

Innamorarsi della Chimica - Parte 3

Altri cinque progetti

Leonardo Seghetti¹, Liberato Cardellini²

¹I.I.S. Celso Ulpiani, Ascoli Piceno, leonardo.seghetti@tin.it

²Università Politecnica delle Marche, Ancona. l.cardellini@staff.univpm.it

La leucocarpa: l'abbagliante oliva della Magna Grecia

La leucocarpa, detta anche leucolea (*bianca oliva*), è una varietà di olive caratterizzata da piccoli frutti che, durante la maturazione, assumono un colore bianco-avorio. Olive che derivano da antiche varietà originarie dalla Grecia e importate in Italia: le poche piante di leucocarpa sono presenti in soprassuoli della Toscana e un poco più numerose in Calabria. A causa del colore bianco dei frutti, che nella cultura occidentale simboleggiano la purezza, l'olio è stato usato principalmente per scopi religiosi e le piante venivano coltivate nei pressi di chiese e monasteri.

Durante la maturazione, nelle olive ha luogo una degradazione della clorofilla e un aumento della produzione di antociani che danno ai frutti il caratteristico colore nero-blu. Al contrario, nella leucocarpa la sintesi dei pigmenti è bloccata e la diminuzione della clorofilla non comporta un aumento degli antociani (gene MYB; S1, S2, S3). Di piccole dimensioni, hanno forma ovale e polpa carnosa; riportiamo alcuni dati riguardanti le olive utilizzate in questa esperienza. Gli ulivi hanno un'età di circa 90 anni in quanto sono stati piantati negli anni '30;

- Peso totale di 10 olive = 7,78 grammi;
- Peso di 10 noccioli = 2,46 g;
- Peso della polpa di 10 olive = 5,32 g;
- Colore oliva: bianco;
- Colore polpa: bianco;
- Colore dell'olio: bianco, tendente al giallognolo;
- Colore del nocciolo: marroncino ocra.

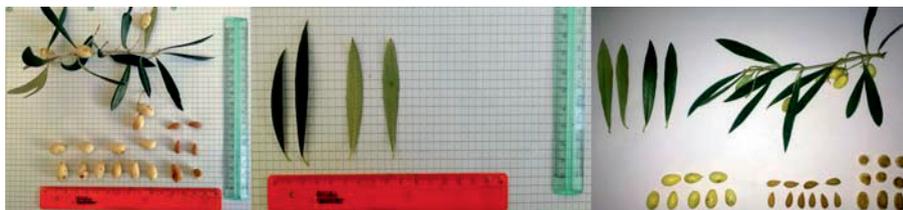


Figura 1. Altre misure su foglie, noccioli e polpa della leucocarpa.

La leucocarpa in salamoia

Per conservare le olive e renderle commestibili si può usare la salamoia. “Le olive raccolte dall’albero non possono essere consumate subito, ma necessitano di un trattamento di lavorazione più o meno lungo che le renda commestibili. Tutto questo avviene utilizzando opportune tecniche di trasformazione che devono, tra le altre, determinare l’eliminazione o la riduzione del principio amaro contenuto nell’oliva. ...Dal punto di vista chimico, l’oleuropeina è un glucoside formato da un estere dell’acido elenolico e dell’idrossitirosolo; può essere idrolizzata in condizioni alcaline (mediante mezzi chimici o deamarizzazione chimica) o da enzimi come la β -glucosidasi (metodo biologico).” (Lanza, Poiana, 2012, p. 5) Per questa operazione è stata usata una ricetta popolare che prevede l’impiego di due salamoie; una soluzione di acqua e sale al 4% e poi una salamoia di acqua e sale al 8%, ottenuta dalla precedente per aggiunta di sale. Per esaltare il sapore è stato aggiunto del finocchio selvatico tagliato in bastoncini di circa 5 cm.



Figura 2. Le olive vengono poste nei vasetti con la salamoia.

Durante il processo di deamarizzazione è stata misurata la variazione di pH ed è stata osservata una diminuzione praticamente continua dovuta ad un aumento dell’acidità libera durante la fermentazione (Tabella 1), dovuta alla formazione di sostanza acide tra le quali l’acido elenolico ed acido lattico dagli zuccheri presenti nella polpa delle olive. (Lanza, Poiana, 2012, p. 8)

Tabella 1. Variazione del pH durante la fermentazione.

GIORNO	SALAMOIA 4%	pH
15 novembre		5.57
19 novembre		5.22
23 novembre	Dopo aggiunta di sale 8%	4.84
5 dicembre		4.98
14 febbraio		4.68
16 maggio		3.95

Usando agriperlite e un radicante per talee (IBA, acido beta indolacetico allo 0,5 % in talco) è stato possibile produrre due nuove piante di leucocarpa. Due talee di leucocarpa immerse in agriperlite sono state mantenute in un ambiente a umidità controllata ed esposti alla luce per due mesi.



Figura 3. A sinistra: noccioli macerati dopo l'estrazione dell'olio. Al centro: gli studenti presentano il loro lavoro. A destra: un rametto di leucocarpa radicato.

La mela rosa dei monti Sibillini

La mela rosa dei Sibillini è un prodotto ortofrutticolo tipico della Comunità montana dei monti Sibillini. Come varietà questa mela ha una lunga storia: conosciuta dai romani e Quinto Orazio Flacco nel 65 a.C. ricorda le saporite “mele del Piceno”. Nel ‘500 la mela rosa era considerata tra le migliori dal Mattioli, che così si esprime parlando delle mele Appie e delle Mele Rose: “imperocchè in queste due specie si ritrova oltre a un aromatico, e gratissimo odore, un sapore molto aggradevole al gusto nel mangiarle.” (Discorsi del Mattioli, 1558, p. 166)

