



*Istituto Tecnico Industriale
Stanislao Cannizzaro - Catania
Anno Scolastico 2010-2011
Classe VA Chimica*

Solventi alla frutta

Dagli agrumi di Sicilia solventi ecocompatibili



PREMESSA

Il lavoro eseguito dai docenti e dagli allievi della classe VA Chimica si è basato nell'approfondire le novità nel campo della chimica "verde sostenibile" che mira a rimpiazzare l'uso e la produzione di composti tossici e pericolosi con prodotti ecocompatibili. Le nuove frontiere della chimica stanno indirizzando la ricerca su prodotti a sempre minor impatto ambientale, a favore della salute dell'uomo e dell'ambiente che lo circonda.

La classe VA Chimica, ha **studiato e prodotto** i terpeni di arancio e limone; estratti dagli oli essenziali, che possono essere utilizzati come solventi ecocompatibili in sostituzione ai solventi sintetici, dannosi per l'ambiente.

A tal proposito dopo un attento esame sui principali solventi sintetici utilizzati in svariati settori (vedi edilizia comune), gli allievi hanno analizzato alcuni solventi naturali quali alcol etilico, olio di arancio, olio di lino, essenze di limone e terpeni di arancio.

Dalle bucce di agrumi mediante estrazione si ottengono i terpeni che si distinguono dai solventi sintetici per la componente naturale e per il basso impatto ambientale nello smaltimento.

Gli allievi hanno **prodotto oli essenziali** mediante una **distillazione in corrente di vapore** delle bucce di agrumi ed hanno rielaborato e approfondito l'argomento dei solventi ecocompatibili presso il C.R.A - Centro di ricerca per l'agrumicoltura e le colture mediterranee di Acireale (Ct.) e l'I.C.B (Istituto di Chimica Biomolecolare) di Catania.



C.R.A Centro di ricerca per l'agrumicoltura di Acireale

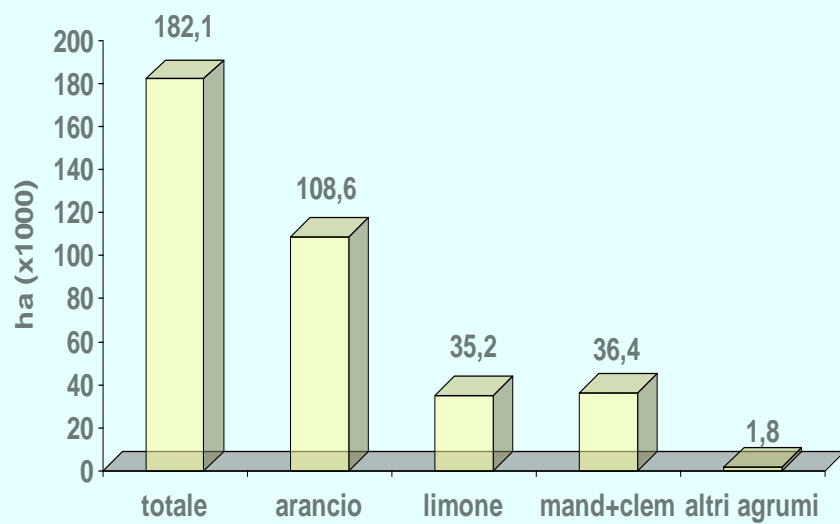


CNR - Catania

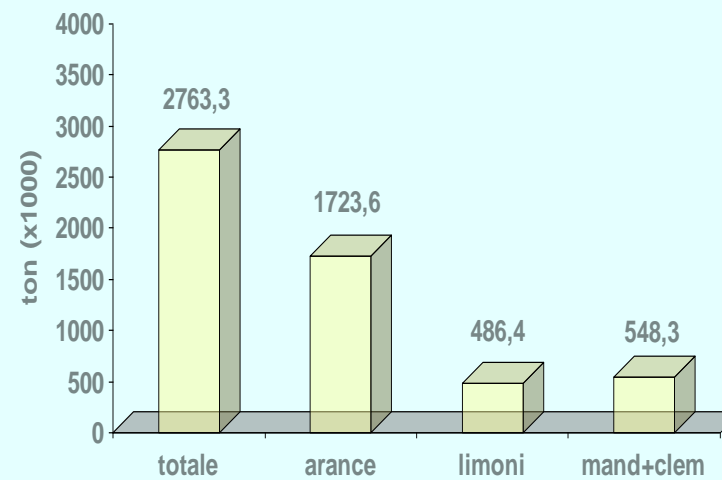
Introduzione

L'Italia è uno dei principali Paesi produttori di agrumi del Bacino del Mediterraneo con una superficie investita di oltre 170,000 ha e una produzione media negli ultimi cinque anni di tre milioni di tonnellate; si colloca al secondo posto dopo la Spagna, che con 4,8 milioni detiene il primato.

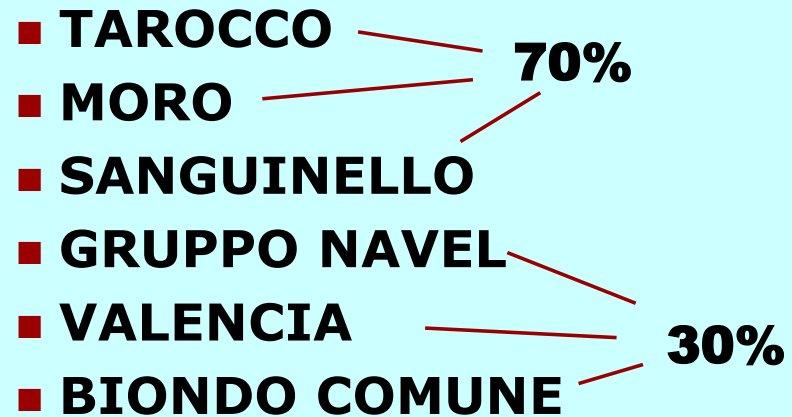
SUPERFICI COLTIVATE AD AGRUMI IN ITALIA



PRODUZIONE DI AGRUMI IN ITALIA



Varietà arance



La specie di agrumi maggiormente coltivate nel nostro Paese sono nell'ordine l'arancio, il limone, il clementino e il mandarino. In Sicilia le zone di produzione sono localizzate nella piana di Catania, dove primeggia la produzione del sanguinello e del moro, zone di produzione sono localizzate nelle province di Palermo, dove è presente la coltura del



Moro



Tarocco



Mandarino



Limone Monachello

mandarino, di Ragusa e Agrigento nelle quali sono presenti in prevalenza le cultivar di arancio “Navelina” e “Washington navel”, oltre a discrete quantità di clementine e aliquote poco rappresentative di biondo comune.

Attualmente la principale destinazione degli agrumi siciliani è il mercato interno del frutto fresco, il quale da solo assorbe quote che si aggirano intorno al 50 –60% dell’intera produzione. L’esportazione interessa, invece, solo il 6–8 %; il resto del prodotto è avviato alla trasformazione industriale.

