

## BEITRAG ZUR GASCHROMATOGRAPHISCHEN ANALYSE DES LAVENDELÖLS

J. KOLŠEK UND M. MATIČIČ

*Chemisches Institut "Boris Kidrič", Ljubljana (Jugoslawien)*

(Eingegangen den 8. August 1963)

### PROBLEMSTELLUNG

Lavendelöl, eines der populärsten ätherischen Öle, wird unter anderem auch in unserem Lande — besonders in Dalmatien — in beträchtlicher Menge gewonnen. Bekanntlich hängt die Zusammensetzung dieses ätherischen Öles in starkem Masse von der Abart der Pflanze, aus welcher das Öl isoliert wird, ab, wobei auch die klimatischen Bedingungen, die Beschaffenheit des Bodens u.a. einen merklichen Einfluss ausüben. Das Ziel unserer Arbeit war, die Zusammensetzung unseres einheimischen Öles auf gaschromatographischem Wege zu ermitteln und die Qualität verschiedener Muster dieses Öles untereinander als auch mit der Qualität französischer Öle zu vergleichen.

Mit gaschromatographischer Ermittlung der Zusammensetzung des Lavendelöls haben sich schon verschiedene Autoren befasst. Die meisten Untersuchungen führten NAVES und Mitarbeiter durch, die in diesem Öl verschiedene Terpene nachgewiesen haben, wobei sie Reoplex, Siliconfett und Squalan als stationäre Phase verwendeten<sup>1-4</sup>. STADLER und Mitarbeiter haben vor allem die im Lavandinöl enthaltenen Ketone untersucht. Diese wurden durch Behandlung mit Girard-Reagens P aus dem Öl isoliert und auf gaschromatographischem Wege auf polaren und unpolaren Phasen getrennt und näher identifiziert<sup>5</sup>. Als polare Phase diente Emulphor O, als nicht polare Phase dagegen Apiezon L. Auf Apiezon L haben dieselben Autoren weiterhin die Terpenalkohole aus französischem Lavendelöl untersucht<sup>6</sup>. Unterschiede in der Zusammensetzung des ätherischen Öls des echten Lavendels und des Lavandins wurden auf gaschromatographischem Wege durch NAVES ermittelt<sup>7</sup>. Auf der stationären Phase auf Siliconöl-Basis identifizierte er 8 Komponenten, die in einzelnen Ölsorten in verschiedenen Konzentrationen enthalten sind. In gleicher Weise bestimmte NAVES mittels gaschromatographischer Analyse an Squalan den Gehalt des Borneols im Lavendelöl<sup>8</sup>. Hierbei wurde festgestellt, dass ätherisches Öl aus echtem Lavendel kein Bornylacetat und nur geringe Mengen an Campher enthält. Zur gaschromatographischen Trennung von Linalool, Linalylacetat und Campher schlug BRODERICK ein Gemisch von Quadrol und Saib vor<sup>9</sup>, dagegen wurde zu diesem Zweck seitens anderer Autoren Polyäthylenglykol als stationäre Phase verwendet<sup>10</sup>. Mit vergleichenden Untersuchungen verschiedener Muster des Lavandinöls und Lavendelöls befasste sich ausserdem FENAROLI<sup>11</sup>.

Einer der wichtigsten Inhaltsstoffe des Lavendelöls ist Linalylacetat, das stets von Linalool und Campher begleitet wird. Durch verschiedenen mengenmässigen Gehalt vor allem dieser Komponenten unterscheiden sich verschiedene Sorten des

