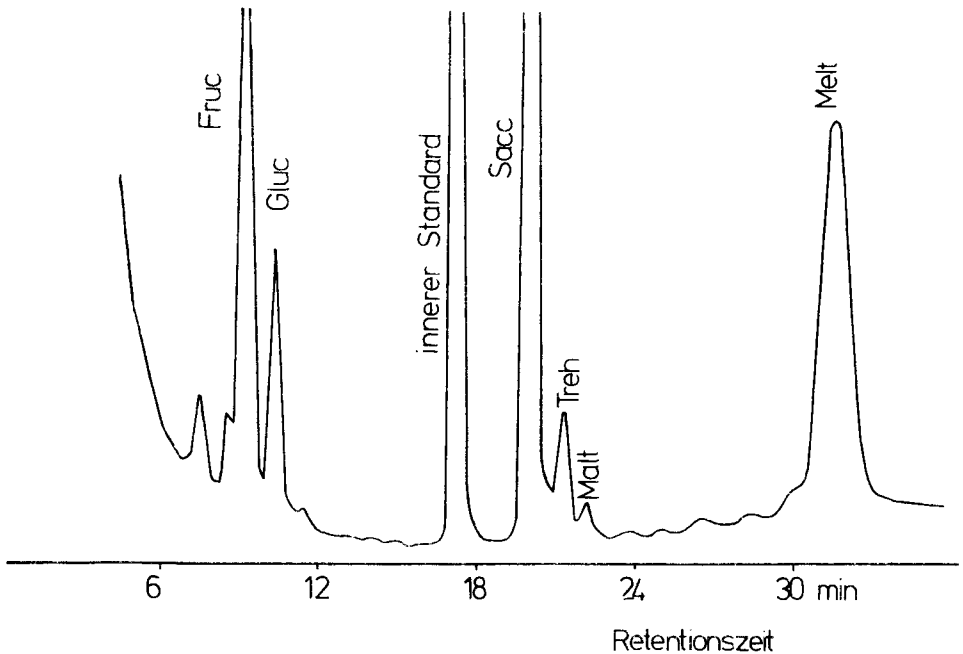


ABB. 2. -- Das Gaschromatogramm des Honigtaus, gesammelt am 29-7-1978 unter Tannen des Standortes Venne.

Abkürzungen der Zucker wie in Tab. 2.

FIG. 2. -- Chromatogramme gazeux du miellat récolté le 29-7-1978 sous les sapins à Venne.

Abréviations des sucres : voir Taul. 2.

und Maltose zu finden (Abb. 2). Im GC des Honigtaus treten bei den Monosacchariden noch andere, nicht identifizierte Peaks auf, die aber in der Regel kleiner als der Glucosepeak sind. Vor dem Melezitosepeak sitzt eine Schulter an, die in einzelnen GC bis zu einem Viertel der Höhe des Melezitosepeaks anwachsen kann. Bei diesem Zucker handelt es sich nicht um Raffinose (vgl. Abb. 1 mit Abb. 2), deren Retentionszeit etwas kürzer ist. Es ist allerdings möglich, dass geringe Mengen Raffinose durch diesen unbekanntem Zucker überdeckt werden. Glucose und Galaktose haben dieselbe Retentionszeit (ZÜRCHER u.a., 1975). Einzelne Proben mit relativ hohem Glucoseanteil (z.B. Hohenheim 28.6.1978) wurden enzymatisch auf Galaktose geprüft. In keiner Probe konnte Galaktose festgestellt werden.

Die Auswertung der GC beschränkte sich auf die Berechnung der relativen Gewichtsanteile der regelmässig auftretenden Zucker Fructose, Glucose, Saccharose, Trehalose, Maltose und Melezitose (Tab. 2, 3 und 4). Der Anteil der Zucker im Honigtau von Hohenheim wurde ausserdem in Mol umgerechnet (Tab. 5).