Le quantità di agrumi avviati all’industria negli ultimi venti anni sono andate progressivamente aumentando, passando da una media di 351.000 tonnellate del 1971/1976 all’860.000 degli ultimi cinque anni registrando così un aumento pari al 145%. Le cause che hanno determinato tale andamento sono ascrivibili principalmente al progressivo tracollo delle esportazioni e alla conseguente congestione del mercato interno del frutto fresco.

Questo fenomeno è orientato sempre più la destinazione degli agrumi italiani verso la trasformazione industriale. Alla luce di quanto esposto è facilmente rilevabile come l’industria di trasformazione sia chiamata a svolgere un ruolo sempre più importante nell’ambiente agrumicolo nazionale.

Tutti i processi di trasformazione utilizzati nell’industria agrumaria danno origine a tre prodotti principali : **succo, olio essenziale e pastazzo**. Le percentuali relative di ogni singolo elemento per unità di prodotto trasformato, è all’incirca del 35 - 45% per il succo, dello 0,2-0,5% per l’olio essenziale e del 55 -65% per il pastazzo.

I primi due costituiscono i prodotti principalmente vendibili, il terzo viene, invece, considerato sottoprodotto a basso valore o scarto di lavorazione.

PRODOTTI DERIVATI DALLA TRASFORMAZIONE DELLE ARANCE



Anziché mandare al macero tonnellate di agrumi per mantenere il prezzo sul mercato, sarebbe opportuno utilizzare le bucce di agrumi per trasformarli in solventi per vernici.



La buccia dell'arancia, infatti, è ricca di terpeni, composti organici che costituiscono gli oli essenziali e le resine naturali, e che possono essere usati per produrre solventi e detergenti senza alcun effetto tossico, corrosivo, inquinante; di pigmenti e di pectine, che costituiscono le membrane delle cellule vegetali e che sono usate per addensanti alimentari per marmellate e gelatine; e di farina cellulosa, che può essere utilizzata per produrre carta di ottima qualità, adatta anche per gli alimenti. Negli Stati Uniti, l'utilizzo dei terpeni è una realtà in continua crescita, e sono molte le industrie che usano queste sostanze naturali per la pulizia, ad esempio, di componenti elettronici e come additivi nei saponi. In Italia qualcosa comincia a muoversi. Laboratori di ricerca hanno dimostrato le potenzialità dei residui agricoli e qualche piccola industria ha iniziato a produrre dalla buccia di agrumi vernici e pitture ecocompatibili.



Solventi e vernici ecocompatibili

Nel nostro paese si consumano circa 1.000.000 di tonnellate all'anno tra lacche, vernici, idropitture e protettori per il legno. Ogni famiglia ne utilizza in media 63 Kg, il che significa che ogni famiglia respira circa 25 Kg di solvente l'anno.

I solventi sono sostanze liquide usate su larga scala per diluire o sciogliere un'altra sostanza al fine di ottenere una soluzione. L'acqua è un solvente largamente usato ma non è un buon solvente per molte sostanze organiche che contengono atomi di carbonio e idrogeno. Per questo sono largamente impiegati solventi organici ad esempio nel settore delle vernici, nella rimozione di sostanze protettive da metalli, tessili, nella pulitura a secco di vestiti e in molte applicazioni nel settore chimico. Molti dei solventi organici utilizzati sono solventi clorurati; l'acquisizione di nuove conoscenze tossicologiche e ambientali (quali ad esempio i problemi connessi con l'eco-stabilità e la difficoltà nello smaltimento) sta portando a una revisione critica di questa scelta con una conseguente forte riduzione nel consumo di tali solventi. Certamente la conoscenza di nuovi dati tossicologici e ambientali, unita alla richiesta di standard di sicurezza sempre maggiori sta portando a una continua revisione critica dei solventi impiegati.

La conoscenza dei cicli fotochimici della troposfera (zona dell'atmosfera in cui vivono i sistemi biologici) e in particolare sull'origine del cosiddetto "smog fotochimico" sta attirando l'attenzione sui "Composti Organici Volatili" (in inglese VOC) ivi presenti e sulla necessità di operare un controllo sulle concentrazioni di queste sostanze presenti nell'atmosfera e quindi su tutte le possibili sorgenti d'immissione compreso l'utilizzo dei solventi.

Molte sostanze già dichiarate tossiche, vale a dire la cui tossicità e in alcuni casi la cui carica cancerogena, è dimostrata da studi scientifici, vengono ancora oggi tranquillamente usate. Gli impregnanti che sono impiegati nell'edilizia comune sono tossici così come sono cancerogene alcune sostanze contenute nelle pitture, nelle vernici e nelle colle.

Materiali per il trattamento e la finitura delle superfici di legno, intonaco, ferro così come i prodotti per l'incollaggio sono in genere i più dipendenti dall'industria petrolchimica.

Oggi in questo settore sono utilizzate circa 40.000 sostanze chimiche diverse che molto spesso sono introdotte sul mercato senza un'analisi attenta del loro grado di tossicità per gli esseri viventi e del loro impatto sull'ambiente che ci circonda. Un dato per riflettere: da ogni tonnellata di pitture e vernici evaporano circa 400 kg di solventi tossici per l'uomo e dannosi per l'ambiente.

Tra i componenti delle vernici acriliche o viniliche in particolare, sono presenti solventi alcuni dei quali riconosciuti cancerogeni dal Ministero della Sanità. Nella composizione delle vernici ancora oggi possiamo trovare la presenza di metalli pesanti, molto pericolosi per la salute e per l'ambiente, come il cadmio, il cromo, il mercurio, l'arsenico e il titanio. Ovviamente va tenuto presente che una sostanza ha una carica di pericolosità che varia secondo le tecniche d'uso utilizzate, e secondo la percentuale in cui esse sono presenti nel prodotto finito.

Oggi la Bioedilizia propone l'utilizzo di prodotti che la natura mette a disposizione, senza costi e aggravii aggiuntivi, prodotti a basso impatto ambientale, che permettono di vivere e sentirsi meglio nella propria abitazione.

La soluzione quindi ai solventi tradizionali provenienti dall'industria petrolchimica va cercata in tecniche e sostanze antiche, del tutto naturali.

Tutti i componenti delle vernici e delle pitture utilizzate dalle ditte produttrici di materiali bioedili sono prodotti composti di materie prime naturali rinnovabili, esenti da emissioni nocive, la cui trasformazione avviene nel rispetto della natura, con l'esclusione di materie prime di sintesi petrolchimica.

I componenti sono sempre dichiarati (la cosiddetta etichetta "trasparente"), secondo un codice etico che richiede la massima trasparenza sulla biografia del prodotto.



Finitura colorata per legno:

Ingredienti: olio di lino, resina naturale, estere, pigmentati terrosi e minerali, olio di legno, micro cera , **olio di scorza d'arancia**, isoalifatici.