Öles, nämlich das ätherische Öl des echten Lavendels, des Lavandins und das Spiköl. Deswegen ist eine einwandfreie Trennung dieser Komponenten unter sich eine der wichtigsten Aufgaben, vor die man bei der gaschromatographischen Untersuchung des Lavendelöls gestellt ist. Die Schwierigkeiten, die man bei dieser Trennung begegnet, wurden schon durch BRODERICK<sup>9</sup> beschrieben, der zur Trennung erwähnter Komponenten eine geeignete Phase gefunden hat. Da wir jedoch nach diesen Angaben keine zufriedenstellende Resultate erzielen konnten, waren wir gezwungen, noch eine weitere Anzahl stationärer Phasen zu erproben, um eine gute Trennung von Linalylacetat, Linalool und Campher zu erreichen. Eine stationäre Phase mit sehr hoher Trennleistung war noch besonders erwünscht, da wir die Trennungen mit dem Pye-Gaschromatographen durchführen wollten, bei welchem die Länge der Standardsäule nur etwa 120 cm beträgt. Im ersten Teil unserer Arbeit führten wir demnach nur Versuche durch, bei welchen wir die Wanderungsgeschwindigkeiten von Linalylacetat, Linalool und Campher an verschiedenen Phasen ermittelten und die Auftrennung dieser Komponenten im Gemisch studierten. Nachdem wir in Castorwax eine hervorragende Phase fanden, die alle drei genannten Komponenten untereinander vollkommen aufzutrennen vermag und ausserdem eine gute Auftrennung der meisten übrigen Inhaltsstoffe des Lavendelöls herbeiführt, führten wir eine quantitative Vergleichsanalyse verschiedener Muster einheimischer Lavandinöle und einiger französischer Öle durch.

#### EXPERIMENTELLER TEIL

##### *Apparatives*

Zur Durchführung gaschromatographischer Analysen stand uns ein Gaschromatograph der Firma Pye (Cambridge, England) zur Verfügung. Die Aufdeckung der Substanzen erfolgt bei diesem Gaschromatographen mit Hilfe eines Ionisationsdetektors nach Lovelock, wobei als Trägergas Argon verwendet wird.

##### *Säulen*

Sämtliche Trennungen wurden an Standardsäulen von etwa 120 cm effektiver Länge und mit einem inneren Durchmesser von etwa 6 mm durchgeführt.

##### *Trägersubstanz*

Zur Bereitung stationärer Phasen für die Säulenfüllung diente säuregewaschenes Embacel (May & Baker) mit einer Korngrösse von 0.15–0.25 mm (60–100 mesh). Die Angaben über die Zusammensetzung der verwendeten stationären Phasen sowie über andere Arbeitsbedingungen sind aus der Tabelle I ersichtlich.

##### *Standardsubstanzen*

Die Muster von Reinsubstanzen, mit welchen die Trennleistung einzelner stationärer Phasen studiert wurde und an Hand welcher uns die Identifizierung einiger Inhaltsstoffe des Lavendelöls möglich war, wurden uns freundlicherweise von den Firmen Dragoco (Holzminden/Weser) und Riedel de Haën (Hamburg) zur Verfügung gestellt.

Wegen der äusserst hohen Empfindlichkeit des Ionisationsdetektors nach Lovelock war es nötig, nur sehr geringe Mengen von Lavendelöl zu dosieren. Aus diesem Grunde haben wir das ätherische Öl jeweils in Form der Lösung auf die Säule aufgetragen. Als Lösungsmittel verwendeten wir hierbei Tetrachlorkohlenstoff.

TABELLE I

## STATIONÄRE PHASEN UND ARBEITSBEDINGUNGEN

Organische Phase	Quadrol-Saib (2:1)	Saib	Carbowax 20 M	Reoplex 400	Hyprose	Polyäthyl- englykol- adipat	Poly- propyl- englykol	Castorwax
Provenienz	W & Co*	W & Co	W & Co	W & Co	W & Co	Pyc	W & Co	W & Co
Konzentration der org. Phase an Embacel (Gew. %)	20	20	20	20	20	20	20	15
Säulentemperatur (°C)	110	120	110	110	100	110	110	120
Trägergas Einlassdruck (atm.)	0.20	0.20	0.10	0.15	0.10	0.20	0.25	0.18
Empfindlichkeitsstufe	10	10	10	10	10	10	10	10
Detektorelektrodenspan- nung (V)	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
Papiervorschub (cm/h)	40	40	40	40	40	40	40	40

\* Wilkens &amp; Co., U.S.A.

Unter den in Tabelle I angeführten Arbeitsbedingungen haben wir zunächst an verschiedenen stationären Phasen die Wanderungsgeschwindigkeiten von Linalylacetat, Linalool und Campher bestimmt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind aus der Tabelle II zu entnehmen. Nachdem die Reinsubstanzen vereinzelt chromatographiert wurden, liessen wir sie auch zusammen im Gemisch wandern um auf diese Weise noch einmal die Trennleistung der Phase zu überprüfen.

