

A. VERZERA, A. TROZZI, G. LICANDRO, L. SCUDERI

**Sulla genuinità delle essenze agrumarie. Nota LVI. La
composizione dell'olio essenziale di limone FMC
prodotto nella stagione 1995**

Estratto da
ESSENZE - DERIVATI AGRUMARI
Anno LXVI n. 4, 353-367 (1996)

Anno 1996

**SULLA GENUINITÀ DELLE ESSENZE AGRUMARIE. NOTA
LVI. LA COMPOSIZIONE DELL'OLIO ESSENZIALE DI
LIMONE FMC PRODOTTO NELLA STAGIONE 1995.**

A. VERZERA*, A. TROZZI**, G. LICANDRO***, L. SCUDERI***

* *Dipartimento Farmaco-chimico, Facoltà di Farmacia, Università di Messina - Viale Annunziata, 98168 Messina (Italy).*

** *Facoltà di Farmacia, Università di Reggio Calabria - Sede di Catanzaro.*

*** *Panagrum S.p.A., Giammoro-Messina (Italy).*

RIASSUNTO

A continuazione di ricerche effettuate precedentemente, è stata condotta un'indagine sulla composizione degli olii essenziali di limone prodotti con macchine FMC nel periodo compreso tra gennaio e dicembre 1995. I risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti da olii FMC prodotti nel periodo 1984/93.

I risultati ottenuti hanno permesso di confermare le variazioni cicliche che la composizione quantitativa dell'olio di limone subisce durante il corso della stagione produttiva; le differenze di composizione tra olio di limone invernale, più pregiato, e l'olio di limone estivo, meno pregiato, e l'influenza della zona di provenienza dei frutti sulla composizione dell'olio.

Gli olii FMC prodotti nel 1995 hanno mostrato una composizione molto simile a quella degli olii analizzati in precedenza; è stato notato, comunque, un minor contenuto in composti carbonilici ed un maggior contenuto in alcoli e monoterpeni. Tali differenze sono state correlate alla zona di provenienza dei frutti.

Parole chiave: Olio essenziale di limone, *Citrus limon* Burman, Composizione, Frazione volatile, Gascromatografia.

Summary

The composition of the volatile fraction of 192 samples of lemon oils, obtained using a FMC machine during 1995 season has been studied by HRGC.

CD value, refraction index and optical rotation were, also, determined in the oils. 68 components were identified in the volatile fraction.

The results obtained, together with those of samples produced from 1982 to 1993, established that the quantitative composition of lemon oil shows peculiar and reproducible variations for some compounds during the whole productive season. These results, also, showed the composition differences between the higher value winter oil and the lower value summer oil. 1995 and 1982/93 lemon oils had a similar composition although 1995 lemon oils had a lower content of carbonyl compound and esters than the oils previously analysed. This behaviour was related to the provenance of the fruits.

Key words: Lemon essential oil, *Citrus limon* Burman, Composition, Volatile fraction, Gas chromatography.

INTRODUZIONE

In note precedenti abbiamo riportato i risultati relativi all'olio essenziale di limone siciliano prodotto industrialmente durante le stagioni produttive 1982/85 e 1992/93 (1-6).

Tali risultati, relativi ad un numero elevato di campioni, hanno permesso di stabilire la composizione qualitativa e quantitativa della frazione volatile, di mettere in relazione tale composizione con la tecnologia di estrazione, con il tipo di frutti lavorati, con il periodo di produzione e con la zona di provenienza dei frutti. Su un totale di 1.550 olii di limone analizzati, solo 337 erano stati estratti con macchine FMC, e di essi 154 nella stagione produttiva 1992/93.

Negli ultimi anni l'utilizzo delle macchine FMC, in Italia, si è notevolmente diffuso e la maggior parte dell'olio di limone prodotto attualmente è ottenuto con questa tecnologia. All'inizio degli anni '80, infatti, solo il 10% dell'olio di limone prodotto veniva estratto con macchine FMC, oggi tale percentuale supera, invece, il 70%.

Nel presente lavoro vengono, quindi, riportati i risultati relativi all'analisi di olii di limone FMC prodotti nel 1995, al fine di verificare le caratteristiche compositive degli olii prodotti con tale tecnologia e le eventuali differenze dovute all'anno di produzione ed alle zone di provenienza dei frutti.