Idropittura lavabile agli oli naturali:

Ingredienti: acqua, carbonato di calcio, bianco di titanio, olio di semi di lino, talco, cellulosa di metile, **terpene di arancio**, caseina del latte, borace, soia.

Dall'etichetta è evidente che si tratta di composti ottenuti da resine vegetali, oli vegetali, spiriti vegetali, oli essenziali, coloranti vegetali, prodotti di origine animale, sostanze minerali naturali elaborate. L'utilizzo di questi materiali evita le allergie e gli effetti dannosi dei prodotti chimici derivati dal petrolio. I problemi connessi con l'utilizzo dei solventi hanno spinto i chimici a ricercare nuove scelte e altre soluzioni al problema: dimetilcarbonato, esteri dell'acido lattico, fluidi supercritici ed estratti da prodotti naturali (terpeni) sono i prodotti maggiormente studiati in questi ultimi anni. Ora le principali materie prime utilizzate nei solventi ecocompatibili sono l'olio di lino e i terpeni d'arancio. L'olio di lino rappresenta la base dei prodotti naturali, esso è estratto dai semi di lino e serve per la preparazione di vernici e smalti. Le nuove frontiere della chimica stanno indirizzando quindi la ricerca su prodotti a sempre minor impatto ambientale, a favore della salute dell'uomo e dell'ambiente che lo circonda. **Dalle bucce degli agrumi** mediante estrazione, si ottengono i terpeni di arancio. Queste materie prime vegetali non comportano inquinamento. Sono biodegradabili, e conosciute dal ciclo biofisico del "sistema Terra". Il terpene nel tempo tende a ingiallire per cui si non si può utilizzare per vernici bianche e trasparenti.

Differenza tra prodotti sintetici e naturali

Composizione	Prodotti sintetici	Prodotti naturali
Legante	Nei prodotti sintetici il legante rappresenta la resina di base che può essere di diversa natura a secondo della tipologia di prodotto da fare, nelle idropitture ad esempio sono utilizzate le resine viniliche o acriliche. Negli smalti le resine alchiliche o poliuretatiche.	Per i prodotti naturali il legante è rappresentato generalmente da olio di lino, estratto dalle piante, e da altre resine, tipo dammar, colofonia, olio di legno di origine naturale, caseina del latte.
Solvente	Nei prodotti sintetici i solventi più utilizzati sono idrocarburi alifatici (ragia minerale), idrocarburi aromatici (xilolo e toluolo) glicoli, chetoni.	Nei prodotti naturali i solventi utilizzati sono: Alcool etilico, olio di arancio, essenze di limone, terpeni di arancio.
Pigmenti colorati	Generalmente costituiti da ossidi di titanio, arancio molibdato, giallo cromo, ossido di ferro sintetico, da pigmenti organici (prodotti in maggior parte in India e Cina) e da pigmenti rivestiti sintetici.	Nei prodotti naturali i pigmenti di maggior uso sono terre naturali, ossido di ferro e pigmenti derivati dai fiori.
Cariche	Nei prodotti sintetici vengono utilizzati generalmente solfati di bario (bianco fisso) barite, talchi, carbonati, quarzo.	Nei prodotti naturali vengono utilizzati generalmente gesso, calce, carbonato, talchi, quarzi naturali.
Additivi	I prodotti sintetici contengono additivi di varia e diversa natura. addensanti poliuretatici, acrilici, tensioattivi, antischiuma, antiossidanti.	Generalmente gli additivi vengono per lo più utilizzati negli smalti, ad esempio essiccativi senza piombo, conservanti per uso alimentare, acido borico.

I Terpeni

Per OLIO ESSENZIALE s'intende una complessa miscela di svariati componenti ottenuta esclusivamente mediante distillazione/idrodistillazione da una matrice vegetale. Sono chiamati anche oli volatili perché diffondono facilmente nell'aria dove sono percepiti dall'olfatto. Gli oli essenziali sono di norma complesse miscele di decine di differenti composti organici volatili, quali idrocarburi, alcoli, acidi, esteri, aldeidi, chetoni, eteri, fenoli, composti azotati e solforati. I componenti più frequentemente presenti sono i terpenoidi.

Componenti oli essenziali

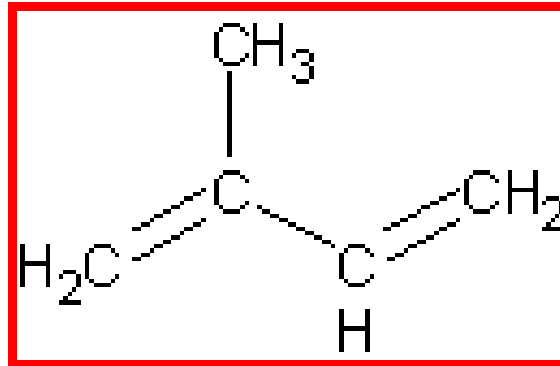
Monoterpeni	
Sesquiterpeni	
Terpeni ossigenati	Alcoli Aldeidi Esteri Chetoni Acidi
Cumarine	
Flavonoidi	
Carotenoidi	
Clorofille	
Steroli	
Tocoferoli	

Classi di componenti presenti nella frazione volatile di differenti oli essenziali

	Arancia	Pompelmo	Mandarino	Limone	Bergamotto
Terpeni	98,6	98,7	98,3	95,8	62
Composti ossigenati	1,2	1,1	1,6	3,9	37,8
Composti carbonilici	0,6	0,87	0,6	2,7	0,8
Esteri	0,05	-	0,4	0,8	29,1
Alcoli	0,5	0,1	0,4	0,4	7,9

Il terpene di arancio non è considerato rifiuto tossico secondo le stesse dichiarazioni dell'EPA (Environmental Protection Agency Americana) importante istituto per la protezione ambientale e non contiene sostanze dannose per lo strato di ozono. Il terpene di arancio è completamente biodegradabile come certificano importanti istituti di chimica universitaria e serve come nutrimento per un batterio del suolo (*Pseudomonias incognita*).