TABELLE II

RELATIVE RETENTIONSWERTE EINZELNER REINSUBSTANZEN (BEZOGEN AUF CAMPHER) AN VERSCHIEDENEN STATIONÄREN PHASEN  
(Arbeitsbedingungen, siehe Tabelle I)

Stationäre Phase	$R_F$		
	Linalool	Linalylacetat	Campher
Quadrol-Saib	0.97	1.00	1.00
Saib	0.90	1.32	1.00
Carbowax 20 M	0.97	1.01	1.00
Reoplex 400	0.96	1.04	1.00
Hyprose	0.77	1.03	1.00
Polyäthylenglykoladipat	0.88	0.99	1.00
Polypropylenglykol	1.01	1.56	1.00
Castorwax	0.81	1.19	1.00

## RESULTATE

## 1. Stationäre Phase auf Basis von Quadrol-Saib-Gemisch

Linalool ist einer der Inhaltsstoffe verschiedener ätherischer Öle. Als ungesättigter tertiärer Alkohol ist diese Verbindung sowohl in freier Form als auch in Form seiner Ester ziemlich unbeständig und muss deshalb vor Licht, Wärme und Einfluss der Säuren geschützt werden. BRODERICK<sup>9</sup> gibt an, dass die Mehrzahl der stationären Phasen zur Trennung von Linalool und Linalylacetat nicht geeignet ist, da sie eine

Zersetzung dieser Substanzen während der Chromatographie hervorrufen. Als eine geeignete Phase, die eine Auftrennung des Gemisches von Linalool, Linalylacetat und Campher ermöglicht, ohne dass hierbei eine Zersetzung der empfindlichen Komponenten eintritt, wurde von BRODERICK das Gemisch von Quadrol [Tetrakis-(2-hydroxypropyl)-äthylendiamin] und Saib (Sucrose-acetatisobutytrat) im Verhältnis 2:1 vorgeschlagen. Nach Angaben des Autors ruft Saib allein ebenfalls eine Zersetzung von Linalylacetat und Linalool hervor. Die Zersetzung kann jedoch verhindert werden, falls die Trägersubstanz vor der Imprägnation mit Saib mit einer Lauge behandelt wird. Unter diesen Bedingungen sollen jedoch Linalylacetat und Campher ohne Trennung in einem gemeinsamen Elutionsmaximum wandern. Quadrol allein soll hingegen dieses Substanzpaar auftrennen, andererseits aber bleiben Linalylacetat und Linalool ungetrennt. Auf Quadrol, das selbst eine Base ist, tritt keine Zersetzung des Linalools und seiner Ester ein. Durch Kombination beider Substanzen, d.h. an einem Quadrol-Saib-Gemisch soll also eine Auftrennung sämtlicher drei genannter Komponenten stattfinden.

Bei unserer Arbeit versuchten wir zunächst, laut Angaben von BRODERICK die Trennung von Linalylacetat, Linalool und Campher auf der stationären Phase auf Basis von Quadrol-Saib (2:1) zu erreichen. BRODERICK führte die Trennung dieser Komponenten auf einer etwa 3 m langen Säule bei einer Arbeitstemperatur von 136° durch. Da unsere Säule nur etwa 120 cm lang war, konnten wir die Arbeitstemperatur auf 110° reduzieren um dadurch die Gefahr einer Zersetzung noch weiter herabzusetzen. Leider trat unter diesen Bedingungen keine Auftrennung der genannten Komponenten ein, sie wanderten vielmehr in einem gemeinsamen Elutionsmaximum. Auch durch Ändern der Arbeitstemperatur konnten wir mit unserer Säule keine Auftrennung dieses Substanzgemisches erzielen, da die Differenzen der Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Komponenten zu gering sind.

## 2. Stationäre Phase auf Basis von Saib

Im Gegensatz zu den Feststellung von BRODERICK konnten wir an Saib allein eine relativ gute Auftrennung eines Gemisches von Linalool, Linalylacetat und Campher erreichen. Da jedoch die Elutionsmaxima einzelner Komponenten asymmetrisch geformt sind (Fig. 1), ist auch Saib als stationäre Phase zu diesem Zweck wenig brauchbar. An Saib wird Linalylacetat zuletzt eluiert, da Saib eine selektive stationäre Phase darstellt, auf welcher Ester gegenüber den Alkoholen stärker zurückgehalten werden.