TAB. 2. — Die relativen Gewichtsanteile von Fructose (Fruc), Glucose (Gluc), Saccharose (Sacc), Trehalose (Treh), Maltose (Malt) und Melezitose (Melt) im Honigtau von *B. pectinatae*, aufgefangen 1977 unter 15-jährigen Tannen in Hohenheim. Summe der Gewichtsanteile = 100. Mittelwerte  $\bar{m}$  mit Standardabweichung  $s$ .

TABL. 2. — Proportions relatives en poids du fructose (Fruc), du glucose (Gluc), du saccharose (Sacc), du tréhalose (Treh), du maltose (Malt) et du mélézitose (Melt) dans le miellat de *B. pectinatae*, récolté en 1977 sous des sapins de 15 ans à Hohenheim. Somme des poids = 100. Moyenne  $\bar{m}$  et écart-type  $s$ .

Datum Date	Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt
17-5	16,6	3,0	67,5	2,5	1,8	8,5
24-5	13,4	3,3	65,3	2,4	2,7	13,0
31-5	14,5	7,0	52,0	6,9	4,0	15,7
14-6	14,5	3,5	56,3	4,4	2,9	18,5
20-6	10,5	1,8	64,2	4,9	2,9	15,9
27-6	11,4	1,2	64,6	5,1	2,4	15,3
4-7	9,7	1,0	65,4	5,0	2,0	17,1
13-7	16,6	6,8	52,8	5,1	3,1	15,8
$\bar{m}$	13,4	3,5	61,0	4,5	2,7	15,0
$\pm s$	2,6	2,3	6,3	1,5	0,7	3,0

Hohenheim: In Hohenheim wurde 1977 und 1978 Honigtau aufgefangen und analysiert. 1977 wurde der Honigtau von Baum 1 und Baum 3 in einer Probe, 1978 getrennt untersucht (Tab. 2 und 3). 1977 schwankte der Saccharoseanteil um 61 %, der Melezitoseanteil um 15 % und der Fructoseanteil um 13 %. Glucose, Trehalose und Maltose machen zusammen etwa 11 % aus. 1978 waren im Honigtau, der tagsüber aufgefangen wurde, mehr Melezitose (23,4 %) und weniger Fructose (7,6 %) und Glucose als 1977. Der Honigtau, der nachts aufgefangen wurde, enthielt im

Durchschnitt weniger Melezitose (18,8 %) und mehr Saccharose (67,9 %) als der Honigtau, der tagsüber aufgefangen wurde.

Zwischen den Honigtauproben, die zur gleichen Zeit unter den Bäumen 1 und 3 aufgefangen wurden, gab es z.T. beträchtliche Unterschiede (28-6, 20-7, 31-7 nachts). In der Regel waren dabei im Honigtau von Baum 3 der Saccharoseanteil geringer und der Melezitoseanteil grösser als im Honigtau von Baum 1.

TAB. 3. — *Die relativen Gewichtsanteile von 6 Zuckern (wie in Tab. 2) im Honigtau von B. pectinatae, aufgefangen 1978 unter 2 ca. 15-jährigen Tannen in Hohenheim. Summe der Gewichtsanteile = 100.*

TABL. 3. — *Proportions relatives en poids de 6 sucres (abréviations : voir Tabl. 2) dans le miellat de B. pectinatae récolté en 1978 sous 2 sapins d'environ 15 ans. Somme des poids = 100.*