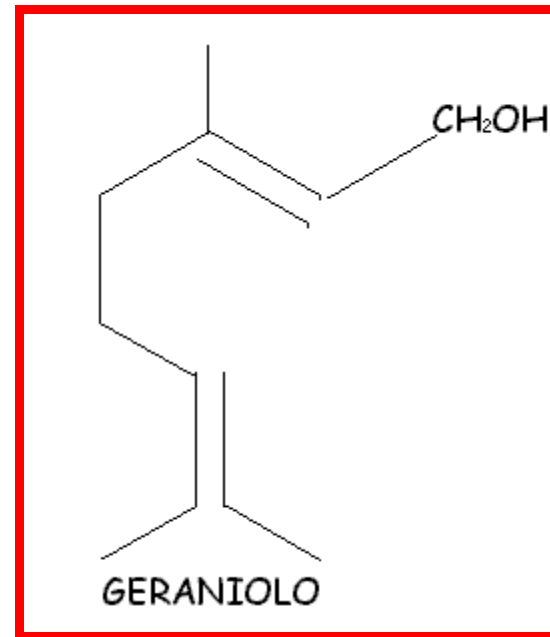
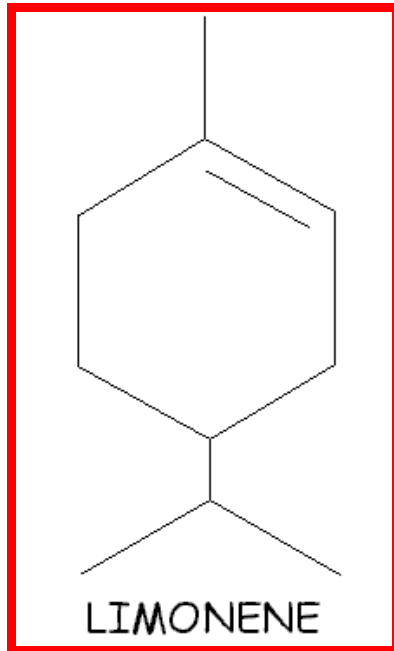
I **terpeni** sono biomolecole costituite da multipli dell'unità isoprenica e possono essere lineari, ciclici o entrambi.



Vengono prodotti da molte piante, soprattutto conifere e da alcuni insetti, sono i componenti principali delle resine e degli *oli essenziali* delle piante, miscele di sostanze che conferiscono a ogni fiore o pianta un caratteristico odore o aroma. Rappresentano anche i precursori biosintetici degli steroidi e del colesterolo. Molti aromi usati nei cibi o nei profumi sono derivati da terpeni.

Sono terpeni il geraniolo, il mentolo, la canfora, il limonene e lo squalene.

I terpeni possono contenere unità isopreniche, più o meno modificate, contenenti elementi diversi da carbonio e idrogeno (terpenoidi); fra questi ci sono composti che assumono una rilevanza particolare: le vitamine liposolubili (solubili nei grassi) A, D, E, K.



Il componente principale degli oli essenziali di agrumi è il D-limonene, comunemente chiamato terpene, che è un idrocarburo insolubile in acqua.

La presenza dei doppi legami facilmente ossidabili porta l'industria chimica agrumaria a eseguire una deterpenazione degli oli essenziali.

I terpeni, separati dagli oli essenziali, sono quindi usati quali solventi ecocompatibili, mentre gli oli deterpenati sono usati nell'industria farmaceutica, alimentare, di cosmesi.

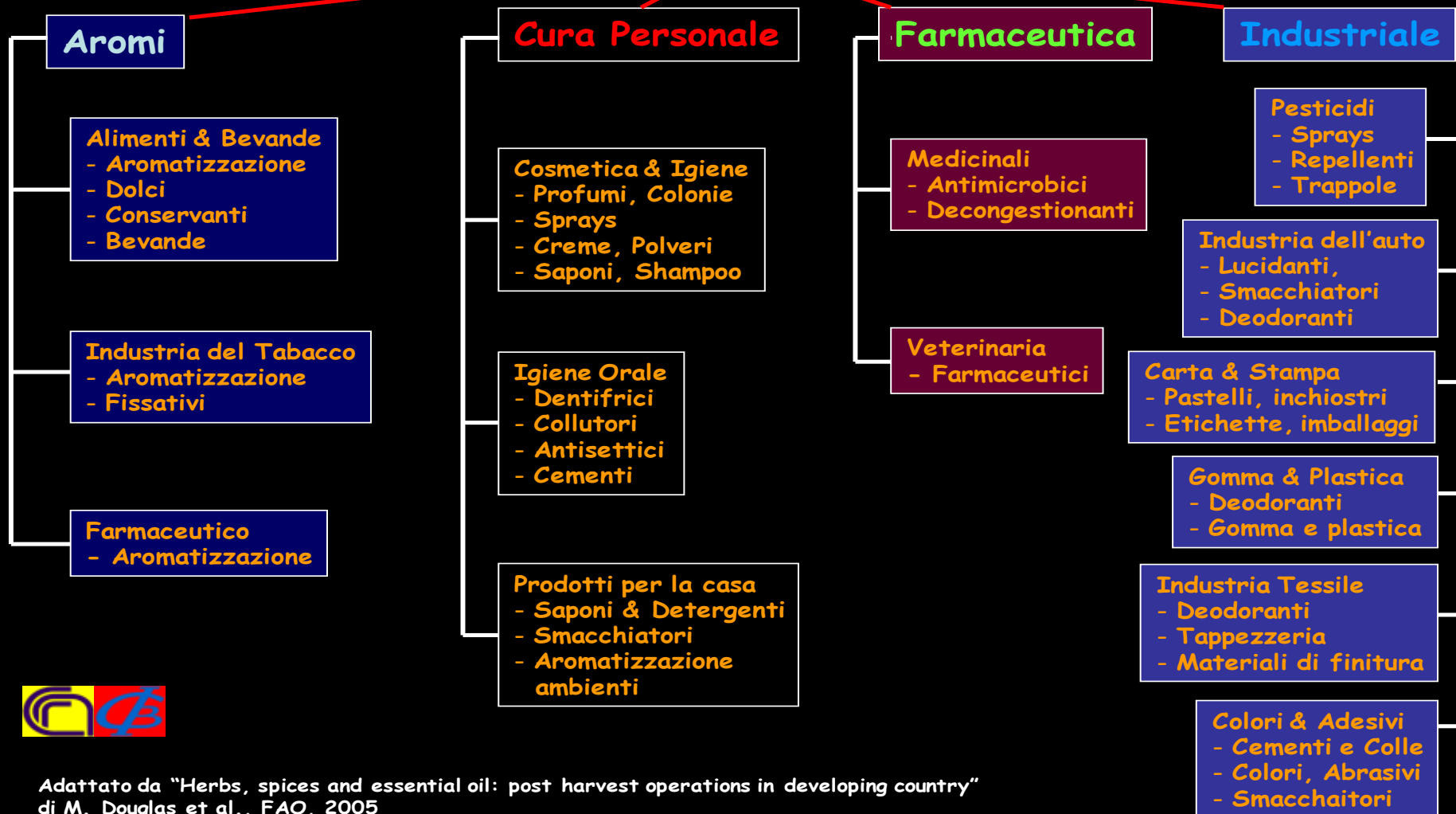
I composti ottenuti per deterpenazione degli oli di agrumi sono composti ossigenati: aldeidi, alcoli, chetoni, eteri, esteri.

E' possibile eseguire la deterpenazione mediante diversi processi, di cui il più vecchio e più diffuso è la separazione dei terpeni per distillazione sotto vuoto; a questa segue la distillazione in corrente di vapore per strappare l'olio deterpenato dagli stearoterpeni e da altri composti cerosi indesiderati.