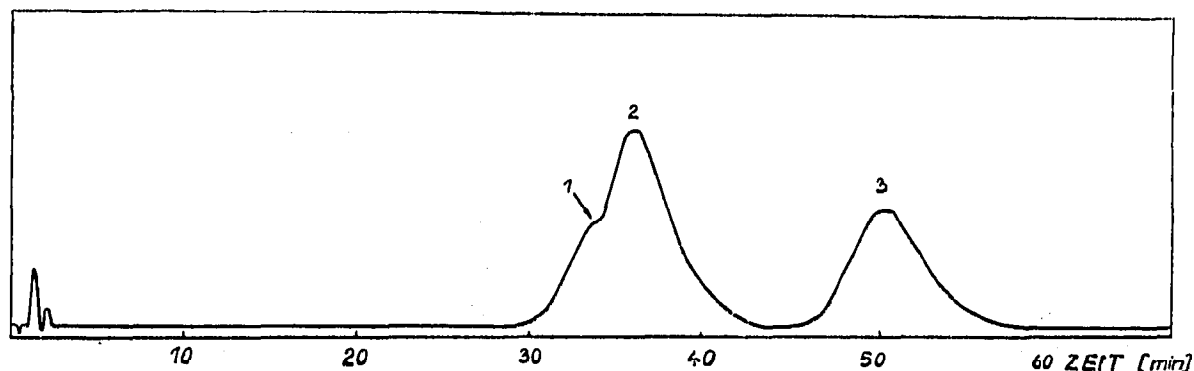


Fig. 1. Gaschromatogramm eines Gemisches von Linalool (1), Campher (2) und Linalylacetat (3) an Saib.

### 3. Stationäre Phase auf Basis von Carbowax 20M

Carbowax 20 M wurde schon öfters als stationäre Phase bei gaschromatographischen Untersuchungen der ätherischen Öle verwendet. Die Elutionsmaxima von Linalool, Linalylacetat und Campher sind an Carbowax 20 M praktisch völlig symmetrisch, die Differenzen der Wanderungsgeschwindigkeiten dieser Komponenten sind jedoch zu klein, um eine Auftrennung des Gemisches zu erreichen.

### 4. Stationäre Phase auf Basis von Reoplex 400

Ebenso wie auf Carbowax 20 M wanderte das Linalool-Linalylacetat-Campher-Gemisch auch auf Reoplex 400 ohne Auftrennung. Die Differenzen der Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Komponenten des Gemisches sind zwar auf dieser Phase etwas grösser als bei Carbowax 20 M, jedoch immer noch zu gering um auf einer 120 cm-Säule eine Trennung herbeizuführen.

### 5. Stationäre Phase auf Basis von Hyprose

Hyprose [Oktakis-(2-hydroxypropyl)-sucrose] wurde von CARTONI UND LIBERTI<sup>12</sup> als selektive Phase erkannt, da sie Alkohole gegenüber Aldehyden und Estern stärker zurückhält. Aus diesem Grunde haben wir versucht, ob wir an dieser Phase die gewünschte Trennung von Linalool, Linalylacetat und Campher erzielen könnten. Aus den in Tabelle II angegebenen Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Komponenten konnte schon der Beschluss erbracht werden, dass aus dem Gemisch dreier Komponenten Linalylacetat klar abgetrennt wird, Linalool und Campher dagegen ohne Trennung im gemeinsamen Elutionsmaximum wandern.

### 6. Stationäre Phase auf Basis von Polyäthylenglykoladipat

Auf dieser stationären Phase konnten wir ebenfalls nur eine Komponente des Gemisches abtrennen. Im Gegensatz zu Hyprose wanderte hier Linalool voran, dagegen blieben Linalylacetat und Campher wegen zu geringer Differenz ihrer Wanderungsgeschwindigkeiten ungetrennt.