PARTE SPERIMENTALE

Sono stati analizzati 192 olii essenziali di limone prodotti nel periodo gennaio/dicembre 1995 presso la Ditta Panagrum Spa (Giammoro, Messina) con macchine FMC. Per ciascun campione è nota la data di produzione e la zona di provenienza dei frutti. Nel periodo estivo è stato reperito un numero limitato di campioni essendo modesto e discontinuo l'approvvigionamento all'industria di materia prima. Nella tabella 1 è riportato il n° di campioni analizzato per mese e la zona di provenienza dei frutti. La composizione della frazione volatile è stata determinata mediante gascromatografia. Inoltre, su tutti i campioni è stato determinato il contenuto di citral, per via chimica, il CD e la rotazione ottica.

Il contenuto di citral è stato determinato con il metodo all'idrossilammina; il CD è stato determinato con il metodo di Sale (7) e la rotazione ottica secondo le norme ISO.

Analisi gascromatografica

Gascromatografo Fisons Serie Mega collegato con un calcolatore Shimadzu C-R 3A; colonna capillare di silice fusa, 25 m x 0.32 mm, rivestita di SE-52 (Mega, Legnano, Italia), spessore del film 0.40-0.45

μm ; temperatura della colonna, 40°C (6 min) a 240°C a $3.0^{\circ}\text{C}/\text{min}$; temperatura dell'iniettore, 250°C ; temperatura del rivelatore, 280°C ; sistema di iniezione, split; rapporto di splittaggio 1:50; volume iniettato, $1 \mu\text{l}$ di olio come tale; gas di trasporto, He, 100 KPa.

Risultati

Nella tabella 2 è riportata la composizione media (\bar{X}) e la deviazione standard per i singoli componenti e per le classi di sostanze degli olii analizzati suddivisi per mese di produzione. Tali valori si riferiscono alla frazione volatile e non tengono conto della frazione non volatile che, generalmente, rappresenta il 2-4% dell'olio essenziale.

Nella tabella 3 è riportata la composizione media (\bar{X}) e la deviazione standard di tutti gli olii di limone prodotti nel 1995 e di quelli precedentemente analizzati relativi al periodo 1984/93.

Come si può osservare dalle tabelle 2 e 3, sono stati identificati 65 componenti che costituiscono oltre il 99% della frazione volatile.

Le variazioni quantitative riscontrate durante il corso della stagione produttiva sono in accordo con quelle precedentemente osservate: ad es. il maggior contenuto di nerale e geraniale e limonene nei mesi invernali e di alcoli, esteri e β -pinene nei mesi estivi (Figura 1).

Dal confronto con gli olii precedentemente analizzati (Tabella 3) risulta che i valori percentuali medi dei singoli componenti e delle classi di sostanze relativi all'annata 1995, appaiono simili a quelli delle annate precedenti. Gli olii di limone 1996 presentano, tuttavia, un maggior contenuto di monoterpeni ed alcoli, ed un minor contenuto di composti carbonilici ed esteri rispetto a quelli analizzati in precedenza (Figura 2); questo si riflette in un maggior contenuto in idrocarburi ed un minor contenuto in composti ossigenati totali.

Le differenze riscontrate potrebbero essere dovute alla presenza di un numero elevato di olii di limone provenienti dalla zona di Acireale che

generalmente presentano un contenuto più basso di composti carbonilici rispetto a quelli provenienti da altre zone produttive.

I risultati ottenuti costituiscono, quindi, un'ulteriore conferma di quelli precedentemente ottenuti e possono essere utilizzati come parametri per la valutazione di qualità e di genuinità degli olii essenziali di limone.

Figura 1 - Contenuto medio di limonene, β -pinene, nerale, geraniale, alcoli ed esteri per gli oli di limone prodotti nell'anno 1995.

