

UTILIZZO DI UN SENSORE A SILICIO POROSO PER LA DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO ALCOLICO DEI VINI

Giuseppe Zeppa, Massimiliano Rocchia

Per il vino così come per tutte le bevande ottenute dalla fermentazione alcolica di liquidi zuccherini l'etanolo è senza dubbio il componente principale in quanto prodotto primario della fermentazione stessa e l'unico la cui concentrazione oltre a dover essere riportata in etichetta è spesso utilizzata quale parametro di valutazione economica del prodotto.

E' quindi evidente l'importanza che la determinazione di questo componente riveste non solo ai fini tecnologici, ma anche commerciali e salutistici. Così, accanto al metodo ufficiale OIV e CEE che prevede la distillazione e la successiva valutazione densimetrica del distillato mediante un picnometro od una bilancia idrostatica, sono stati messi a punto negli anni altri metodi analitici variamente certificati e riconosciuti che vanno dalle tecniche gravimetriche a quelle gas-cromatografiche.

Nonostante l'elevata sensibilità ed accuratezza, questi metodi non sono però in grado di soddisfare pienamente le richieste dell'industria in termini di velocità di analisi, automazione e costi con-

Principali metodi utilizzati per la determinazione del contenuto di etanolo dei vini		
	Pregi	Difetti
Ebullimetro di Malligand	Poco costoso Di facile utilizzo	Adatto solo per alcuni tipi di prodotti Scarsa precisione
Distillazione e valutazione della densità del distillato	Precisa Abbastanza rapida	Strumentazione costosa
Spettroscopia NIR	Precisa Rapida	Strumentazione costosa Necessario personale specializzato
Spettroscopia FTIR	Precisa Rapida	Strumentazione costosa Necessario personale specializzato
Cromatografia liquida e gassosa	Precise Abbastanza rapide	Strumentazione costosa Necessario personale specializzato
Analisi enzimatica	Precisa	Strumentazione costosa Necessario personale specializzato Reattivi molto costosi
Bio-sensori	Precisi Rapidi	Poco stabili Necessario personale specializzato

tenuti poiché si tratta in genere di metodi lunghi e che richiedono spesso un pre-trattamento del campione e laboratori dotati di strumenti costosi e personale specializzato. Questi metodi inoltre non sono applicabili direttamente in Azienda sulle linee di produzione nel controllo del processo e ciò ne costituisce un'importante limitazione in quanto la qualità del prodotto finito spesso deriva da un corretto andamento del processo fermentativo e quindi da un suo controllo ripetuto e rapido.

Al fine di risolvere questi problemi negli ultimi anni sono state quindi proposte nuove tecniche di valutazione del contenuto di etanolo basate sull'utilizzo di sensori ottici ed elettrochimici caratterizzate da elevate selettività e sensibilità, ma in cui la bassa stabilità ed il rapido decadimento del sensore stesso ne hanno di fatto impedito l'utilizzo pratico.

In relazione alle potenzialità insite nelle tecniche basate sull'utilizzo di sensori, in questo lavoro si è verificata la possibilità di utilizzare per la determinazione dell'etanolo il silicio poroso (SP), una particolare forma del silicio ottenuta per via elettrochimica dalla forma cristallina op-

portunamente trattata.

Il SP è stato scoperto da A. Uhlir e D.R. Turner nel 1956 i quali, conducendo uno studio sui processi di elettrolucidatura del silicio cristallino, osservarono la formazione di un sottile film di colore scuro sulla superficie a specchio del silicio stesso; successivamente R. Memming e G. Schwandt dimostrarono che questo film colorato era costituito da un materiale con struttura porosa. Il SP ha quindi la caratteristica di avere una elevata superficie specifica in quanto poroso (un

grammo di questo materiale ha una superficie paragonabile a quella di un campo di calcio), di poter essere realizzato con una tecnica relativamente semplice e di essere un materiale a basso costo. Queste caratteristiche portarono tutti a ritenere che il SP fosse un buon candidato per la realizzazione di sensori di gas. Il