In seguito, “la coltivazione della mela rosa fu abbandonata, per essere poi ripresa soltanto nel 1998, quando vennero raccolte le gemme delle poche piante rimaste per diffonderne i germoplasti e far ripartire la produzione. ... Al di là del suo aspetto incantevole, la nostra mela sembra avere tuttavia altre proprietà magiche, ovviamente mutate da quell'intreccio tra realtà e leggenda che caratterizza qualunque fenomeno nel territorio dei monti Sibillini. Si dice allora che il tempo non ne intacchi la bontà, ma anzi la migliori (infatti la sua serbevolezza è incredibile): nello specifico, se raccolta nella prima metà d'ottobre, si conserva perfettamente sino ad aprile facendosi man mano più gustosa, poiché la polpa compatta e soda va ammorbidendosi. Inoltre, essendo indifferente al freddo, non ha neppure bisogno di trattamenti antiparassitari, cosicché la sua coltivazione è a impatto zero.” (Giacobelli, 2015, p. 176)

Dal punto di vista botanico le mele rosa appartengono alle rosacee. L'albero è vigoroso, rustico e a portamento eretto, molto adattabile e longevo; fiorisce tardivamente ed è quindi adatto alle zone con gelate tardive. Il frutto è medio, rotondeggiante, regolare, schiacciato ai poli. La buccia è

giallo-verdognola, con sfumatura rosa dalla parte del sole, con poche lenticelle evidenti. Il peduncolo è grosso, inserito in una cavità larga e poco profonda. La cavità calicina è poco incavata. La polpa è bianca, croccante, dolce e molto profumata, leggermente acidula anche a maturazione. (S4, Virgili, Neri, 2002)

Considerata la composizione chimica media di queste mele, sono possibili molteplici trasformazioni nell'industria alimentare:

- Confetture
- Succhi e purea
- Sidro
- Liquore distillato di sidro
- Spumante di mela Rosa
- Aceto di mele
- Chips di mela rosa
- Yogurt alla mela rosa
- Liquore a base di mela Rosa ottenuto dai semi
- La birra alla mela rosa
- Estrazione delle pectine
- Produzione di energia

Due progetti sono stati messi in opera utilizzando queste mele: le confetture e i chips di mela rosa. La confettura è un tipo di conservazione della frutta e le fasi di produzione della confettura di mela rosa con aggiunta degli ingredienti sono:

1. Lavaggio e pulizia delle mele;
2. sbucciatura;
3. si toglie il torsolo delle mele e si tagliano a fette;
4. compiuta l'operazione 3, mettere le fette in una ciotola, spruzzandole con il succo del limone per evitare che diventino scure;
5. versarle poi in una larga pentola di acciaio inossidabile e aggiungere un poco d'acqua;
6. portare all'ebollizione e cuocere a fuoco lento, mescolando di continuo, per evitare che il denso miscuglio si attacchi alla pentola; quasi a fine cottura si aggiunge lo zucchero evitando la caramellizzazione;
7. raggiunta la densità voluta della confettura, viene versata in dei vasetti puliti preparati in precedenza e capovolti sul tappo per favorire la pastorizzazione.



Figura 4. La preparazione delle mele per la marmellata.



Figura 5. Altre fasi e uno dei vasetti confezionati.

I chips di mela rosa sono degli snack buoni, salutari e facili da preparare. Le fasi per la preparazione sono le seguenti:

1. Lavare le mele, tagliarle in quattro parti ed eliminare il torsolo.
2. Tagliarle a fette sottili di circa 2-3 millimetri, cosicché il prodotto finito risulti croccante.
3. Si aggiunge del succo di limone.
4. Le fettine vengono disposte nell'essiccatore a circa 70 °C per 5-6 ore.



Figura 6. Operazioni per la produzione dei chips di mela rosa.



Figura 7. Gli studenti preparano le presentazioni.

Con questo breve lavoro si è vista la possibilità di poter utilizzare le mele con calibro minore per la produzione di derivati trasformati, capaci di arricchire la base produttiva con prodotti remunerativi anche dal punto di vista economico. Certamente gli studenti dovevano aver presente il significato di aw (attività dell'acqua) che indica il rapporto tra la pressione di vapore della soluzione e la pressione di vapore dell'acqua pura: quanto più tale rapporto è prossimo a 0,65 tanto più il prodotto alimentare sarà stabile dal punto di vista microbiologico.

Le trasformazioni del miele

Il miele è un alimento conosciuto da millenni e la parola miele sembra derivare dall'ittita *melit*; tutti i popoli dell'antichità ne facevano uso. Gli Egizi usavano deporre accanto alle mummie grandi coppe o vasi ricolmi di miele per il loro viaggio nell'aldilà e ricette a base di miele erano impiegate non solo ad uso alimentare, ma anche medico, per la cura di disturbi digestivi e per la produzione di unguenti per piaghe e ferite. Nel Codice di Hammurabi si ritrovano articoli che tutelano gli apicoltori dal furto di miele dalle arnie. (S5) “di questo prodotto i Romani ...facevano un uso assai vasto, non solo per la preparazione dei dolci, ma anche in tutti gli altri piatti, come pure nelle bevande.” (Jori, 2016, p. 97)

Nel medioevo il miele aveva un ruolo importante nell'alimentazione, seppure ridotto rispetto all'antichità; veniva usato principalmente come agente conservante oltre che dolcificante. Come agente dolcificante perse gradualmente di importanza, soprattutto dopo l'introduzione dello zucchero raffinato industrialmente. Recentemente, in virtù delle riconosciute proprietà terapeutiche, l'uso del miele sta ritornando in voga. (S5)

Ciò che le api producono ha avuto molta importanza nella storia: “Honey offers more than its amazing sweetness. Forget the flavor: making local

honey a regular part of your diet can ease allergy symptoms; it's good for ulcers; and it's full of antioxidants, important for heart health. ... Throughout history, beeswax has been worth considerably more than honey; early European importers brought Ethiopian wax back to their home countries, where it had thousands of uses beyond not quite holding together the wings of Icarus and Daedalus. ... Beeswax was demanded as war reparations and tribute, with tons of wax changing hands at a time. It was even acceptable as currency, as valuable (and more desirable) than cash money." (Readicker-Henderson, 2009, p. 107)

In questi ultimi anni, le api sono in pericolo: "Scientists have discovered that some garden plants are being grown with neonicotinoids impregnated into the plant's tissue. The insecticides cause neurological impairment in the bees. The bees leave the hives and then cannot find their way back. The common practice of transporting hives from place to place to pollinate particular crops further threatens bee populations by spreading diseases and by facilitating ways for mites to attack the bees. Also, in some locations around the world, traditional methods of obtaining honey from the wild have destroyed nesting sites and colonies." (Long, 2017, p. 133). Dalla letteratura si apprende che sono necessarie almeno mille api ed ognuna deve passare cinquemila fiori per la produzione di un kg di miele.