Datum Date	Baum Arbre	Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt
13-6	1	7,1	0,6	65,9	2,8	1,1	22,5
	3	9,6	1,8	60,9	2,9	1,8	23,0
28-6	1	24,4	17,3	35,3	3,1	8,1	11,9
	3	16,3	12,0	44,9	3,6	6,2	17,2
3-7	3	11,3	3,4	63,0	2,3	1,6	18,4
11-7	3	7,3	0,7	60,2	5,9	1,1	24,7
13-7	3	7,9	0,6	64,5	1,6	0,4	25,0
13-7	1	5,8	0,9	70,5	3,4	1,0	18,6
nachts la nuit	3	8,0	0,6	65,0	1,8	0,5	24,2
20-7	1	7,5	2,0	60,0	3,9	3,6	23,0
	3	8,0	1,7	41,6	2,4	5,9	40,4
24-7	1	6,9	1,0	68,1	3,6	1,0	19,3
nachts la nuit	3	8,7	0,7	66,6	2,7	1,2	20,1
25-7	1	5,5	0,4	58,8	6,3	1,2	27,7
	3	8,0	2,0	58,2	6,1	2,7	23,2
31-7	1	6,1	0,6	70,3	3,4	1,2	18,5
nachts la nuit	3	10,5	2,4	59,0	3,5	1,4	23,4
1-8	1	7,3	0,8	65,0	3,9	1,2	21,9
	3	9,3	2,2	58,6	3,2	1,6	25,3
2-8	3	9,3	2,3	58,2	4,3	3,6	22,3
8-8	1	6,8	1,0	63,3	4,8	1,0	23,1
	3	8,1	1,6	60,2	5,6	1,7	22,9
14-8	3	9,9	1,6	63,1	4,1	3,9	17,6
21-8	3	5,8	0,8	66,5	5,1	0,3	21,7
21-8	3	7,8	2,2	73,6	6,7	3,0	7,2
nachts la nuit							
28-8	3	7,2	0,6	71,8	4,8	1,7	13,9

Der Anteil der Zucker wich in den Proben vom 28-6-1978 erheblich vom Durchschnitt ab.

Die Schwankungen im Anteil der einzelnen Zucker lassen sich nicht in Beziehung zum Ablauf der Vegetationszeit setzen.

TAB. 3. — *Fortsetzung*

Mittelwerte m mit Standardabweichung s. n = Anzahl der Proben

TABL. 3. — *Suite*

m = moyenne; s = écart-type; n = nombre d'échantillons

Bezeichnung der Proben Désignation des échantillons		Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt	
Baum 1, tagsüber (ohne 28-6)	n = 5	m	6,8	1,0	62,6	4,3	1,6	23,6
Arbre 1, la journée (28-6 exclu)		s	0,8	0,6	3,1	1,3	1,2	2,3
Baum 1, nachts	n = 3	m	6,3	0,8	69,6	3,5	1,1	18,8
Arbre 1, la nuit		s	0,6	0,2	1,3	0,1	0,1	0,4
Baum 3, tagsüber (ohne 28-6)	n = 12	m	8,5	1,5	60,6	4,0	2,2	23,2
Arbre 3, la journée (28-6 exclu)		s	1,5	0,9	7,2	1,5	1,6	6,4
Baum 3, nachts		m	8,8	1,5	66,1	3,7	1,5	18,7
Arbre 3, la nuit	n = 4	s	1,2	1,0	6,0	2,1	1,1	7,9

TAB. 4. — *Die relativen Gewichtsanteile von 6 Zuckern (wie in Tab. 2) im Honigtau, aufgefangen 1978 in verschiedenen Tannentrachtgebieten.*

Summe der Gewichtsanteile = 100. Mittelwerte m mit Standardabweichung s.

Es wurde immer unter denselben Tannen Honigtau aufgefangen.

TABL. 4. — *Proportions relatives en poids de 6 sucres (abréviations : voir Tabl. 2) dans le miellat récolté en 1978 dans divers régions productrices.*

Somme des poids = 100; m = moyenne et s = écart-type.

Le miellat a été récolté toujours sous les mêmes sapins.

Standort Lieu	Datum Date	Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt
Stahlbühl	26-7	9,4	2,8	58,6	6,9	5,5	16,0
	4-8	7,5	2,2	62,7	3,7	1,3	22,6
	15-8	8,6	2,4	63,1	4,1	3,3	18,6
	24-8	4,2	1,3	76,4	9,4	3,3	5,4
	5-9	16,5	3,7	54,9	3,7	3,1	18,1
	m	9,2	2,5	63,1	5,6	3,3	16,1
	s	4,5	0,9	8,1	2,5	1,5	6,5
	Hegeloh	26-7	10,7	2,8	56,2	4,6	2,6
4-8		10,9	4,2	57,9	4,2	2,0	20,8
15-8		9,1	1,8	59,7	4,9	1,4	23,3
5-9		9,0	4,2	56,3	4,8	1,4	24,4
m		9,9	3,3	57,5	4,6	1,9	22,9
s		1,0	1,2	1,7	0,3	0,6	1,5
Tannwald		26-7	10,0	3,4	59,8	3,6	3,2
	4-8	7,4	0,9	63,4	3,9	0,9	23,5
	15-8	8,1	1,6	62,0	7,8	1,3	19,3
	5-9	9,2	1,2	63,5	5,3	2,5	18,4
	m	8,9	1,8	62,2	5,2	2,0	20,2
	s	1,2	1,1	1,7	1,9	1,1	2,3