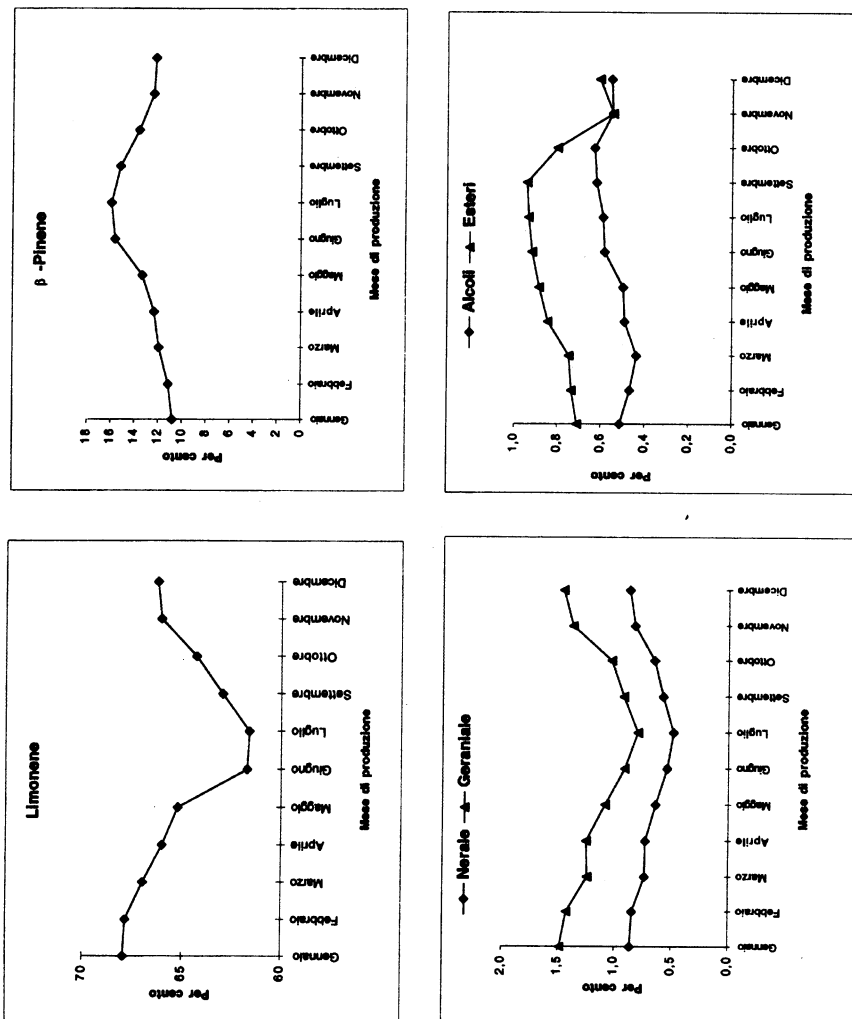


Figura 2 - Contenuto in composti ossigenati, composti carbonilici, alcoli ed esteri per gli olii di limone FMC prodotti negli anni 1995 e 1984/93

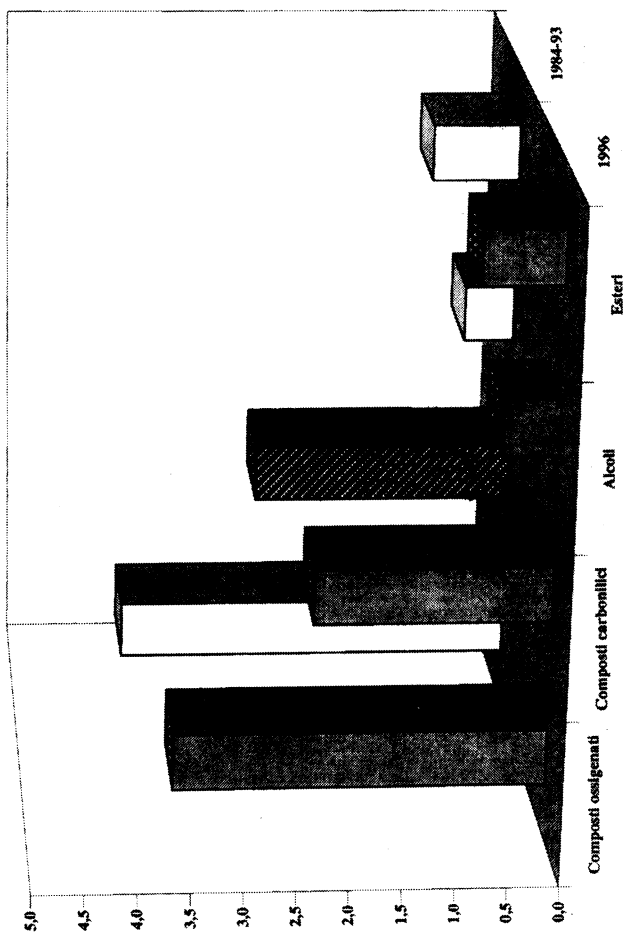


Tabella 1 - Periodo di produzione e provenienza dei frutti per gli olii di limone analizzati.

Periodo di produzione	N° campioni	Provenienza
Gennaio	18	Acireale - Siracusa
Febbraio	16	Acireale Siracusa
Marzo	17	Acireale
Aprile	20	Acireale
Maggio	25	Acireale - Palermo
Giugno	12	Barcellona - Acireale
Luglio	15	Acireale
Settembre	17	Acireale Siracusa
Ottobre	19	Siracusa
Novembre	19	Siracusa
Dicembre	14	Siracusa
Totale	192	

Tabella 2 - Composizione media mensile in singoli componenti ed in classi di sostanze degli oli di limone FMC prodotti da gennaio a dicembre 1995.