Le api producono il miele utilizzando le sostanze zuccherine raccolte in natura. Le principali fonti di approvvigionamento sono il nettare, prodotto dalle piante da fiori (angiosperme) e la melata, un derivato della linfa degli alberi prodotta da alcuni insetti succhiatori come la metcalfa, che trasformano la linfa trattenendone l'azoto ed espellendone il liquido in eccesso ricco di zuccheri. (S5) Per le piante, il nettare serve ad attirare vari insetti impollinatori e permette di assicurare la fecondazione dei fiori. A causa della loro anatomia – in particolare della lunghezza della proboscide – le api domestiche possono raccogliere il nettare solo da alcuni fiori, che sono detti appunto melliferi. (S7)

La composizione dei nettari varia a seconda delle piante che li producono. Comunque, tutti sono composti principalmente da glucidi, come saccarosio, glucosio e fruttosio, e acqua. Il loro tenore d'acqua può essere importante, e può arrivare fino al 90%. (S5) La produzione del miele inizia nell'ingluvie dell'ape bottinatrice (la cosiddetta borsa melaria), dove il nettare raccolto viene accumulato. Giunta nell'alveare, l'ape rigurgita il nettare, che si presenta molto liquido. L'elaborazione passa alle api operaie, che per 30 minuti digeriscono il nettare scindendo gli zuccheri complessi in zuccheri semplici, utilizzando enzimi come l'invertasi, che hanno la capacità di idrolizzare il saccarosio in glucosio e fruttosio. (S7)

L'elaborazione del nettare termina con la sua disidratazione, per prevenire la fermentazione. Per questo scopo, le api operaie lo depongono in strati

sottili sulla parete delle celle. Le api ventilatrici mantengono nell'alveare una corrente d'aria che determina l'evaporazione dell'acqua. (S8) Quando l'acqua è ridotta ad una percentuale dal 17 al 22%, il miele è maturo. Il miele impiega in media 36 giorni per maturare, ma la durata varia a seconda dell'umidità iniziale del nettare. Infine, viene posto in altre cellette, che una volta piene saranno sigillate. (S8, S9)

Esistono molti tipi di miele dovuti alle tante specie vegetali visitate dalle api: alcune danno origine a mieli monofloreali per la presenza delle stesse piante su vaste aree, in genere più pregiati e dall'aroma deciso e diverse piante concorrono a produrre le varietà millefiori, più delicate. Nei mieli uniflorali c'è comunque una percentuale variabile di miele proveniente da altre piante, perché è impossibile che le api prendano nettare e polline solo da un unico tipo di pianta. A seconda della fiorita da cui viene tratto il nettare, si hanno variazioni di colore, di consistenza del miele ma soprattutto varia il suo sapore e le sue proprietà organolettiche, portando a specifiche differenze di olfatto e gusto: (S5) Con la Direttiva 2001/110/EC del 20 Dicembre 2001 il Consiglio dell'Unione Europea ha stabilito i requisiti e le caratteristiche alle quali il miele deve soddisfare. (S10, Figura 8)

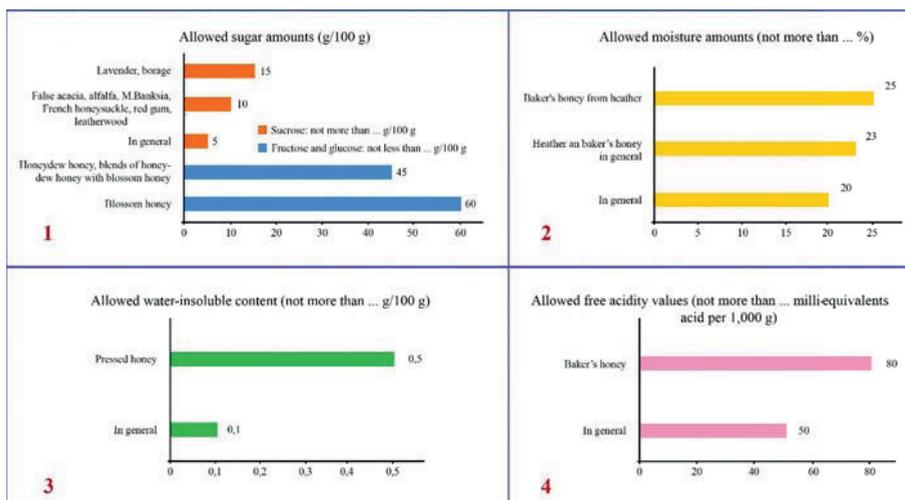


Figura 8. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey, Annex II. 1. (S6) Quantità di zucchero consentite (g/100 g); 2. Quantità di umidità consentite (non più del ... %); 3. Contenuto di sostanze insolubili in acqua consentito (non più di ... g/100 g); 4. Valori di acidità libera consentiti (non più di ... milli-equivalenti di acido per 1.000 g). (Ridisegnato da: Baglio, 2018, pp. 2-7)

Vengono presentate le proprietà farmacologiche e curative e gli oligoelementi: nel miele sono presenti oligoelementi (quali rame, ferro, iodio,

manganese, silicio, cromo, presenti soprattutto nei mieli più scuri), vitamine (A, E, K, C, complesso B), derivati dell'acido caffeico, enzimi e sostanze battericide (acido formico) ed antibiotiche (germicidina). Queste ultime categorie di sostanze consentono di conservare a lungo il miele e ne giustificano l'utilizzo come disinfettante naturale. (S5)

Il miele è stato usato per tre produzioni: idromele, spumante di miele e aceto di miele. (Figura 9) La prima operazione è stata la preparazione delle soluzioni con lieviti (piede di fermentazione) e sono state usate due specie di lievito; lo *Schizosaccharomyces pombe*, che si replica per scissione e lo *Saccharomyces cerevisiae*, che si riproduce per gemmazione. Il ceppo DBVPG 6277 è stato isolato dalla scuola e conservato negli anni da A. Clerici. Poi è stato preparato dell'idromele per la moltiplicazione dei lieviti.