### 7. Stationäre Phase auf Basis von Polypropylenglykol

Die Trennleistung von Polypropylenglykol ist sehr ähnlich derjenigen von Hyprose, da an diesen beiden Phasen nur die Abtrennung von Linalylacetat aus dem Linalool-Linalylacetat-Campher-Gemisch erzielt wird. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass an Hyprose Linalylacetat vor Linalool und Campher eluiert wird, an Polypropylenglykol wandern dagegen Linalool und Campher vor Linalylacetat.

### 8. Stationäre Phase auf Basis von Castorwax

An allen bisher erwähnten stationären Phasen konnten wir im besten Falle die Abtrennung nur einer einzigen Komponente des Linalool-Linalylacetat-Campher-Gemisches erzielen. Wie schon anfangs erwähnt, konnten wir hingegen eine vollkommen einwandfreie Auftrennung dieses Gemisches in alle drei Komponenten an Castorwax erreichen. Castorwax ist ein durch Hydrierung von Rizinusöl gewonnenes Produkt und stellt chemisch Glycerin-tri-12-hydroxystearat dar. Castorwax ist als stationäre Phase für die Gaschromatographie vor allem aus dem Grunde geeignet, da es Arbeitstemperaturen bis zu 200° verträgt. Diese Phase wurde erfolgreich zur gaschromatographischen Untersuchung der Aromastoffe der Vanille herangezogen<sup>13</sup>.

Da verschiedene Komponenten aus ätherischen Ölen an Castorwax relativ hohe Retentionszeiten aufweisen, wählten wir beim Bereiten der Säulenfüllung eine niedrigere Konzentration (15%) der organischen Substanz an Embacel. Dadurch konnten wir die Arbeitstemperatur der Säule auf 120° senken ohne die Analysendauer unnötigerweise zu verlängern. Die unter diesen Arbeitsbedingungen verzeichneten Rückhaltezeiten von Linalool, Linalylacetat und Campher sind in Tabelle II angeführt, die Auftrennung des Gemisches dieser Komponenten zeigt Fig. 2.

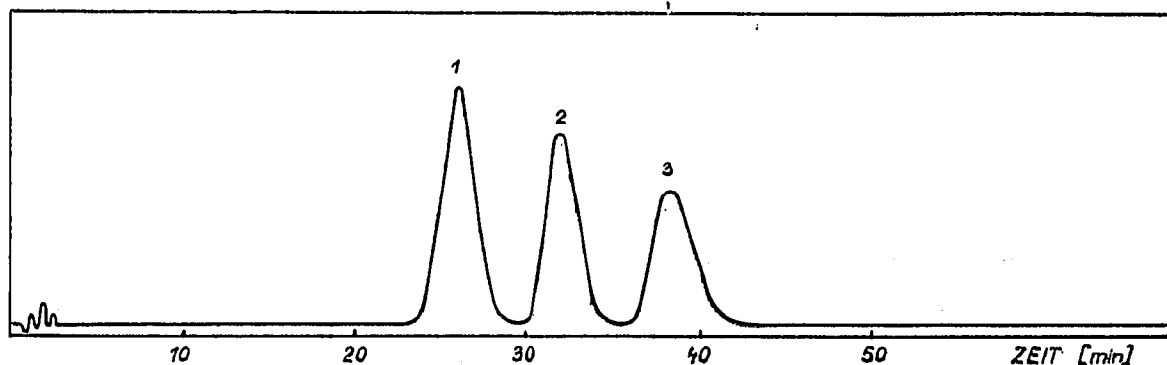


Fig. 2. Gaschromatogramm eines Gemisches von Linalool (1), Campher (2) und Linalylacetat (3) an Castorwax.

Die Elutionsmaxima sind an Castorwax praktisch völlig symmetrisch, eine Zersetzung trat weder bei Linalool, noch bei Linalylacetat ein. Die grosse Differenz der Wanderungsgeschwindigkeiten einzelner Komponenten ermöglicht eine einwandfreie Trennung auch an relativ kurzen Säulen.