	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1 Tricilene	0,007	-	0,010	-	0,006	-	0,008	0,003	0,004	0,004	0,007	0,001
2 α -Terpine	0,425	0,007	0,426	0,007	0,438	0,008	0,433	0,016	0,412	0,013	0,410	0,006
3 α -Pinez	1,835	0,025	1,724	0,249	1,897	0,029	1,875	0,037	1,876	0,074	1,956	0,042
4 Camfene	0,052	0,001	0,052	0,001	0,056	0,002	0,056	0,001	0,058	0,004	0,065	0,003
5 Sabinene	1,678	0,015	1,647	0,028	1,623	0,041	1,717	0,104	1,764	0,092	1,882	0,281
6 β -Pinez	10,802	0,073	11,122	0,220	11,923	0,300	12,299	0,337	13,307	0,803	15,628	0,434
7 Metilpiperone	-	-	1,560	0,019	1,529	0,016	1,498	0,025	1,438	0,016	1,321	0,032
8 Mirone	0,058	0,002	0,072	0,001	0,062	0,001	0,080	0,002	0,083	0,002	0,104	0,001
9 Ottavale	0,057	0,002	0,048	0,001	0,062	0,001	0,053	0,002	0,056	0,001	0,044	0,001
10 α -Fellandrene	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
11 δ -3-Carene	0,206	0,002	0,205	0,003	0,212	0,003	0,209	0,003	0,201	0,004	0,206	0,001
12 α -Terpine	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
13 p-Cimene	67,910	0,180	67,807	0,215	66,954	0,357	65,972	0,122	65,205	0,455	61,689	0,843
14 Limonene	0,073	0,010	0,090	0,005	0,103	0,005	0,109	0,004	0,118	0,003	0,140	0,003
15 (Z)- β -Ocimene	0,127	0,008	0,141	0,004	0,156	0,006	0,165	0,008	0,176	0,006	0,221	0,007
16 (E)- β -Ocimene	9,537	0,081	9,558	0,085	9,873	0,119	9,783	0,097	9,776	0,074	10,159	0,124
17 γ -Terpine	0,038	0,001	0,038	0,001	0,034	0,004	0,039	0,001	0,040	0,007	0,037	0,005
18 cis-Sabinene idrato	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
19 Ottanolo	0,398	0,005	0,391	0,005	0,398	0,003	0,393	0,004	0,388	0,011	0,397	0,003
20 Terpinolene	0,028	0,002	0,024	0,001	0,022	0,001	0,018	0,001	0,018	0,001	0,024	0,003
21 trans-Sabinene idrato	0,111	0,014	0,096	0,003	0,085	0,002	0,101	0,023	0,092	0,015	0,099	0,010
22 Linalolo	0,109	0,015	0,108	0,014	0,126	0,010	0,112	0,006	0,107	0,001	0,170	0,041
23 Nonanale	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
24 cis-Limonene ossido	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
25 trans-Limonene ossido	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
26 Camfene	0,089	0,005	0,094	0,002	0,089	0,005	0,098	0,002	0,092	0,012	0,068	0,006
27 Citronellale	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
28 Bornolo	0,040	0,005	0,040	0,004	0,038	0,005	0,047	0,010	0,048	0,004	0,054	0,002
29 Terpine-4-olo	0,158	0,006	0,153	0,008	0,137	0,002	0,147	0,020	0,150	0,004	0,173	0,008
30 α -Terpineolo	0,039	0,006	0,051	0,005	0,050	0,002	0,059	0,006	0,060	0,003	0,066	0,004
31 Decanale	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
32 Otile acetato	0,036	0,005	0,029	0,002	0,025	0,002	0,030	0,006	0,041	0,011	0,062	0,004
33 Nerolo e Citronello	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
34 Carbonilico	0,857	0,034	0,838	0,050	0,729	0,042	0,728	0,024	0,635	0,074	0,533	0,042
35 Nerale	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
36 Piperitone	0,037	0,015	0,029	0,004	0,023	0,002	0,040	0,015	0,031	0,003	0,042	0,006
37 Geraniolo	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr

	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
38 Ceraiale	1,480	0,066	1,422	0,102	1,238	0,087	1,245	0,048	1,081	0,138	0,908	0,068
39 Perillaldeide	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
40 Bornile acetato	0,037	0,006	0,032	0,005	0,030	0,009	0,034	0,010	0,043	0,008	0,038	0,003
41 Undecanale	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
42 Nonile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
43 Metilgeraniolo	0,023	0,003	0,023	0,004	0,025	0,003	0,029	0,002	0,030	0,004	0,020	0,003
44 Citronellile acetato	0,355	0,023	0,333	0,024	0,313	0,026	0,342	0,014	0,350	0,042	0,310	0,013
45 Nerile acetato	0,331	0,022	0,377	0,028	0,409	0,039	0,473	0,034	0,504	0,033	0,588	0,031
46 Geranile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
47 Dodecanale	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
48 Decile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
49 (E)-Carionillene	0,252	0,014	0,226	0,013	0,227	0,015	0,237	0,018	0,244	0,029	0,266	0,020
50 <i>trans</i> - α -Bergamottene	0,334	0,014	0,318	0,022	0,316	0,025	0,346	0,025	0,376	0,037	0,409	0,026
51 α -Limonene	0,012	0,007	0,014	0,001	0,014	0,001	0,014	0,002	0,016	0,003	0,017	0,002
52 (E)- β -Pinarosene + (Z)- β -Santalene	0,047	0,003	0,042	0,002	0,041	0,003	0,046	0,004	0,046	0,007	0,053	0,006
53 γ -Muroloene	tr	-	tr	-	tr	-	0,017	0,002	0,022	0,006	0,023	0,002
54 Germacrene D	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
55 Sesquiterpene	0,008	0,001	0,016	0,001	0,016	0,001	tr	-	tr	-	tr	-
56 Valencene	0,017	0,001	0,015	0,002	0,019	0,001	0,017	0,002	0,024	0,003	0,046	0,014
57 Bicyclodermacetone	0,057	0,004	0,038	0,003	0,034	0,003	0,033	0,007	0,043	0,004	0,044	0,002
58 (Z)- α -Bisabolene	0,041	0,002	0,038	0,003	0,037	0,004	0,041	0,007	0,045	0,006	0,051	0,004
59 β -Bisabolene	0,487	0,025	0,460	0,039	0,452	0,047	0,499	0,048	0,532	0,055	0,617	0,044
60 γ -Elemene	0,020	0,006	0,016	0,002	0,027	0,004	0,021	0,002	0,022	0,004	0,022	0,003
61 Termodenale	0,018	0,002	0,013	0,009	0,016	0,005	0,013	0,006	0,019	0,002	0,023	0,004
62 2,3-dimetil-3-(4-metil-3-pentenil)-2-Norboanolo	0,018	0,001	0,017	0,002	0,017	0,003	0,020	0,003	0,024	0,004	0,029	0,004
63 Camferenolo	0,018	0,001	0,017	0,003	0,017	0,002	0,018	0,003	0,022	0,005	0,025	0,003
64 α -Bisabololo	0,026	0,005	0,024	0,004	0,038	0,016	0,029	0,007	0,031	0,007	0,040	0,010
65 Noodalotone	0,031	0,005	0,023	0,006	0,024	0,013	0,022	0,007	0,025	0,007	0,025	0,005
Idrocarburi	95,945	0,156	95,904	0,287	96,405	0,217	95,838	0,444	96,152	0,402	95,670	0,803
Monoterpeni	94,669	0,203	94,772	0,316	95,225	0,299	94,569	0,367	94,780	0,520	94,123	0,862
Sesquiterpeni	1,276	0,048	1,182	0,083	1,180	0,090	1,269	0,101	1,371	0,122	1,547	0,105
Composti ossigenati	3,938	0,157	3,851	0,228	3,544	0,186	3,723	0,181	3,523	0,294	3,434	0,113
Composti carbonilici	2,719	0,112	2,651	0,159	2,363	0,142	2,391	0,081	2,142	0,226	1,934	0,085
Alcoli	0,511	0,020	0,466	0,025	0,435	0,016	0,489	0,071	0,497	0,018	0,583	0,028
Esseni	0,709	0,039	0,734	0,048	0,747	0,062	0,844	0,048	0,884	0,069	0,918	0,041
Rotazione ottica	+64	0,273	+64	0,262	+63	0,419	+62	0,380	+60	0,998	+57	0,215
Aldeidi totali %	3,150	0,084	3,210	0,064	2,975	0,108	2,818	0,089	2,546	0,052	2,205	0,090
Valore CD	0,58	0,011	0,59	0,017	0,55	0,017	0,53	0,006	0,48	0,013	0,46	0,017
Resa in olio essenziale (per mille)	4,37	0,101	4,19	0,154	3,89	0,110	3,69	0,098	3,50	0,078	3,54	0,076