Si pesano con la bilancia 21,9 g di miele che vengono posti in un becher da 250 mL con 100 mL di acqua; si procede al rilevamento degli zuccheri con il rifrattometro e sono stati aggiunti anche 10 g/hl di H3c (acido citrico). Con un'ansa monouso, opportunamente disinfettata col fuoco e fatta raffreddare per pochi secondi, si preleva la patina superiore del lievito allevato in provetta e si mette nel becher contenente la soluzione. Questa viene trasferita all'interno di una beuta, che va chiusa con un tappo di cotone idrofobo e carta argentata (per permettere il passaggio di gas). Si ripete la preparazione per l'altro lievito e infine si mettono le beute nel termostato a 28 °C. Come attivanti della fermentazione sono stati aggiunti solfato e fosfato di ammonio 20 g/hl e 10 g/hl acido citrico. (Figura 9)



Figura 9. Le trasformazioni del miele e la preparazione dei lieviti.

Per azione dei lieviti, lo zucchero si trasforma in alcol e di conseguenza il grado zuccherino si abbassa. Con l'aumento del grado alcolico non è più possibile utilizzare il rifrattometro, perciò si analizza la quantità di zuccheri con il saggio di Fehling. Si comincia con l'analisi degli acidi volatili: si prelevano con l'aspiratore 5 mL di idromele e si mettono nell'acidimetro Juffman. Successivamente si misurano pH e grado alcolico. Si preleva l'idromele dal tino con un becher da 200 mL e si procede alla lettura al pHmetro. Di questi, si mettono 100 mL in un palloncino e si versano nel distillatore elettronico enochimico, si aggiunge ossido di calcio, per neutraliz-

zare gli acidi volatili (che influenzerebbero il grado alcolico) e antischiuma al silicone. Il distillato ottenuto viene versato nel palloncino e si riporta a 100 mL con acqua distillata, si scalda fino a 20 °C e si pesa con la bilancia idrostatica che restituisce il grado alcolico. Quando questo si aggira intorno ai 10 gradi si procede ad imbottigliare.



Figura 10. Bilancia idrostatica per misurare la quantità di alcool e distillatore.

L'idromele è la bevanda fermentata più antica al mondo ed era molto apprezzata anche dai romani: “Il miele serviva anche per preparare l'*hydromeli*”. (Jori, 2016, p. 98) Nel processo di elaborazione dell'idromele si è tenuto conto sia della tradizione che delle moderne tecniche di vinificazione come il controllo della temperatura, l'uso di lieviti selezionati, la filtrazione, l'igiene del laboratorio. Tutto questo al fine di ottenere una bevanda dal gusto gradevole e che possa dar luogo a degli abbinamenti gastronomici che si esaltano a vicenda.

Per la produzione dell'idromele di qualità, vanno considerati i suoi componenti principali: acqua e miele. L'acqua deve essere di sorgente poiché quella del rubinetto contiene cloro, che potrebbe interferire con la vita dei saccaromiceti nella fermentazione. Per quanto riguarda il miele, questo deve essere pulito, dal gusto gradevole e senza tracce di fermentazione; non si fa un buon prodotto con una materia prima di bassa qualità. Per miele pulito si intende miele con modesta presenza di polline e mucillagini; entrambe possono interferire con il gusto finale dell'idromele, perché conferiscono un sapore amarognolo.

I lieviti o fermenti, trasformano gli zuccheri in alcool e come sottoprodotto danno anidride carbonica. Nella fase aerobia, cioè in presenza di os-

sigeno, il lievito si moltiplica mentre nella fase anaerobica prevale il processo fermentativo. Si dovrebbe quindi arieggiare il preparato in una prima fase per far partire bene la fermentazione, per poi chiudere il tino ed applicare un gorgogliatore che permetta ai gas di uscire e all'aria di non entrare.

Sono stati preparati 16 L di soluzione zuccherina a partire dal miele (caratteristiche del miele Brix-umidità) diluito con acqua in modo da ottenere una soluzione zuccherina a circa 16,40 Brix. Si aggiungono 10 g/hl di acido citrico. I due contenitori vengono inoculati con i due ceppi di lievito precedentemente moltiplicati. Ogni giorno viene seguito l'andamento fermentativo misurando la diminuzione del contenuto zuccherino e l'incremento del grado alcolico (Figure 11 e 12).

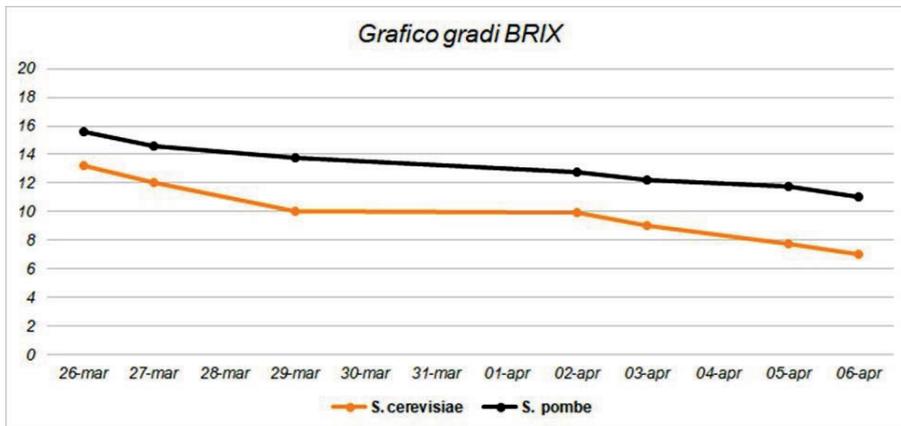


Figura 11. Valori della misura della diminuzione del contenuto zuccherino.

DATA	10/04	13/04	DATA	10/04	13/04
S. cerevisiae	2,85	2,97	S. cerevisiae	2,54	4,46
S. pombe	2,87	2,91	S. pombe	3,01	3,34

Figura 12. Valori del pH e del grado alcolico. Acidità volatile: S. Cerevisiae: 0,07 g/L; S. Pombe: 0,12 g/L.