Da demnach Castorwax eine hervorragende Phase zur Trennung des Gemisches von Linalool, Linalylacetat und Campher darstellt, haben wir seine Trennleistung noch gegenüber dem Lavendelöl ausprobiert. Auch hier stellten wir fest, dass von allen oben genannten stationären Phasen Castorwax die beste Auftrennung ermöglicht und die grösste Anzahl der Maxima liefert. Aus diesem Grunde verwendeten wir Castorwax auch zur Durchführung von Vergleichsanalysen, die die Qualität einiger Muster unserer einheimischen Lavendel- bzw. Lavandinöle zeigen sollten. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle III enthalten. Die nicht näher identifizierten Komponenten der Öle sind mit laufenden Buchstaben gekennzeichnet. In der Berechnung der Zusammensetzung der Öle wurden die Flächenprozentage aus den Chromatogrammen einfach den Gewichtsprozentage der Komponenten gleichgesetzt. Um sämtliche Inhaltsstoffe der Öle erfassen zu können, führten wir die Auftrennung einmal bei kleinerer und das andere Mal bei grösserer Durchflussgeschwindigkeit des Trägergases (Einlassdruck 0.35 bzw. 0.17 atm.) durch. Ein typisches Gaschromatogramm des Lavendelöls zeigt Fig. 3.

Die Resultate dieser Analysen zeigen, dass die merklichsten Unterschiede in der Zusammensetzung des Lavandin- und Lavendelöls im Linalylacetatgehalt zu finden sind. Der Linalylacetatgehalt der untersuchten Muster der Lavendelöle schwankt zwischen 29.6 und 31.6%, bei Lavandinölen liegt er dagegen bei 3.7–7.2%. Ein weiterer Unterschied zeigt sich im Cineolgehalt. Lavandinöle enthalten in der Regel mehr Cineol (Eukalyptol) als Lavendelöle. In den untersuchten Mustern der Lavandinöle betrug der Cineolgehalt 5.5–9.2%, bei echtem Lavendelöl war er nur gering (0.5–1.3%). Schon NAVES stellte fest, dass sich Lavendelöl auch nach dem Gehalt

TABELLE III

VERGLEICHSANALYSE DER ZUSAMMENSETZUNG VERSCHIEDENER MUSTER DES EINHEIMISCHEN UND FRANZÖSISCHEN LAVENDELÖLS

1 = Lavandinöl aus Pitve (Insel Hvar); 2 = Lavandinöl aus Milna (Insel Hvar); 3 = Lavandinöl aus Dol (Insel Hvar); 4 = Lavandinöl aus Dalmatien; 5 = Lavandinöl aus Sućuraj (Insel Hvar); 6 = Lavandinöl aus Gdinj; 7 = Lavandinöl (Firma Gosad); 8 = Lavendelöl (nach Ph. J. II); 9 = Lavandinöl (Firma Kemijaimpe); 10 = Lavendelöl (Firma Etol); 11 = Lavendelöl aus Sućuraj (Insel Hvar); 12 = Lavendelöl aus Milna (Insel Brat); 13 = Lavendelöl, französisch; 14 = Lavendelöl Barrene; 15 = Lavendelöl Mont Blanc.