Standort Lieu	Datum Date	Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt
Fasanenhau	26-7	8,5	3,2	54,8	6,8	5,8	21,0
	4-8	11,8	7,9	51,2	3,9	3,7	21,2
	15-8	9,0	1,7	59,2	5,2	1,5	23,4
	24-8	7,1	1,5	65,0	5,1	1,8	19,5
	5-9	9,6	3,4	60,0	3,4	4,0	19,8
	m	9,2	3,5	58,0	4,9	3,4	21,0
	s	1,7	2,6	5,3	1,3	1,8	1,5

Standort	Datum	Baum	Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt
Moos	30-7	1, 2, 3	7,4	0,9	58,1	4,8	2,7	26,1
		5	10,1	1,5	54,0	5,1	2,7	26,6
	14-8	1-5	7,7	1,2	65,1	4,0	1,4	20,6
	26-8	1, 2, 3	8,9	2,1	66,0	3,5	2,4	17,2
		5	11,7	2,5	64,8	4,4	2,5	14,4
	m		9,2	1,6	61,6	4,4	2,3	21,0
s		1,8	0,7	5,3	0,6	0,5	5,4	
Venne	29-7	3	10,2	5,2	47,6	3,6	1,5	32,0
		1, 2, 5	9,5	1,2	59,7	4,0	0,9	24,8
	13-8	3	11,7	3,6	45,4	4,2	2,0	33,1
		5	8,7	1,7	57,7	4,7	1,7	25,5
	29-8	1, 2	11,9	2,7	55,0	4,9	1,1	24,5
		1, 2	9,9	1,9	57,4	6,1	2,0	20,0
m		10,3	2,7	53,8	4,6	1,5	26,7	
s		1,3	1,5	5,9	0,9	0,5	5,0	
Lein Forlenbusch Heumad	27-8		9,0	1,7	57,6	3,0	2,4	26,3
			11,9	4,1	57,4	5,3	2,3	19,0
			11,8	2,3	62,1	3,2	1,9	18,9

Tannentrachtgebiete : Die Anteile der einzelnen Zucker schwankten z.T. erheblich (Tab. 4). Der Saccharoseanteil schwankte an allen Standorten um 60 % bis auf die Standorte Hegeloh und Venne, wo er in allen Proben unter 60 % lag. Der Melezitoseanteil lag dagegen an den Standorten Hegeloh und Venne im Durchschnitt höher als an den anderen Standorten. Insgesamt lässt sich das Verhältnis von Saccharose : Melezitose : Fructose mit 6:2:1 beschreiben. Bei Berücksichtigung aller Standorte lassen sich keine Schwankungen in Abhängigkeit zur Zeit erkennen. An den Standorten Venne und Moos, wo der Honigtau von verschiedenen Bäumen getrennt untersucht wurde, treten ebenfalls grosse Unterschiede zwischen Proben auf, die gleichzeitig aufgefangen wurden.

#### DISKUSSION

Der Honigtau wurde unter Tannen aufgefangen. Nach den Ergebnissen der Beobachtungen des Massenwechsels (LIEBIG, 1979) kam als Honigtauerzeuger nur



*Buchneria pectinatae* in Frage. Andere Lachniden wurden nicht oder nur selten gefunden.