	Luglio		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
1 Triciclene	0,009	0,001	0,008	0,001	0,008	0,002	0,008	0,003	0,009	0,002
2 α -Terpine	0,405	0,019	0,427	0,022	0,449	0,020	0,432	0,013	0,437	0,005
3 α -Pineene	1,981	0,082	2,056	0,075	2,003	0,110	1,980	0,028	1,951	0,019
4 Camfene	0,067	0,002	0,068	0,003	0,065	0,003	0,061	0,004	0,059	0,002
5 Sabinene	2,061	0,119	2,324	0,064	2,189	0,118	2,050	0,016	1,983	0,046
6 β -Pineene	15,926	0,820	15,187	0,331	13,616	1,221	12,400	0,164	12,196	0,091
7 Mistleptenone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Microene	1,321	0,035	1,406	0,027	1,446	0,045	1,526	0,001	1,513	0,020
9 Ottanale	0,106	0,004	0,026	0,002	0,025	0,001	0,029	0,004	0,026	0,001
10 α -Fellandrene	0,040	0,001	0,026	0,002	0,024	0,002	0,029	0,004	0,026	0,001
11 β -3-Carene	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
12 α -Terpineene	0,203	0,002	0,195	0,003	0,204	0,005	0,209	0,003	0,198	0,015
13 β -Cimene	-	-	0,083	0,015	0,093	0,016	0,063	0,016	0,062	0,016
14 Limonene	61,601	0,536	62,953	0,298	64,279	1,133	66,054	0,072	66,249	0,170
15 (Z)- β -Ocimene	0,128	0,004	0,083	0,002	0,072	0,006	0,058	0,001	0,060	0,003
16 (E)- β -Ocimene	0,202	0,012	0,090	0,067	0,127	0,006	0,111	0,003	0,119	0,007
17 γ -Terpineene	9,959	0,177	9,743	0,052	9,807	0,151	9,476	0,052	9,665	0,102
18 <i>cis</i> -Sabinene idrato	0,036	0,006	0,038	0,002	0,036	0,005	0,041	0,001	0,041	0,004
19 Ottanolo	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
20 Terpinolene	0,386	0,010	0,376	0,006	0,398	0,014	0,396	0,003	0,391	0,009
21 <i>trans</i> -Sabinene idrato	0,022	0,004	0,024	0,001	0,027	0,004	0,032	0,002	0,030	0,001
22 Linalolo	0,088	0,006	0,118	0,014	0,136	0,020	0,139	0,030	0,118	0,018
23 Nonanale	0,193	0,007	0,122	0,013	0,120	0,004	0,121	0,005	0,135	0,018
24 <i>cis</i> -Limonene ossido	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
25 <i>trans</i> -Limonene ossido	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
26 Canfora	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
27 Citronellale	0,064	0,006	0,067	0,006	0,060	0,006	0,070	0,001	0,073	0,003
28 Borneolo	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
29 Terpinen-4-olo	0,062	0,003	0,065	0,008	0,062	0,002	0,045	0,001	0,048	0,004
30 α -Terpinolo	0,181	0,010	0,182	0,023	0,193	0,016	0,176	0,003	0,177	0,008
31 Decanale	0,068	0,006	0,057	0,003	0,049	0,008	0,043	0,008	0,048	0,008
32 Ottile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
33 Nerolo e Citronellolo	0,077	0,002	0,099	0,014	0,073	0,013	0,042	0,002	0,037	0,002
34 Carballico	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
35 Neral	0,479	0,045	0,572	0,083	0,647	0,107	0,822	0,007	0,866	0,012
36 Piperitone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37 Geraniolo	0,037	0,004	0,022	0,005	0,037	0,007	0,025	0,001	0,031	0,004