Completato il processo fermentativo i due prodotti sono stati in parte (8 L) imbottigliati ed etichettati come idromele ed i restati quantitativi sono utilizzati per la produzione di spumante e aceto di miele (Figura 13). Il mosto iniziale è stato utilizzato secondo la seguente suddivisione:

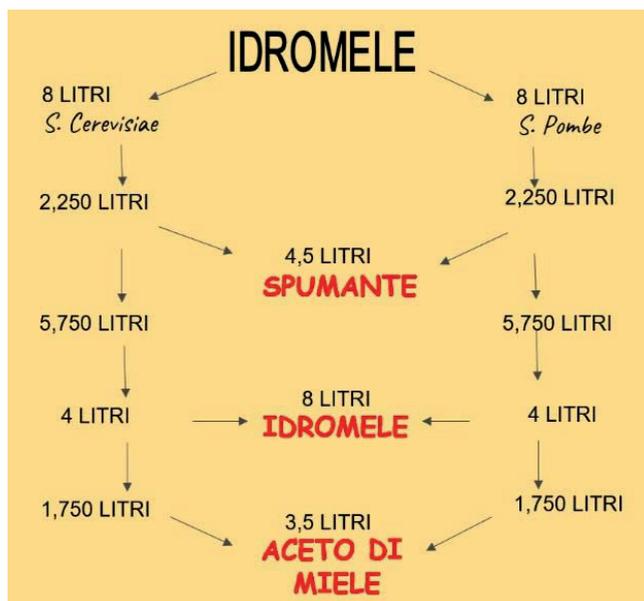


Figura 13. La suddivisione dell'idromele.

Preparazione dello spumante di miele di acacia-millefiori. Vengono prelevati 2,250 L di idromele da entrambi i lieviti per poi mescolarli insieme. Si effettua la spumantizzazione dell'idromele aggiungendo 65 g di zucchero (15 g/L) considerando lo zucchero residuo dell'idromele e 1,0 g di attivante di fermentazione (20 g/hl). Dopo averli miscelati sono stati determinati i gradi zuccherino e alcolico, che risultavano 12% vol; residuo zuccherino 10 g/L. Vengono poi aggiunti zuccheri per raggiungere i 25 g/L: 4,23 g di zucchero/l atm di fermentazione. Successivamente, quanto prodotto è stato imbottigliato con delle bottiglie da spumante resistenti fino a 8 atmosfere di pressione. Si procede alla tappatura provvisoria con bidule e tappo corona maggiorato. Infine, le bottiglie sono state etichettate.

Conosciuto sin dai tempi degli egizi, l'aceto di miele si ottiene dalla fermentazione acetica dell'idromele. Caratterizzato da un sapore acidulo (meno forte dell'aceto di vino), ha un colore dorato e un intenso profumo. Ricco di vitamine, di oligoelementi e sali minerali, possiede molte proprietà benefiche, come è stato riportato. (S11) Per la preparazione, si uniscono entrambi gli idromeli in un'unica soluzione e si effettua una lenta fermentazione dell'idromele. Vengono controllate temperatura ed aerazione, per favorire la formazione e lo sviluppo di batteri acetici (*Acetobacter*). Infine, i batteri ossidano l'etanolo presente e lo trasformano in acido acetico.



Figura 14. I prodotti realizzati dalla trasformazione del miele.



Figura 15. La presentazione dei lavori con il miele.

Due altri progetti

Illustriamo ora gli ultimi due progetti: le spezie e la produzione dello yogurt. Le spezie considerate dagli studenti sono 7: rosmarino, prezzemolo, alloro, basilico, timo, maggiorana e origano. Per ciascuna spezia è riportata la storia, le caratteristiche e gli usi e benefici. Il nome origano è composto da due termini di origine greca: “oros”, che significa montagna, e “ganos”, che significa splendore, quindi “splendore della montagna”. Esso infatti nasce in altura nelle zone più rocciose e impervie, rallegrando il paesaggio con il rosa acceso dei suoi fiori. (S12)

Oltre alle molte notizie e alle leggende che si possono trovare in molti siti, ci sono studi che considerano le spezie dal punto di vista scientifico. “Spices impart aroma, colour and taste to food preparations and sometimes mask undesirable odours. The volatile oils from spices give the aroma and the oleoresins impart the taste. There is a growing interest in the theoretical and practical aspects of the inner biosynthetic mechanisms of the active principles in spices, as well as in the relationship between the biological activity and the chemical structure of these secondary metabolites. The antioxidant properties of herbs and spices are of particular interest in view of the impact of oxidative modification of low-density lipoprotein choleste-

rol in the development of atherosclerosis.” (Parthasarathy, Chempakam, Zachariah, 2008, p. ix)

“The antioxidative activity of the fraction containing the essential oils from oregano ...has been documented in a system where oxidative stress and free radical reactions were induced either by UV irradiation or the superoxide radical.” (Lindberg Madsen, Bertelsen, Skibsted, 1997, p. 179) Questi studi riguardanti i radicali liberi vengono eseguiti con la spettroscopia ESR (Electron spin resonance). Ad esempio, nell’estratto di spezie di origano “have ...been identified as free radicals derived from thymol and carvacrol. Notably, thymol and carvacrol radicals were also present in untreated essential oils indicating the high stability of the radicals and the potential of the compounds as scavengers of oxygen-centred free radicals.” (Lindberg Madsen, Bertelsen, Skibsted, 1997, p. 183)



Figura 16. La presentazione dei lavori delle spezie (a sinistra) e dello yogurt (a destra).

Il processo della fermentazione del latte ha una storia molto lunga: “Fermentation is one of the oldest methods practised by human beings for the transformation of milk into products with an extended shelf-life. The exact origin(s) of the making of fermented milks is difficult to establish, but it could date from some 10-15000 years ago as the way of life of humans changed from being food gathering to food producing. ... It is likely, however, that the origin of yoghurt was the Middle East, and the evolution of this fermented product through the ages can be attributed to the culinary skills of the nomadic people living in that part of the world.” (Tamime, Robinson, 2007, p. 1)

Materiale occorrente per la produzione di yogurt in laboratorio: 1 litro di latte; 1 bustina di fermenti liofilizzati; 1 becher da 250 mL; becco Bunsen; 1 cilindro graduato da 100 mL; termometro da cucina e acqua distillata. È stato usato latte UHT, ovvero latte sterilizzato. Questo perché per produrre lo yogurt si deve avere la certezza che nel latte non ci siano altri batteri, in modo che quelli inoculati, prendano il sopravvento durante il processo di fermentazione. Dalle analisi risulta che il pH del latte è di 6,59, l'acidità è pari a 0,18% di acido lattico e 8° *Soxhlet-H*.