DUSPIVA (1953), HARAGSIM (1963) und MAURIZIO (1965) waren bei der papierchromatographischen Analyse des Honigtaus von *B. pectinatae* zu

TAB. 5. — *Der Anteil der Zucker im Honigtau, ausgedrückt in Mol.*

Die Mittelwerte der Tab. 2, 3 und 4 wurden so umgerechnet,  
dass Saccharose jeweils den Wert 100 erreichte.

F : G = das Verhältnis von Fructose zu Glucose; bei der Berechnung wurde  
auch die in den Disacchariden und in Melezitose gebundene  
Fructose bzw. Glucose berücksichtigt.

TABL. 5. — *Proportion des sucres dans le mielat exprimée en mol.*

Les moyennes des Tabl. 2, 3 et 4 ont été converties

de sorte que le saccharose atteigne chaque fois la valeur 100.

F : G = rapport fructose/glucose; lors du calcul on a tenu compte également  
des disaccharides et du fructose ou du glucose liées au mélézitose.

Bezeichnung der Proben Désignation des échantillons	Fruc	Gluc	Sacc	Treh	Malt	Melt	F : G
Mittelwerte 1977, Hohenheim Moyennes 1977	41.8	10.9	100	7.4	4.4	16.7	0.92
Mittelwerte 1978 Moyennes 1978							
Baum 1, tagsüber Arbre 1, la journée	20.6	3.1	100	6.9	2.6	25.6	0.86
nachts la nuit	17.2	2.2	100	5.0	1.6	18.3	0.84
Baum 3, tagsüber Arbre 3, la journée	26.7	4.7	100	6.6	3.6	26.0	0.88
nachts la nuit	25.3	4.3	100	5.6	2.3	19.2	0.87
Stahlbühl	27.7	7.5	100	8.9	5.2	17.3	0.79
Hegeloh	32.7	10.9	100	8.0	3.3	27.0	0.80
Tannwald	27.2	5.5	100	8.4	3.2	22.0	0.81
Fasanenhau	30.2	11.5	100	8.4	5.8	24.6	0.75

unterschiedlichen Ergebnissen gekommen. So fand HARAGSIM keine Fructose, aber neben Glucose, Saccharose, Melezitose und Maltose auch Laktose, Raffinose und Galaktose, wobei er allerdings auf eine Einschätzung der Zuckermengen verzichtete. Nach DUSPIVA bestimmen Fructose und Glucose das Zuckerspektrum des Honigtaus von *B. pectinatae*. Den Ergebnissen der gaschromatographischen Analyse kommt MAURIZIO am nächsten, die Saccharose, Melezitose und Fructose fand, von anderen Zuckern (Glucose, Fructomaltose, Oligosaccharide) nur Spuren feststellte.

Die gaschromatographischen Analysen lassen darauf schließen, dass das Zuckerspektrum des Honigtaus von *B. pectinatae* im Jahresablauf und unabhängig vom Standort relativ konstant ist. Vermutlich wird die Abnahme der Attraktivität des Honigtaus für Bienen, die von Imkern wiederholt gegen Ende der Tannentracht beobachtet wurde, nicht durch Veränderungen im Zuckerspektrum verursacht.