	Luglio		Settembre		Ottobre		Novembre		Dicembre	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
38 Geraniolo	0,795	0,064	0,920	0,129	1,027	0,203	1,368	0,022	1,452	0,021
39 Perillaldeide	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
40 Bornile acetato	0,048	0,008	0,050	0,011	0,042	0,009	0,038	0,001	0,038	0,014
41 Undecanale	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
42 Nonile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
43 Metilgeranoio	0,025	0,002	0,021	0,004	0,019	0,002	0,017	0,001	0,018	0,003
44 Citronellile acetato	0,356	0,058	0,472	0,071	0,428	0,064	0,305	0,010	0,311	0,008
45 Nobile acetato	0,553	0,031	0,448	0,067	0,353	0,075	0,223	0,004	0,276	0,037
46 Geraniile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
47 Dodecanale	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
48 Decile acetato	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
49 (E)-Cariofillene	0,326	0,039	0,221	0,023	0,224	0,014	0,215	0,011	0,213	0,008
50 <i>trans</i> - α -Bergamottene	0,401	0,070	0,334	0,094	0,314	0,008	0,298	0,001	0,305	0,006
51 α -Umulene	0,027	0,005	0,033	0,005	0,010	0,001	0,010	0,001	0,010	0,001
52 (E)- β -Farnesene + (Z)- β -Santalene	0,056	0,009	0,018	0,006	0,028	0,002	0,004	0,004	0,020	0,002
53 γ -Mircolene	0,026	0,004	0,018	0,012	0,013	0,001	0,013	0,001	0,013	0,002
54 Germacraene D	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
55 Scaquiterpene	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-
56 Valenone	0,055	0,007	0,024	0,005	0,027	0,006	0,018	0,002	0,018	0,002
57 Bicyclgermacrene	0,048	0,007	0,053	0,004	0,059	0,002	0,058	0,004	0,050	0,002
58 (Z)- α -Bisabolene	0,054	0,011	0,040	0,006	0,035	0,003	0,032	0,001	0,034	0,001
59 β -Bisabolene	0,600	0,086	0,488	0,072	0,472	0,038	0,447	0,021	0,439	0,005
60 γ -Elemene	0,025	0,006	0,022	0,003	0,020	0,004	0,016	0,002	0,015	0,001
61 Tencidacnale	0,022	0,005	0,022	0,003	0,017	0,004	0,023	0,001	0,021	0,002
62 2,3-dimetil-3-(4-metil-3-pentenil)-2-Norbornanolo	0,029	0,004	0,019	0,005	0,019	0,006	0,017	0,001	0,018	0,002
63 Camferanolo	0,025	0,004	0,021	0,004	0,021	0,003	0,019	0,004	0,020	0,002
64 α -Bisabololo	0,034	0,001	0,031	0,007	0,028	0,006	0,028	0,001	0,033	0,004
65 Nootatonone	0,021	0,005	0,018	0,011	0,014	0,003	0,021	0,001	0,015	0,001
Idrocarburi	95,909	1,367	96,254	0,434	95,927	0,864	95,965	0,193	96,000	0,250
Monoterpeni	94,294	1,293	95,022	0,574	94,731	0,898	94,850	0,191	94,893	0,244
Sesquiterpeni	1,615	0,207	1,231	0,140	1,196	0,038	1,115	0,002	1,107	0,008
Composti ossigenati	3,319	0,237	3,407	0,448	3,430	0,251	3,624	0,104	3,830	0,036
Composti carbonilici	1,795	0,128	1,847	0,241	2,000	0,303	2,534	0,036	2,673	0,011
Alcoli	0,590	0,031	0,619	0,069	0,630	0,037	0,546	0,053	0,552	0,010
Esteri	0,934	0,087	0,941	0,142	0,800	0,140	0,545	0,015	0,605	0,036
Rossazone ottica	+56	0,615	+57	0,435	+59	1,742	+61	0,071	+61	0,046
Aldeidi tonali %	2,125	0,031	2,390	0,030	2,390	0,182	3,165	0,049	3,243	0,051
Valore CD	0,41	0,010	0,48	0,049	0,55	0,015	0,56	0,006	0,56	0,006
Resa in olio essenziale (per mille)	3,55	0,053	4,95	0,129	4,71	0,202	4,40	0,007	4,30	0,173

Tabella 3 - Composizione media in singoli componenti ed in classi di sostanze degli olii di limone prodotti durante gli anni 1995 e 1984/1993.