“The complex of fermentative reactions that are normally used in the industry of yoghurts shows extraordinary performances with relation to produced amounts and the qualitative composition of organic acids. In fact, the usual fermentative pathway in the yoghurt manufacture is coincident with the common homolactic fermentation. However, two distinct and important features have to be mentioned:

- The fermentative pathway is carried out by two different bacteria: *Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* (LDB) and *Streptococcus thermophilus* (ST)
- Above-mentioned lactic acid bacteria (LAB) are able to produce notable amounts of organic acids by converting the same substrate (lactose) without competition.” (Baglio, 2014, p. 26)

I fermenti lattici sono un gruppo di microrganismi capaci di metabolizzare il lattosio, lo zucchero più abbondante nel latte e trasformarlo in acido lattico. Il processo fermentativo viene innescato da due tipi di batteri lattici: *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. I batteri lattici hanno subito un processo di liofilizzazione. Questo è un processo che comporta l'eliminazione dell'acqua dalle cellule, per sublimazione. Questo trattamento rende la cellula inattiva, seppure ancora viva, ovvero in stato di quiescenza. È necessario riportare le cellule alla loro vitale attività. Perciò, la prima operazione da fare è quella di riattivarle in acqua distillata.

Il quantitativo di acqua distillata deve essere pari a dieci volte il peso dei batteri (8,5 g); vengono quindi utilizzati 85 mL di acqua distillata alla temperatura di 37 °C. Si prepara la sospensione batterica versando lentamente il contenuto della bustina nell'acqua a 37 °C; in questo modo le cellule riprenderanno vigore.

La sospensione batterica viene poi aggiunta al latte che agisce con un meccanismo protosimbiotico: lo streptococco lavora per primo creando le condizioni affinché il lattobacillo compia l'opera di scissione del lattosio in glucosio e galattosio. Uniti i batteri al latte, si versa il composto nella yogurtiera già dotata di vasetti della capacità di 150 mL. Il latte verrà mantenuto alla temperatura di 45-46 °C per 24 h. Si spegne la yogurtiera e i vasetti di yogurt andranno messi in frigo per farli raffreddare. Infine, si ripete la misurazione del pH dello yogurt che risulta essere di 4,20. Il pH dello

yogurt diminuisce e diventa più acido a causa della produzione di acido lattico; questa riduzione di pH causa la coagulazione delle proteine (che a pH 4,6 raggiungono il punto isoelettrico, in particolare quelle del gruppo della caseina), formando la consistenza dello yogurt.



Figura 17. La produzione dello yogurt.

Dal laboratorio al mercato

Una osservazione acuta è dovuta al gruppo di studenti che hanno sviluppato l'idromele: l'idromele con la i maiuscola non esiste. Internet pullula di ricette spacciate per idromele veloce, e anche quando si parla della ricetta dell'idromele vero si consiglia l'uso di grandi quantità di spezie: cannella, vaniglia, chiodi di garofano, zenzero; che sono il residuo di tecnologie e produzioni antiche. Siamo all'anno zero dell'idromele, il lavoro di sperimentazione e di promozione è ancora tutto da fare; è necessario studiare e proporre abbinamenti gastronomici in grado di valorizzarlo, perché è una bevanda con grande possibilità di sviluppo. Non si dovrebbe mettere sul mercato un prodotto che non sia di qualità elevata, perché rovinerebbe la reputazione di tutti i produttori. La qualità del prodotto va valutata con grande amore, ma con occhio critico, facendolo assaggiare senza negarne gli eventuali difetti (Figura 18) e cercando il modo per eliminarli.



Figura 18. Analisi sensoriale dei due idromeli.

La valutazione sensoriale è stata fatta anche per i due tipi di birra (Figura 19).



Figura 19. Analisi sensoriale dei due tipi di birra: a sinistra, birra bionda “alfa”; a destra: birra rossa “la Ruetta”.

Dato lo scopo formativo e di preparazione alla vita professionale di questi progetti, agli studenti è stato chiesto di preparare i prodotti in modo da proporli per la vendita. L'accattivante confezionamento dei prodotti è un aspetto importante di questo processo; perciò gli studenti hanno preparato delle etichette con tutte le indicazioni di legge. La Figura 20 riporta le etichette per i prodotti derivanti dall'arancio biondo del Piceno.



Figura 20. Etichette per l'elisir d'arancia; la marmellata e i canditi.

La Figura 21 riporta altre etichette:



Figura 21. Etichette per la leucocarpa, la Ruetta e la birra bionda.

È interessante notare come nelle due etichette compaia la specifica ‘stile birraio’: India pale ale e Weizen. In molti paesi lo stile birraio è una specifica importante, perché la medesima marca di birra può avere per il palato degli intenditori caratteristiche differenti. Infatti, “All beer types evolve from the combination of and relationships among 1. Ingredients; 2. Processing; 3. Packaging; 4. Marketing; 5. Culture. ... When we vary these basic elements and their relationships with each other, we create variety and distinct styles.” (Papazian, 2018, p. 36)

Secondo una stima fatta da esperti, nel mondo esistono 150.000 differenti tipi di birra disponibili. “With the development of stylistic awareness in the beer market, beer moves away from being viewed as simply a commodity or just another fad or trendy alcoholic beverage. Many brewmasters and beer enthusiasts already appreciate this, but consumers in most beer markets have little knowledge about the richness of beer’s culture. Beer tradition and stylistic awareness develops passion for the product. Subsequently, beer drinkers and beer enthusiasts become more actively involved in promoting a healthy beer culture. With the appreciation of beer styles and traditions, opportunities for developing unique products emerge. (Papazian, 2018, p.43)

Considerazioni finali

A conclusione del lavoro si possono riassumere i guadagni per gli studenti; oltre alla manualità delle varie operazioni ed esercitazioni, si sono cimen-

tati anche nei calcoli stechiometrici, riguardanti il pH, le diluizioni, la produzione di anidride carbonica ed altri argomenti, oltre al controllo dei processi fermentativi con l'ausilio delle analisi chimiche specifiche. Ciascun gruppo ha presentato il proprio lavoro condividendo con tutti gli altri studenti la propria esperienza.