Saccharose, Melezitose und Fructose bestimmen mit einem Anteil von etwa 90 % das Zuckerspektrum, ihr Verhältnis zueinander lässt sich vereinfacht mit 6:2:1 beschreiben. Nur in wenigen Proben gab es erhebliche Abweichungen. Zwischen den Veränderungen im Zuckerspektrum und dem Massenwechsel der *B. pectinatae* gibt es keine eindeutigen Beziehungen. 1977 und 1978 wurde in Hohenheim der Honigtau während der Vermehrungsphase, während der Stagnationsphase und während des Zusammenbruchs der Lachnidenpopulation (LIEBIG, 1979) gesammelt und analysiert. Eine deutliche Veränderung im Zuckerspektrum wurde nur am 28-6-78 festgestellt, in einer Zeit, in der die Lachnidenpopulation innerhalb von 14 Tagen von durchschnittlich 90 Tieren je 0,5 qm Zweigfläche auf 50 Tiere zurückging, was sich aber nicht während des Rückgangs der Populationsdichte Mitte August (von 50 auf 10 Tiere je 0,5 qm) wiederholte und auch nicht während des Zusammenbruchs der Lachnidenpopulationen an den Standorten südlich Pforzheim Ende August/Anfang September festzustellen war. An den Standorten Stahlbühl, Fasanenhau und Hegeloh ging die Populationsdichte vom 15-8-1978 bis zum 5-9-1978 auf etwa die Hälfte zurück, während sie im Tannwald auf das Doppelte anstieg (vgl. LIEBIG, 1979). Zwischen den Honigtauproben, die an einem Standort gleichzeitig von verschiedenen Bäumen aufgefangen wurden (Venne, Moos, Hohenheim), traten z.T. erhebliche Unterschiede im Anteil der einzelnen Zucker auf. Die Witterung scheint demnach – wenn überhaupt – nur einen geringen Einfluss auf das Zuckerspektrum zu haben. Das verdeutlicht auch z.B. der Vergleich der Proben von Baum 3, die am 1-8 und 2-8-78 (vgl. Tab. 3) aufgefangen wurden, mit dem Temperaturverlauf der beiden Tage (Abb. 3). Das Zuckerspektrum blieb nahezu konstant, während Temperatur und Luftfeuchtigkeit am 2-8 im Gegensatz zum 1-8 erheblich schwankten. An beiden Tagen wurde der Honigtau in der Zeit von 11<sup>00</sup> bis 15<sup>00</sup> Uhr aufgefangen.

Der Honigtau, der am 13-7 tagsüber unter Baum 3 aufgefangen wurde, unterschied sich kaum von dem, der am 13-7 nachts gesammelt wurde. Die Temperaturen sanken nachts um etwa 8 °C. Am 25-7 war es von 10<sup>00</sup> bis 12<sup>00</sup> Uhr ebenfalls ca. 8 °C wärmer als am 24-7 von 22<sup>00</sup> bis 24<sup>00</sup> Uhr. Diesmal betrug die Differenz im Saccharoseanteil fast 10 %. Der 21-8 ähnelte im Temperaturverlauf dem 25-7. Dennoch waren die Unterschiede im Zuckerspektrum beträchtlich.

Nach den Ergebnissen von Phloemsaftuntersuchungen an verschiedenen Holzgewächsen (die Tanne wurde noch nicht untersucht) treten im Phloemsaft keine Monosaccharide und keine Melezitose auf. Als Transportzucker herrscht meistens Saccharose vor, ausserdem können Oligosaccharide des Raffinosetyps auftreten (KLUGE, 1970, ZIEGLER, 1975). Das Fehlen von Galaktose, die durch Abbau dieser Zucker entsteht, und die nur geringen Mengen von Raffinose lassen vermuten, dass in der Tanne wie in der Fichte (ZIEGLER und MITTLER, 1959) Saccharose als Transportzucker im Phloemsaft und damit in der Nahrung der Lachniden vorherrscht.

Das Zuckerspektrum des Honigtaus entsteht durch die Enzymaktivitäten im Speichel und im Verdauungstrakt der Lachniden.

Aus Saccharose wird Melezitose durch Transglykosidierung gebildet, wobei gleichzeitig Fructose angereichert wird (2 Mol Sacc  $\rightarrow$  1 Mol Melt + 1 Mol Fruc) (CHEFURKA, 1965). Fructose entsteht auch bei der Spaltung von Saccharose (1 Mol Sacc  $\rightarrow$  1 Mol Fruc + 1 Mol Gluc). Aus Glucose wird Trehalose und Glykogen synthetisiert. Beim Abbau von Glykogen durch Amylasen entsteht Maltose. Berücksichtigt man die molaren Verhältnisse im Honigtau (Tab. 5), dann kommen auf