Komponent	Prozentgehalt der Komponente im Ölmuster Nr.														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	—	—	—	0.5	0.2	0.1	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—
α-Pinen	0.7	0.4	2.0	1.1	0.7	0.4	0.8	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	1.1	0.3	—
Camphen	0.4	0.3	1.0	0.5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2
β-Pinen	0.8	0.4	1.6	1.1	0.5	0.3	0.9	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.3	—
Δ <sup>3</sup> -Caren	0.7	0.6	1.3	0.7	0.7	0.4	1.0	0.3	0.7	0.4	0.5	0.3	0.9	0.2	0.2
Dipenten	1.5	0.8	6.7	3.1	1.3	0.9	3.0	1.4	4.0	1.5	1.6	1.2	2.5	2.3	1.9
Cineol	7.6	9.2	7.7	8.2	6.7	5.5	6.1	4.9	4.6	0.5	1.0	1.3	9.5	1.5	3.0
B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	—	—	5.4	—	—
C	0.7	0.5	1.5	0.7	0.8	0.5	1.0	0.7	0.7	0.6	1.0	0.6	0.6	0.6	0.4
D	—	0.1	—	—	0.2	0.2	0.1	1.4	—	1.2	1.7	1.5	0.3	1.2	1.2
E	0.3	—	—	—	0.2	1.7	0.2	—	—	—	—	0.4	—	—	—
F	0.3	1.2	—	—	0.7	0.4	0.4	4.5	—	0.5	0.9	1.7	—	—	4.9
G	0.1	1.2	—	—	0.7	0.3	0.5	6.3	—	0.4	0.7	1.4	0.7	—	4.6
Linalool	60.2	63.5	49.5	62.2	56.8	64.2	34.3	37.5	64.8	52.9	43.9	46.0	45.3	45.7	35.9
Campher	2.0	3.1	2.6	1.2	2.0	1.7	3.4	5.0	1.3	1.0	1.5	1.1	7.3	1.5	7.9
Linalylacetat	3.8	4.5	7.2	3.7	5.4	4.9	6.7	25.7	3.8	29.6	29.6	31.6	9.4	36.5	28.5
H	7.9	4.4	7.4	7.2	8.3	6.8	16.4	2.3	8.8	2.7	4.6	3.2	2.5	2.4	1.2
Isoborneol	0.8	0.7	1.3	0.5	0.9	0.8	1.5	1.6	0.7	3.3	4.8	3.8	1.0	2.7	1.8
Bornylacetat	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isobornylacetat	8.6	7.0	7.7	7.5	11.2	7.9	19.9	1.7	8.0	1.2	2.1	1.7	2.7	1.6	2.5
Borneol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
I	—	—	—	—	—	—	—	1.1	—	—	—	—	—	—	—
Terpineol	0.8	0.6	1.0	0.5	0.6	0.4	1.1	1.2	0.2	0.5	0.8	0.9	6.1	0.5	0.7
J	0.5	—	0.4	0.2	—	0.2	—	—	—	—	0.4	0.3	—	—	—
K	0.6	0.5	0.3	0.2	0.5	0.3	0.7	0.4	0.1	0.1	0.5	0.4	1.4	0.3	0.5
Terpinylacetat	0.4	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.5	0.3	0.1	0.3	0.8	0.4	0.9	0.5	0.5
L	0.4	0.2	0.5	0.1	0.3	0.2	—	—	0.1	1.2	1.8	0.5	1.1	1.3	—
M	0.9	0.5	1.9	0.6	0.6	0.4	1.1	1.6	0.4	0.2	0.8	0.7	0.3	0.6	2.8
N	—	—	—	—	—	0.1	—	0.7	—	—	—	0.1	—	—	1.2

von Bornylacetat und Campher vom Lavandinöl unterscheidet<sup>8</sup>. Bezüglich des Camphergehalts konnten wir diese Regel nicht gänzlich bestätigen, da der Camphergehalt in den untersuchten Ölen sehr verschiedentlich wechselte. Eine bessere Bestätigung konnten wir hinsichtlich der Fraktion, die Borneol, Bornylacetat und Isobornylacetat enthält, erbringen. Bei Lavandinölen wechselt die Summe dieser Komponenten im Bereich von 7.0 bis 11.2 % und steigt beim Muster Nr. 8 sogar auf 19.9 % an.

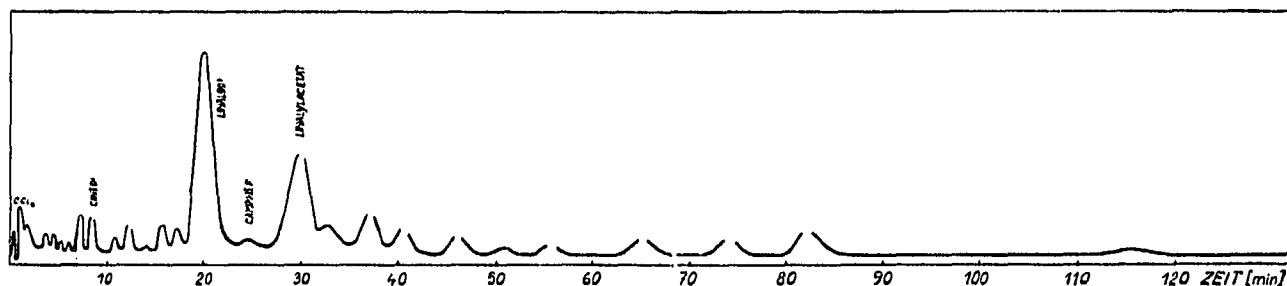


Fig. 3. Chromatogramm des Lavendelöls an Castorwax.