Le attività biologiche degli oli essenziali sono:

- **Antibatterica;**
- **Antivirale;**
- **Antifungina;**
- **anti-infiammatoria;**
- **Ansiolitica;**
- **Antispastica;**
- **Antiossidante.**

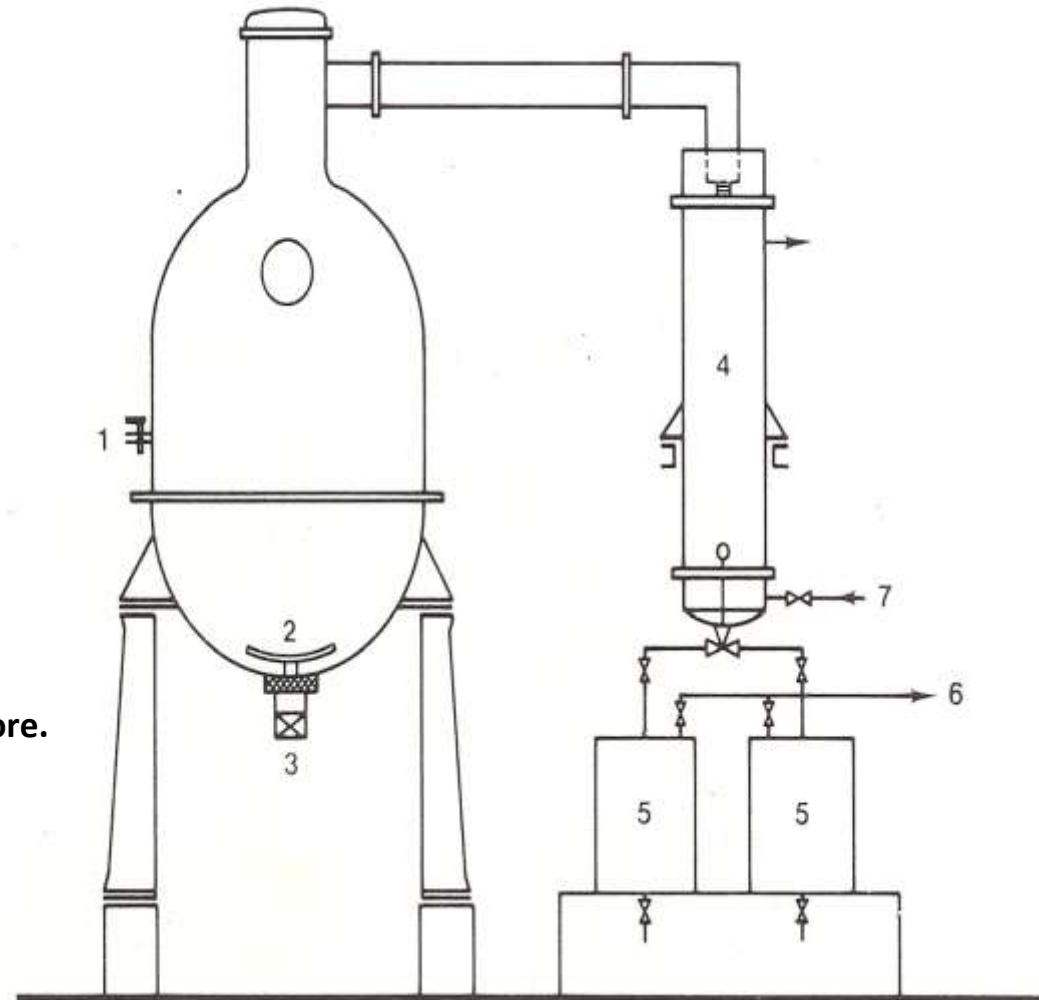
SETTORI DI UTILIZZO DEGLI OLI ESSENZIALI



Adattato da "Herbs, spices and essential oil: post harvest operations in developing country"
di M. Douglas et al., FAO, 2005

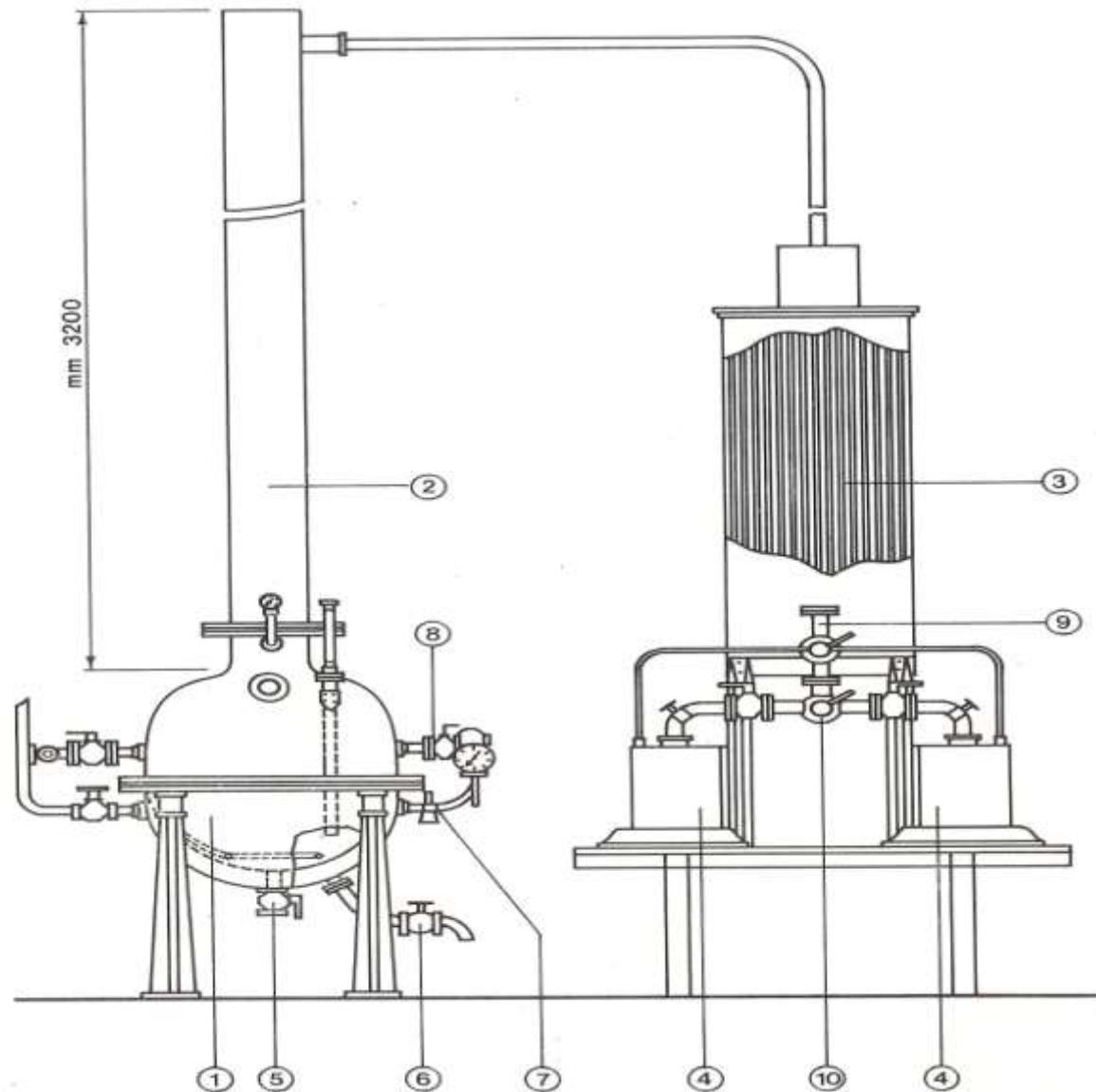
Distillatore per oli essenziali

1. Entrata prodotto - Erogatore vapore;
2. Rubinetto di scarico;
3. Condensatore;
4. Bicchieri raccolta distillato;
5. Presa vuoto;
6. Entrata acqua raffreddamento condensatore.