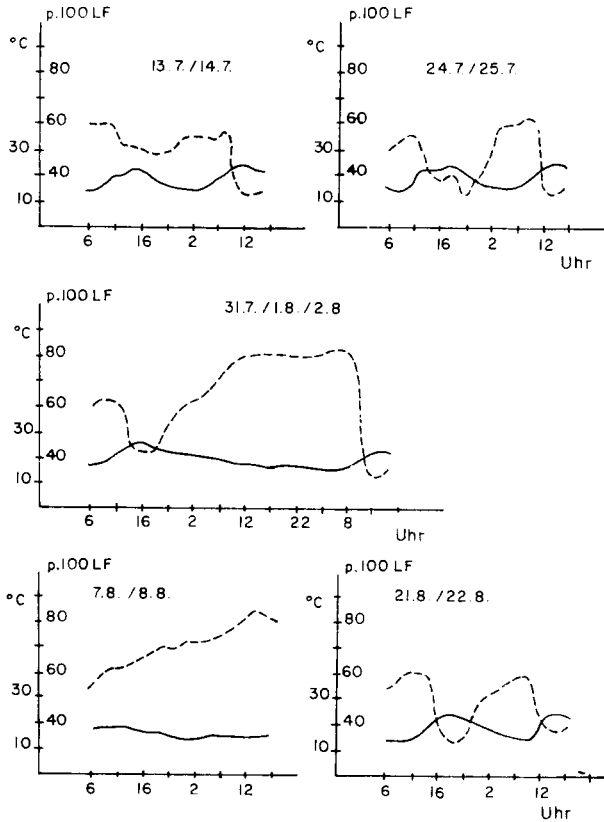


ABB. 3. — Der Verlauf von Temperatur (—) in °C und der relativen Luftfeuchtigkeit (---) in % an verschiedenen Tagen in Hohenheim 1978.

Vgl. mit den Zuckerspektren der Honigtauproben in Tab. 3.

FIG. 3. — Températures (—) en °C et humidité relative de l'air (---) en % de divers jours à Hohenheim en 1978.

Comparer avec les spectres des sucres des échantillons de miellat du Tabl. 3.

100 Moleküle Saccharose, die aus dem Phloemsaft übernommen und direkt ausgeschieden werden, im Durchschnitt 40 Moleküle, aus denen Melezitose gebildet wird.

Der molare Fructoseanteil lag in der Regel höher als der molare Melezitoseanteil, Fructose entsteht also nicht nur bei der Bildung von Melezitose.

Das Verhältnis von freier Fructose zu freier Glucose ist im Honigtau immer grösser als 1. Berücksichtigt man neben der freien Fructose bzw. Glucose auch die in Saccharose und Melezitose gebundene Fructose bzw. die in Saccharose, Melezitose, Trehalose und Maltose gebundene Glucose, dann ist das Verhältnis von Fructose zu Glucose kleiner als 1. Entweder sind im Phloemsaft neben Saccharose auch geringe Mengen Glucose vorhanden oder (unter der Voraussetzung, dass Lachniden mit der Nahrung nur Saccharose aufnehmen) Fructose wird bei der Glykolyse verbraucht oder in Glucose umgewandelt.

*Eingegangen im Mai 1979.  
Reçu pour publication en mai 1979.*

### DANK

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die finanzielle Unterstützung gedankt. Ausserdem danke ich Frau G. Mayer für die Anfertigung der Abbildungen, Herrn T. Held für die Unterstützung bei der methodischen Einarbeitung und den Herren H. Müller (Kaisersbach), M. D. Oslender (Bonn), W. Sacker (Sulzburg) und E. Treyer (Oppenau) für das Auffangen und Einsenden von Honigtauprobieren.

### RÉSUMÉ

On a récolté du miellat de *Buchneria pectinatae* en divers endroits de la Forêt Noire et d'autres régions productrices. Pour cela on a étendu sous les sapins (*Abies alba*) des feuilles d'aluminium pendant une à 4 heures. Les échantillons de miellat ont été récoltés en 1977 et 1978 de mai à août.