Si potrebbe così dedurre che il coinvolgimento attivo degli studenti e la qualità di queste esperienze e dei prodotti realizzati sia una indicazione valida della qualità dell'apprendimento e dell'insegnamento. In aggiunta a quanto riportato in precedenza, valutare la qualità dell'istruzione in un certo contesto non è affatto semplice: "education quality is a rather vague and controversial concept in research and policy discussion. To different people, the definition may be different and so the indicators used to describe education quality may be different." (Cheong Cheng, Ming Tam, 1997, p. 23) Secondo gli indicatori di Dublino stabiliti dalla comunità europea per gli studi universitari, i cinque indicatori richiedono che gli studenti: (EC, 2005, p. 193)

- have demonstrated knowledge and understanding in a field of study that builds upon general secondary education;
- can apply their knowledge and understanding in occupational contexts;
- have the ability to identify and use data to formulate responses to well-defined concrete and abstract problems;
- can communicate about their understanding, skills and activities, with peers, supervisors and clients;
- have the learning skills to undertake further studies with some autonomy.

In varia misura gli studenti hanno dimostrato di aver raggiunto le richieste degli indicatori; anche la comunicazione del lavoro e dei risultati ottenuti è stata di ottimo livello.

La chimica è una disciplina scolastica che offre la possibilità di interessare gli studenti con argomenti vicini alla vita quotidiana. (Fuso, 2014)

Tra questi progetti è stata preparata la marmellata allo scopo di valorizzare le arance del Piceno e le mele rosa, ma si potrebbe usare l'argomento della preparazione della marmellata per insegnare in modo attivo moltissimi argomenti dei programmi di chimica. (Martínez Pons, 2009)

Agli studenti è stata chiesta una valutazione del tipo di insegnamento e della loro esperienza fatta con i progetti proposti:

(1) Pensando al corso di chimica (Barrare una sola casella per ciascuna riga)

L'attività (A, B, ecc.) è stata interessante	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	L'attività (A, B, ecc.) non mi è piaciuta
Questa attività non è utile alle mie necessità	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Questa attività è utile per la mia formazione
In questa esperienza ho incontrato delle difficoltà	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	L'esperienza è stata facile
Le lezioni sono state interessanti	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ho trovato le lezioni poco interessanti

Gli studenti erano a conoscenza che la prima casella aveva il valore massimo, mentre l'ultima di ogni riga, il valore minimo; 18 studenti hanno consegnato il questionario compilato e i risultati sono: 5,89; 1,22; 3,17 e 5,78. Si noti che la seconda valutazione è in forma inversa e il risultato in forma positiva è 4,78. Gli studenti hanno valutato in modo molto positivo l'attività svolta e le lezioni di teoria; sei studenti hanno trovato delle difficoltà nell'esecuzione del progetto e per nessuno l'esperienza è stata molto facile. Questo aspetto non deve sorprendere perché l'esecuzione del progetto ha richiesto molto impegno, lavorare in attività pratiche con colleghi e fare delle nuove operazioni.

Sono inoltre state chieste opinioni circa la motivazione, la maniera di imparare la chimica, l'utilità delle esperienze di laboratorio e in cosa il professore dovrebbe migliorare. Ecco alcune risposte; la prima di una studentessa:

Il Professore di chimica fa bene a fare questi progetti, perché sono cose che potremmo fare al di fuori della scuola, ma che nessuno ci insegna. Le esperienze di laboratorio mi sono molto utili, perché vorrei continuare a studiare queste materie.

Due studenti sulla suddivisione dei progetti in gruppi:

“La suddivisione in gruppi è stata interessante, in modo che ciascun gruppo si organizzi in modo autonomo. L'idea di fare delle trasformazioni e ottenere dei prodotti in questo corso di chimica ci ha motivato, come pure la grinta e la passione del prof ci ha molto motivato.”

“Questa maniera di imparare la chimica la trovo molto interessante e riesce ad interessare tutti gli alunni. Inoltre, penso che ci sia utile specialmente per il futuro perché ci insegna ad ottenere dei prodotti, che con il solito studio non saremmo in grado di fare.”

Gli studenti trovano questa maniera originale di imparare divertente, molto efficace e interessante:

“Mi è piaciuto il metodo con il quale in questo anno scolastico mi sono inserito nel programma di chimica e l'ho trovato divertente perché ho partecipato alle lezioni in maniera diversa dal solito.”

Trovo questa maniera originale di imparare la chimica molto efficace, interessante e anche divertente, perché invece di svolgere le solite lezioni, siamo tutti più motivati ed entusiasti di questo nuovo metodo.

Ancora sulla motivazione; uno studente scrive:

“Diverse cose mi hanno motivato in questo corso, ad esempio l’idea di trasformare dei prodotti; ma la cosa che mi ha motivato di più è stato l’interesse del professore nel trasmetterci le sue competenze riguardanti il corso.”

Sul lavoro svolto dal professore:

“Il nostro professore di chimica è davvero bravo, ed ha un metodo di insegnare che molti professori non apprezzano, ma che noi studenti troviamo bello, diretto e originale; tutto ciò che si cerca in una lezione.”

Inoltre, “non è il professore che deve migliorare, ma ...”

non è il professore che deve migliorare, ma l'istituzione scolastica, offrendo attività come quelle che abbiamo praticato quest'anno pensavo essere fatte più spesso.

Un’osservazione finale sulle esperienze di laboratorio, in forme diverse ripetuta da molti studenti: alcune di queste produzioni potrebbero diventare delle attività economiche offrendo una occupazione, come già avvenuto in passato per altri studenti.

Tra queste trasformazioni ci potrà essere un futuro lavoro, per questo lo ritengo un corso molto formativo sia nel settore lavorativo e sia a livello di conoscenze.