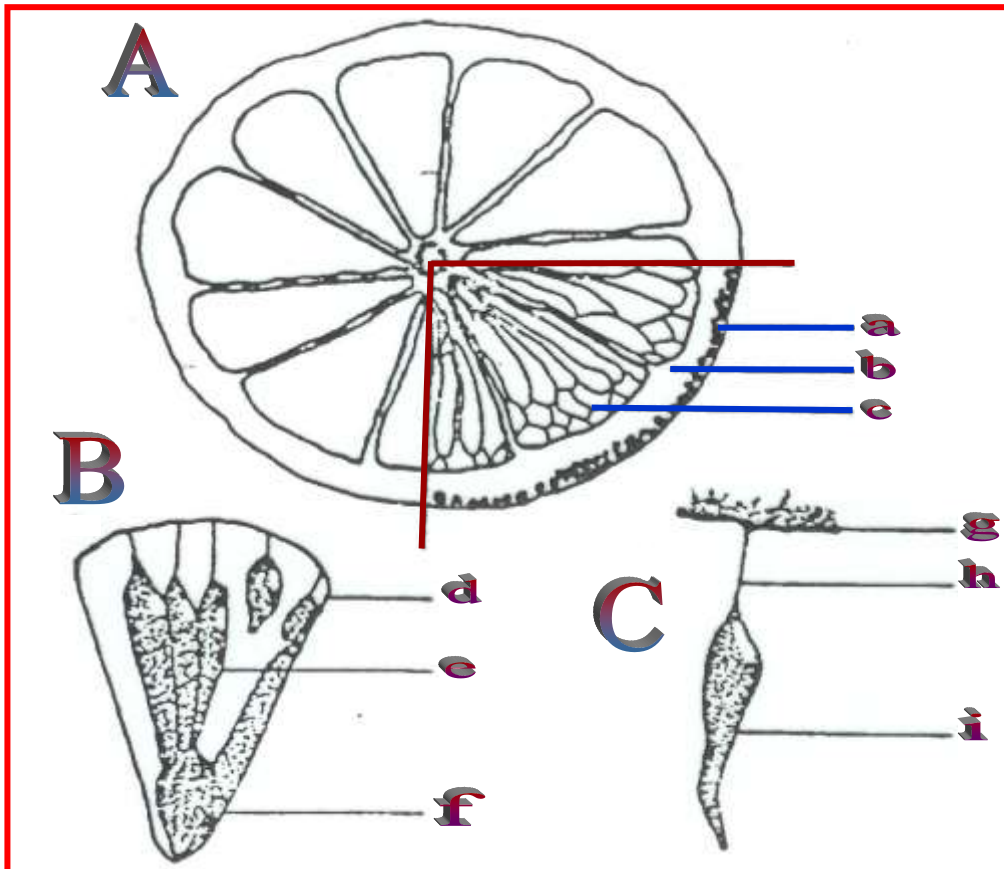
Deterpenatore essenze

1. Bolla a doppio fondo;
2. Colonna di rettificazione;
3. Condensatore a fascio tubiero;
4. Bicchieri di raccolta del distillato;
- 5-10 = rubinetti e valvole.



Estrazione degli oli essenziali nel laboratorio della scuola

L'esperienza di laboratorio ha portato gli studenti a produrre un solvente ecocompatibile (terpene d'arancia) partendo dalle bucce dell'agrume. Gli oli essenziali (i terpeni) sono contenuti nella scorza, all'interno di particolari organelli cellulari detti vacuoli: la rottura delle pareti della cellula e dei vacuoli ottenuta per schiacciamento, spezzettamento e riscaldamento, consente la fuoriuscita degli oli in esso contenuti.



SEZIONE DI UN AGRUME

Sezione trasversale A

- a: epicarpo (flavedo) con gli otricoli contenenti l'essenza;
- b: mesocarpo (albedo);
- c: endocarpo formato da vari segmenti (spicchi) dentro i quali si trovano le vescicole (cellule) contenenti il succo.

Segmento B

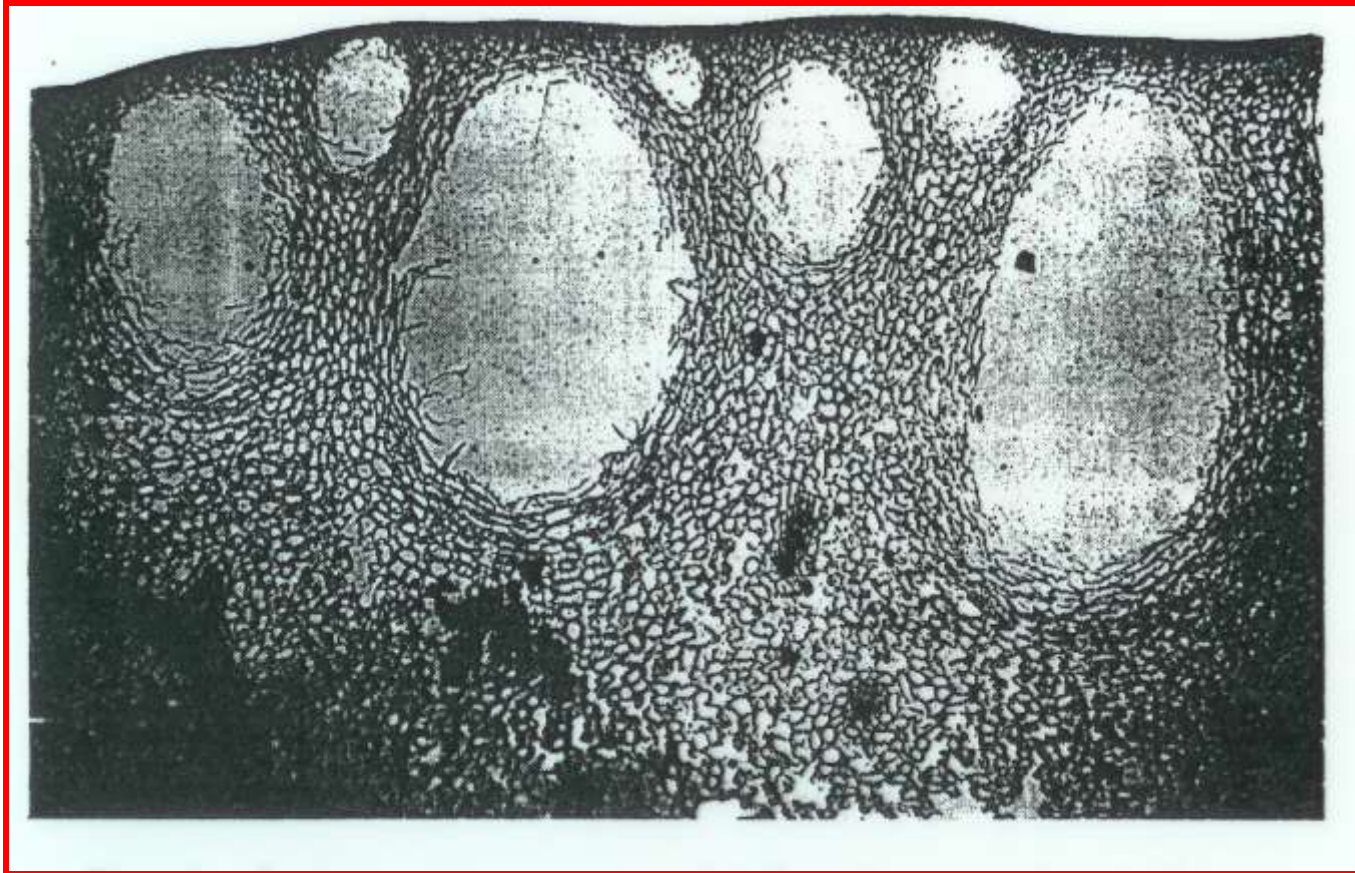
- d: parete che delimita lo spicchio;
- e: vescicola che origina dalla parete esterna del segmento;
- f: seme.