In den ätherischen Ölen des echten Lavendels ist die Konzentration dieser Inhaltsstoffe bedeutend geringer (1.2–1.7 %). Die durchgeführten Analysen zeigen weiterhin, dass sich der Gehalt einzelner Komponenten nicht sprunghaft ändert, sondern dass es in der Zusammensetzung der Lavandin- und der Lavendelöle oft einen verwischten Übergang gibt, der die festgestellten Regelmäßigkeiten zum Verschwinden bringen kann. Wird der Inhalt dieser Stoffe jedoch nicht für einzelne Substanzen, sondern komplex betrachtet, so behält die festgestellte Regelmäßigkeit nach wie vor ihre Gültigkeit.

#### DANK

Für die freundliche Überlassung der Muster von Reinsubstanzen, die uns die Identifikation verschiedener Komponenten aus ätherischen Ölen ermöglichten, sind wir der Leitung der Firma Dragoco und Riedel-De-Haën zu aufrichtigem Dank verpflichtet. Ebenfalls wollen wir für die Überlassung der Muster von untersuchten ätherischen Ölen der Firma Etol (Celje/Jugoslawien) unseren Dank aussprechen.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Zusammensetzung verschiedener Muster jugoslawischer als auch einiger französischer Lavendel- bzw. Lavandinöle wurde auf gaschromatographischem Wege bestimmt, wobei in erster Linie die Auftrennungsmöglichkeit für Linalool, Linalylacetat und Campher auf verschiedenen Phasen studiert wurde. Hierbei erwies sich Castorwax als eine ausgezeichnete stationäre Phase, die nicht nur das Linalool-Linalylacetat-Campher-Gemisch, sondern auch die meisten übrigen Komponenten der Lavendelöle einwandfrei aufzutrennen vermag und somit eine gute Beurteilung der Qualität dieser Öle ermöglicht.

#### SUMMARY

The composition of several samples of Yugoslavian as well as French lavender and lavandin oils was determined by gas chromatography. In the first place the separation



of linalool, linalyl acetate and camphor on various phases was studied. Castor wax proved to be an excellent stationary phase, by means of which not only the mixture linalool-linalyl acetate-camphor can be well separated, but also most of the other components of lavender oil. A good assessment of the quality of these oils is thus possible.

## LITERATUR

- <sup>1</sup> Y. R. NAVES UND P. TULLEN, *Helv. Chim. Acta*, 43 (1960) 1619.
- <sup>2</sup> Y. R. NAVES UND P. TULLEN, *Bull. Soc. Chim. France*, (1960) 2123.
- <sup>3</sup> Y. R. NAVES UND P. TULLEN, *Helv. Chim. Acta*, 43 (1960) 2150.
- <sup>4</sup> Y. R. NAVES, P. OCHSNER UND P. TULLEN, *Helv. Chim. Acta*, 43 (1960) 1616.
- <sup>5</sup> P. A. STADLER, *Helv. Chim. Acta*, 43 (1960) 1601.
- <sup>6</sup> P. A. STADLER, A. ESCHENMOSER, E. SUNDT, M. WINTER UND M. STOLL, *Experientia*, 16 (1960) 283.
- <sup>7</sup> Y. R. NAVES, *Compt. Rend.*, 246 (1958) 2163.
- <sup>8</sup> Y. R. NAVES, *Helv. Chim. Acta*, 42 (1959) 2744.
- <sup>9</sup> J. J. BRODERICK, *Aerograph Research Notes*, Fall Issue, 1960.
- <sup>10</sup> ANONYM, *Soap, Perfumery, Cosmetics*, 34 (1961) 674, 686.
- <sup>11</sup> W. TAGAKI UND T. MITSUI, *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, 24 (1960) 217.
- <sup>12</sup> G. P. CARTONI UND A. LIBERTI, *J. Chromatog.*, 3 (1960) 121.
- <sup>13</sup> ANONYM, *Aerograph Research Notes*, Spring Issue, 1961.

*J. Chromatog.*, 14 (1964) 331-339