Les sucres du miellat ont été séparés par chromatographie gazeuse sous forme des dérivés silylés d'ovimes. Chaque échantillon a subi une analyse enzymatique pour déterminer sa teneur en galactose. L'exploitation des chromatogrammes gazeux s'est limitée au calcul des proportions relatives en poids des sucres présents régulièrement: saccharose, mélézitose, fructose, glucose, tréhalose et maltose. Le saccharose, le mélézitose et le fructose représentent environ 90% des sucres. Le rapport saccharose/mélézitose/fructose est en moyenne de 60/20/10; des écarts importants n'ont été trouvés que dans un petit nombre d'échantillons.

Dans le chromatogramme gazeux de miellat on trouve parmi les monosaccharides d'autres pics non identifiés, qui sont généralement plus petits que le pic du glucose. Le galactose en est absent.

On ne peut pas mettre en relation les fluctuations en proportions de chaque sucre avec la variation de la masse des *Buchneria pectinatae*, rapportée ailleurs (LIEBIG, 1979). Il n'existe non plus aucune relation entre les variations du spectre des sucres et les conditions météorologiques. Il y a, entre les échantillons récoltés en même temps et dans un même lieu à partir de divers sapins, des variations partiellement importantes du point de vue de la teneur en saccharose et en mélézitose. Le miellat produit la nuit a généralement une teneur en saccharose plus élevée et une teneur en mélézitose moindre que le miellat exécuté durant la journée.

Au total on peut conclure des analyses en chromatographie gazeuse que le spectre des sucres du miellat de *Buchneria pectinatae* est relativement constant tout au long de l'année et indépendant du lieu de production. Il est probable que la baisse d'attractivité du miellat pour les abeilles, qui a été observée à maintes reprises par les apiculteurs vers la fin de la miellée de sapin, n'est pas occasionnée par des modifications dans le spectre des sucres.

## LITERATUR

- BERGMEYER H. U., 1970. — *Methoden der enzymatischen Analyse*. — Verlag Chemie Weinheim/Bergstr. 2. Auflage.
- CHEFURKA W., 1965. — Intermediary metabolism of carbohydrates in insects. In: ROCKSTEIN, *The physiology of insecta*, Volume II, Academic Press New York and London.
- DUSPIVA F., 1953. — Der Kohlenhydratumsatz im Verdauungstrakt der Rhynchoten, ein Beitrag zu dem Problem der stofflichen Wechselbeziehungen zwischen saugenden Insekten und ihren Wirtspflanzen. — *Mitt. Biol. Zentralanst. Berlin-Dahlem*, **80**, 155-162.
- HARAGSIM O., 1963. — Honigtau und seine Ausnutzung in der Imkerei. — *Vedecke prace vyzkumneho ustavu vcelarskeho v Dole*, **3**, 277-318.
- KLOFT W., MAURIZIO A. und KAESER W., 1965. — *Das Waldhonigbuch*. Ehrenwirth Verlag München.
- KLUGE H., 1970. — Jahreszeitliche Schwankungen des Kohlenhydratgehalts in Siebröhrensäften, Blättern und Wurzeln einiger Holzgewächse. *Biochem. Physiol. Pflanz.*, **161**, 142-165.
- KÖGLER F., 1972. — Beobachtungsbericht. — *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* S. M 84.
- LAUBER E., 1976. — Gute Aussichten für ein weiteres Waldhonigjahr. — *Imkerfreund* (10), 310.
- LIEBIG G., 1979. — Eine Analyse der Tannentracht 1977 und 1978. — *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung* (1), 1-5.
- MAURIZIO A., 1965. — Honigtau-Honigtauohonig. — In: KLOFT u.a. *Das Waldhonigbuch*. Ehrenwirth Verlag München.
- ZIFGLER H., 1975. — Nature of transported substances. In: ZIMMERMANN, M. H. und J. A. MILBURN. *Transport in plants I, Phloem transport*. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York.
- ZIEGLER H. und MITTLER T. C., 1959. — Über den Zuckergehalt der Siebröhren- bzw. Siebzellen-säfte von *Heracleum Mantegazzianum* und *Picea abies* (L.) Karst. *Z. Naturforsch.*, **14 b**, 278-281.
- ZÜRCHER K., HADORN H. und STRACK CH., 1975. — Gaschromatographische Zuckerbestimmung. — *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, **66**, 92-116.