	1995		1984/93	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
1 Triciclene	0.008	0.001	0.006	0.001
2 α -Tuiene	0.427	0.006	0.430	0.019
3 α -Pinene	1.921	0.066	1.945	0.067
4 Canfene	0.060	0.001	0.060	0.004
5 Sabinene	1.902	0.076	2.020	0.157
6 β -pinene	13.128	0.362	13.007	1.308
7 Metileptenone	-	-	0.004	0.002
8 Mircene	1.466	0.012	1.444	0.077
9 Ottanale	0.061	0.001	0.060	0.016
10 α -Fellandrene	0.039	0.001	0.054	0.023
11 δ -3-Carene	tr	-	0.005	0.001
12 α -Terpinene	0.204	0.004	0.186	0.025
13 <i>p</i> -Cimene			0.131	0.096
14 Limonene	65,227	0.330	65.225	1.570
15 (Z)- β -Ocimene	0.094	0.002	0.073	0.021
16 (E)- β -Ocimene	0.149	0.018	0.129	0.024
17 γ -Terpinene	9.758	0.039	9.543	0.423
18 <i>cis</i> -Sabinene idrato	0.038	0.002	0.041	0.007
19 Ottanolo	tr	-	0.003	0.002
20 Terpinolene	0.392	0.004	0.379	0.024
21 <i>trans</i> -Sabinene idrato	0.024	0.001	0.033	0.009
22 Linalolo	0.108	0.009	0.109	0.017
23 Nonanale	0.129	0.011	0.110	0.021
24 <i>cis</i> -Limonene ossido	tr	-	0.005	0.004
25 <i>trans</i> -Limonene ossido	tr	-	0.006	0.003
26 Canfora	tr	-	0.007	0.002
27 Citronellale	0.079	0.003	0.093	0.021
28 Borneolo	tr	-	0.005	0.004
29 Terpinen-4-olo	0.050	0.003	0.039	0.011
30 α -Terpineolo	0.166	0.007	0.174	0.034
31 Decanale	0.054	0.002	0.041	0.013
32 Ottilo acetato	tr	-	0.004	0.002
33 Nerolo e Citronellolo	0.050	0.005	0.036	0.019
34 Carbonilico	tr	-	0.011	0.005
35 Nerale	0.701	0.030	0.832	0.131
36 Piperitone	-	-	0.004	0.002
37 Geraniolo	0.032	0.005	0.022	0.006
38 Geraniale	1.176	0.054	1.389	0.216
39 Perillaldeide				
40 Bornile acetato	tr	-	0.004	0.002
41 Undecanale	0.039	0.004	0.022	0.006
42 Nonile acetato	tr	-	0.005	0.003
43 Metilgeranoato	tr	-	0.003	0.001
44 Citronellile acetato	0.023	0.001	0.027	0.009
45 Nerile acetato	0.352	0.023	0.396	0.079
46 Geranile acetato	0.412	0.020	0.424	0.123
47 Dodecanale	tr	-	tr	-
48 Decile acetato	tr	-	tr	-
49 (E)-Cariofillene	0.241	0.009	0.231	0.026
50 <i>trans</i> - α -Bergamottene	0.341	0.019	0.340	0.031
51 α -Umulene	0.016	0.002	0.015	0.003
52 (E)- β -Farnesene + (Z)- β -Santalene	0.038	0.002	0.044	0.009
53 γ -Murolene	0.018	0.004	0.009	0.003
54 Germacrene D	tr	-	0.008	0.004
55 Sesquiterpene	0.013	0.004	0.018	0.003

56 Valencene	0.025	0.004	0.027	0.018
57 Bicyclgermacrene	0.047	0.002	0.066	0.016
58 (Z)- α -Bisabolene	0.041	0.003	0.041	0.007
59 β -Bisabolene	0.499	0.023	0.506	0.057
60 γ -Elemene	0.021	0.002	0.014	0.002
61 Tetradecanale	0.019	0.002	0.010	0.002
62 2,3-dimetil-3-(4-metil-3-pentenil)-2-Norbonanolo	0.021	0.002	0.018	0.004
63 Canferenolo	0.020	0.001	0.019	0.004
64 α -Bisabololo	0.031	0.004	0.022	0.004
65 Nootkatone	0.021	0.004	0.004	0.002
Idrocarburi	95.997	0.373	95.825	0.421
Monoterpeni	94.721	0.355	94.518	0.470
Sequiterpeni	1.281	0.060	1.306	0.127
Composti ossigenati	3.602	0.110	3.913	0.339
Composti carbonilici	2.277	0.089	2.562	0.335
Alcoli	0.538	0.021	0.487	0.082
Esteri	0.787	0.041	0.856	0.178
Rotazione ottica	+60	0.491	-	-
Aldeidi totali %	2.750	0.043	-	-
Valore CD	0.52	0.013	-	-
Resa in olio essenziale (per mille)	4.10	0.056	-	-

BIBLIOGRAFIA

- 1) G. Dugo, G. Licandro, A. Cotroneo, Giacomo Dugo: *Essenze Derivati Agrumari*, **53**, 173 (1983).
- 2) G. Licandro, G. Dugo, G. Lamonica, A. Cotroneo: *Essenze Derivati Agrumari*, **54**, 22 (1984).
- 3) A. Cotroneo, A. Verzera, G. Lamonica, G. Dugo: *Flavour Fragr. J.*, **1**, 69 (1986).
- 4) A. Cotroneo, G. Dugo, G. Licandro, C. Ragonese, G. Di Giacomo: *Flavour Fragr. J.*, **1**, 125 (1986).
- 5) A. Cotroneo, A. Verzera, G. Dugo, Giacomo Dugo, G. Licandro: *Industria delle Bevande*, **17**, 209 (1988).
- 6) A. Trozzi, A. Verzera, R. Del Duce, A. Cotroneo: *Essenze Derivati Agrumari*, **63**, 375 (1993).
- 7) J. W. Sale: *J.A.O.A.C.*, **36**, 1188 (1953).