Riportiamo i commenti finali di un gruppo di studenti nella loro presentazione del lavoro svolto: “siamo molto soddisfatti del lavoro svolto, perché non ci aspettavamo risultati così soddisfacenti. È stata un’esperienza sicuramente costruttiva dove abbiamo potuto approfondire le nostre conoscenze, appassionandoci sempre di più alla materia. Nei momenti in laboratorio durante le operazioni svolte ci siamo divertiti molto. Il fatto di poter svolgere un’attività pratica e non solo teorica ci è piaciuto particolarmente.

Il percorso che abbiamo intrapreso è stato molto positivo sia per il nostro bagaglio culturale che personale, e nonostante qualche difficoltà, coraggiosamente scavalcata, possiamo dire che è stata l’esperienza più proficua del nostro percorso scolastico e ringraziamo i nostri docenti per averci dato questa grandissima opportunità.”

Ringraziamenti

Un ringraziamento speciale alla professoressa Ameli Rita (Docente tecnico pratico), e alle tecniche di laboratorio di Chimica Sig.re Lucidi Emiliana

e Ciampini Zuleica che hanno guidato gli studenti nelle esperienze di laboratorio. Un sentito ringraziamento al Prof. Bevini Maurizio (Docente di produzioni animali) che oltre ad aver fornito il miele ha illustrato l'importanza dell'Apicoltura per il nostro pianeta. Desideriamo inoltre ringraziare i tecnici del Laboratorio di Informatica (Salvatore Ranieri e Francesco Ciabattoni) che ci hanno supportato per lo sviluppo della etichettatura dei vari prodotti, il personale della cantina e gli addetti alla cucina.

Bibliografia

- E. Baglio, *Chemistry and technology of yoghurt fermentation*. Springer: New York, 2014.
- E. Baglio, *Chemistry and technology of honey production*. SpringerBriefs in Molecular Science: Cham, Switzerland, 2018.
- Y. Cheong Cheng, W. Ming Tam, Multi-models of quality in education. *Quality Assurance in Education*, **5** (1), 22-31, 1997.
- Discorsi del Mattioli: *I discorsi di M. Pietro Andrea Matthioli sanese, medico cesareo, et del serenissimo principe Ferdinando archiduca d'Austria &c. nelli sei libri Di Pedacio Dioscoride Anazarbeo della materia Medicinale*. In Venetia. Appresso Vincenzo Valgrisi, 1558.
- EC, *A framework of qualifications for the European higher education area*. Ministry of Science, Technology and Innovation: Copenhagen, 2005.
- S. Fusco, *Chimica quotidiana. Ventiquattro ore nella vita di un uomo qualunque*. Carocci: Roma, 2014.
- C. Giacobelli, *Forse non tutti sanno che nelle Marche ... Curiosità, storie inedite, misteri, aneddoti storici e luoghi sconosciuti di una regione dai mille volti*. Newton Compton Editori: Roma, 2015.
- A. Jori, *La cultura alimentare e l'arte gastronomica dei romani. Contributo alla filosofia dell'alimentazione e alla storia culturale del mondo mediterraneo*. Accademia Nazionale Virgiliana di Scienze Lettere e Arti: Mantova, 2016
- B. Lanza, M. Poiana, *Olive da tavola: Tecnologia*. Accademia Nazionale dell'Olio e dell'Olivo: Spoleto, PG, 2012.
- H. Lindberg Madsen, G. Bertelsen, L. H. Skibsted, Antioxidative activity of spices and spice extracts. In S. J. Risch, C.-T. Ho, (Eds.), *Spices. Flavor chemistry and antioxidant properties* (pp. 176-187). American Chemical Society: Washington, DC, 1997.
- L. M. Long, *Honey. A global history*. Reaktion Books Ltd: London, 2017.
- J. A. Martínez Pons, La preparación de la mermelada como recurso didáctico. *Anales de Química*, **105** (3), 221-226, 2009.
- C. Papazian, Beer styles. Their origins and classification. In G. G. Stewart, I. Russell, A. Anstruther (Eds.), *Handbook of brewing*, 3rd Ed. (pp. 35-52). Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, 2018.

- V. A. Parthasarathy, B. Chempakam, T. J. Zachariah (Eds.), *Chemistry of spices*. CABI: Cambridge, MA, 2008.
- E. Readicker-Henderson, *A short history of the honey bee: Humans, flowers, and bees in the eternal chase for honey*. Timber Press, Inc.: Portland, OR, 2009.
- A. Y. Tamime, R. K. Robinson, *Tamime and Robinson's Yoghurt. Science and technology*, 3rd Ed. Woodhead Publishing Limited: Cambridge, 2007.
- S. Virgili, D. Neri, *Mela rosa e mele antiche. Valorizzazione di ecotipi locali di melo per un'agricoltura sostenibile*. ASSAM: 2002.

Sitografia

- S1.<https://www.oliveoiltimes.com/it/production/leucocarpa-the-dazzling-white-olive-from-magna-graecia/64475>
- S2.<https://www.italianfoodexperience.it/prodotti/leucocarpa-antica-rara-oliva-bianca/>
- S3.<https://agronotizie.imagelinenetwork.com/vivaismo-e-sementi/2019/06/04/conosciamo-leucocarpa-l-oliva-bianca/63219>
- S4.<http://www.archeologiaarborea.org/en/the-orchard-collection/apples/215-mela-rosa>
- S5.<https://it.m.wikipedia.org/wiki/Miele#Produzione>
- S6.<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0110&from=EN>
- S7.<http://www.tuttogenuino.com/miele/>
- S8.<https://www.mieleartemide.com/miele-proprieta-e-benefici/>
- S9.<http://www.mielidautore.it/il-miele.htm>
- S10.<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0110&from=EN>
- S11.<https://www.benesserecorpomente.it/acetato-di-miele-bio-proprieta-di-salute-e-bellezza/>
- S12.<https://www.taccuinigastrosofici.it/ita/news/antica/spezie-erbe/print/origano-e-lampolla-profumata.html>

Finito di stampare nel mese di giugno del 2020
dalla tipografia «The Factory S.r.l.»
00156 Roma – via Tiburtina, 912
per conto della «Giacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale» di Canterano (RM)