Vescicola separata C

- g: parete esterna del segmento;
- h: pelo;
- i: "cellula" contenente il succo.

Mettendo le bucce a contatto con il vapore d'acqua, le cellule oleifere si gonfiano, la membrana cellulare si rompe per la pressione interna, le goccioline di olio sono liberate ed evaporano mischiandosi al vapore acqueo.

OLI ESSENZIALI STRATI SOTTOEPIDERMICI DEL FRUTTO



Sezione microscopica del flavedo e sacche oleifere

(Foto fornita dal Centro ricerca per l'agrumicoltura di Acireale CT)

Gli oli essenziali, o le sostanze volatili presenti in una matrice vegetale, o quelle che si formano tramite una serie di trasformazioni si ottengono sfruttando la loro caratteristica fondamentale, cioè di essere molto volatili. Pertanto una distillazione o un'idrodistillazione sono le metodiche più comunemente adottate.

E' stata eseguita una distillazione in corrente di vapore delle bucce d'arancia, a temperatura relativamente bassa (inferiore a 100 °C) evitando così la decomposizione delle sostanze.



ITI "Cannizzaro" Catania - Distillatore in corrente di vapore

La caldaia, munita di un tubo di sicurezza per controllare la pressione del vapore è riempita con acqua per circa la metà del suo volume. Le bucce d'arancia s'introducono nel pallone di distillazione; si porta all'ebollizione l'acqua nella caldaia e, contemporaneamente, si riscaldano le bucce per impedire la condensazione del vapore proveniente dalla caldaia.

Il vapore gorgoglia attraverso il tubo trascinando l'olio essenziale, attraversa la miscela nel pallone ed è condensato nel refrigerante. La miscela formata da acqua e olio essenziale si raccoglie nel recipiente collettore, dove si separa in due strati.

La distillazione s'interrompe quando l'acqua distilla limpida.



Sono illustrate le varie fasi delle operazioni

1) Preparazione della miscela da distillare:

mezzo chilo di bucce d'arancia è privato dall'albedo, tagliate a piccoli pezzi e poi pestate nel mortaio fino a ottenere una polpa abbastanza omogenea che s'introduce in un matraccio da 1 litro.



2) La polpa è stata ricoperta con acqua e lasciata riposare per una notte.



3) Si procede con una distillazione in corrente di vapore. Gli oli essenziali (la parte più volatile della miscela) vengono strippati dal vapore prodotto dalla caldaia contenente acqua e sono distillati insieme al vapore d'acqua.



4) Sono raccolti i primi 250 cc di distillato, l'olio essenziale è separato e raccolto.



La buccia d'arancia fresca contiene circa il 2,2% di olio essenziale costituito principalmente dal limonene, **terpene che su larga scala potrebbe essere utilizzato come "solvente verde"**.

Incontro con l'Istituto di Chimica biomolecolare del CNR di Catania

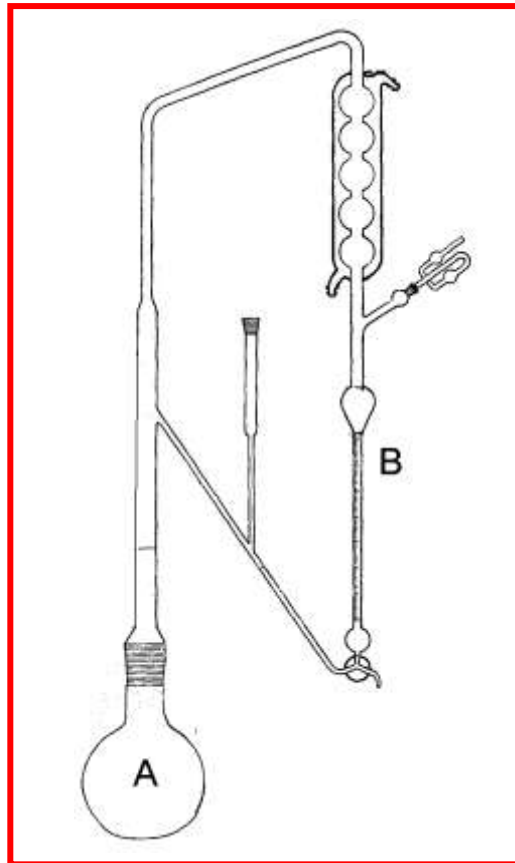
Gli allievi hanno arricchito le proprie conoscenze presso l'I.C.B. del CNR di Catania. Nei laboratori dell'istituto, con un idrodistillatore, sono stati estratti gli oli essenziali dalle bucce d'arancia e in seguito tali oli sono stati analizzati mediante gas cromatografia e spettrometria di massa.

Sono illustrate qui di seguito le varie operazioni.

1) 500g di bucce d'arancia sono inserite in un idrodistillatore.

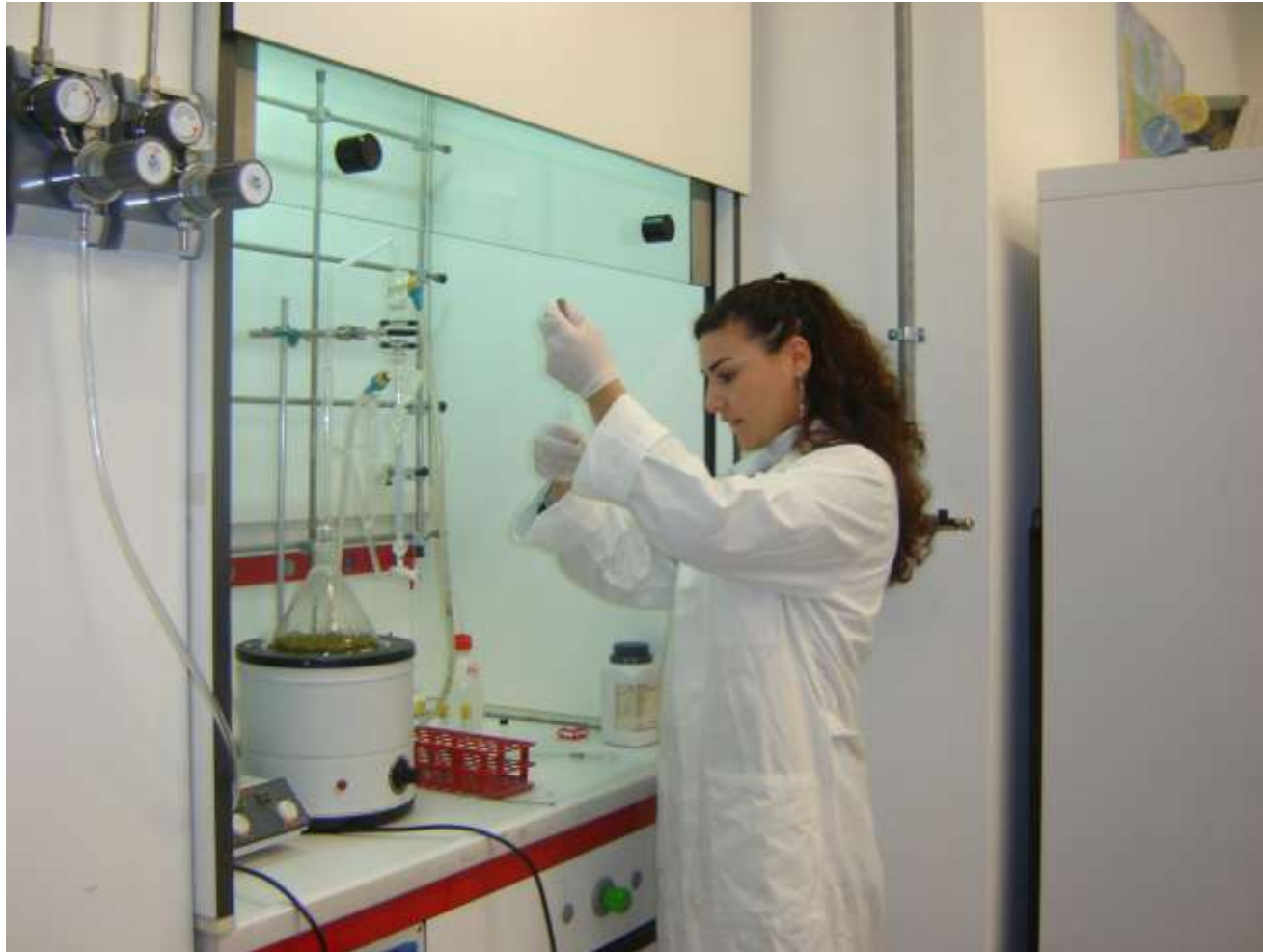


IDRODISTILLATORE



**In A si pone la buccia d'arancia in acqua e si porta a ebollizione, per circa 2-3 ore;
In B si raccoglie l'olio essenziale che si stratificherà sull'acqua, per essere quindi raccolto.**

2) Con una siringa sono prelevati circa 2,5 ml di estratto di olio essenziale.



3) L'olio è solubilizzato in diclorometano: 25 μl di olio in 500 μl di diclorometano.

In seguito è analizzato in gas cromatografia e gas-massa.



Cromatogramma e spettro di massa del limonene estratto dalle bucce d'arancia.

“Varietà Tarocco”



Condizioni operative:

Colonna debolmente polare SPB5 – 15 m x 0,1 mm x 0,1 μ m;

Temperatura con rampa: da 60 °C si aumenta fino a 280 °C per 3°C al minuto;

Flusso: 1 ml/min;

Temperatura iniettore: 250°C;

Temperatura detector: 280°C.

(Sotto il cromatogramma è riportato lo spettro di massa del limonene).

Il picco con tempo di ritenzione di 4.3 minuti è caratteristico del limonene che risulta il componente principale degli oli estratti.



***Istituto di Chimica Biomolecolare – CNR di Catania
Classe VA Chimica
Anno scolastico 2010-2011***

Conclusioni

Il lavoro fatto sugli oli essenziali ha portato gli studenti ad appurare come, sostanze conosciute e usate già dagli antichi Egizi, possano ancora oggi offrire nuove e interessanti prospettive di utilizzo, perché in grado di fornire materie prime per la realizzazione di prodotti naturali innovativi e alternativi ai prodotti di sintesi.

L'uso dei "solventi verdi" è una strada da perseguire perché sono eccellenti solventi biodegradabili e non tossici.

Sono ottenuti da fonti rinnovabili (scarti di lavorazione agroindustriale) e potrebbero sostituire i solventi ora utilizzati e derivati dal petrolio.

Questo lavoro per i ragazzi è da considerare un primo passo di un percorso che li ha portati a guardare con occhi nuovi ciò che già conoscevano e a capire che applicando le loro conoscenze, sia teoriche sia pratiche, è possibile trovare valide soluzioni per cercare di eliminare, problemi come quelli legati al rilascio di composti tossici da parte di vernici e pitture tradizionali, esempio all'interno delle nostre case, dove, fra l'altro, per proteggerci meglio dal freddo, dall'inquinamento esterno o dal rumore, è diventato sempre più difficile avere un buon ricambio dell'aria.

Lo studio e l'interesse per gli oli essenziali, cresciuto grazie ad un'augmentata attenzione degli studenti nei confronti dell'ambiente e della salute umana, potrebbero inoltre portare alla realizzazione di nuove filiere agro-industriali in grado di

sfruttare al meglio le nostre specificità territoriali, e con la consapevolezza che “ **per migliorare il domani spesso è bene guardare al passato**”, il lavoro continua

Lavoro eseguito dagli allievi della classe VA – Indirizzo Chimica.

Coordinatori del progetto:

Prof.ssa Angela Percolla

Prof. Salvatore Consoli

Prof.ssa Maria Palermo



ITI S. Cannizzaro Catania

Via C. Pisacane, 1

Tel: 095 451557 Fax 095 457166

Dirigente Scolastico: Preside S. Indelicato

Sito web: www.cannizzaroct.it