Ebullimetro di Malligand



Bilancia idrostatica

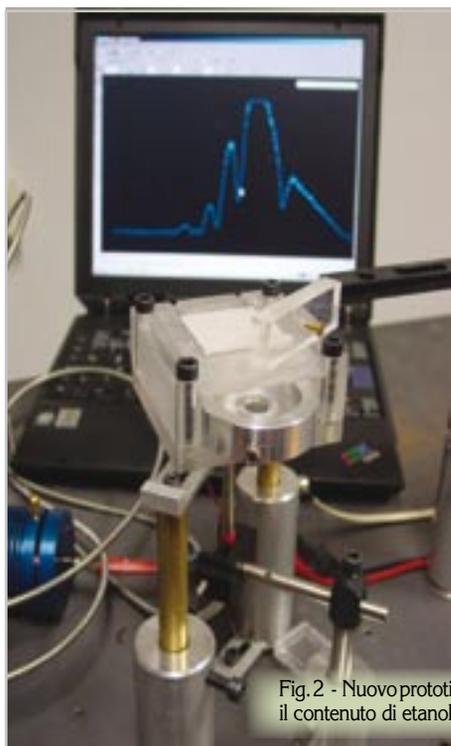
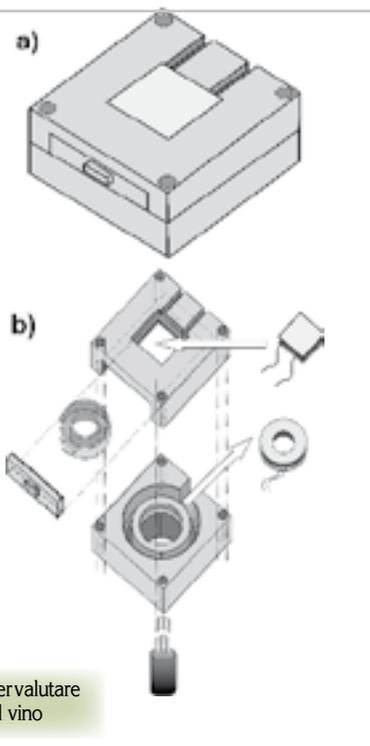


Fig. 2 - Nuovo prototipo per valutare il contenuto di etanolo nel vino



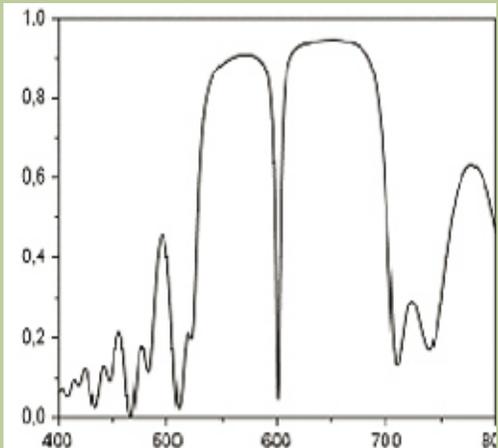
maggior inconveniente del SP è però la sua instabilità in aria in quanto si ossida facilmente e ciò causa modificazioni delle sue proprietà ottiche, morfologiche ed elettriche. Quindi il SP deve essere stabilizzato modificando opportunamente la sua superficie mediante processi di ossidazione controllati oppure di ancoraggio di molecole protettive.

Le proprietà morfologiche, quali spessore e porosità, ed ottiche (modulabilità dell'indice di rifrazione) del SP vengono definite al momento della sua produzione e questo consente di ottenere un materiale dalle proprietà desiderate.

Lo studio, che nasce da una collaborazione fra il Settore di Tecnologie alimentari del DiVaPRA dell'Università di Torino e l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino, ha portato quindi alla messa a punto di un nuovo strumento, tuttora allo stadio di prototipo e per il quale è stato depositato il brevetto a livello nazionale e presentata richiesta per l'internazionalizzazione, in grado di valutare il contenuto in etanolo dei vini. Il principio su cui si basa il funzionamento di questo strumento è molto semplice in quanto si misura l'entità dello spostamento di un filtro ottico costituito da

SP in presenza dei vapori del vino. Maggiore sarà lo spostamento, dovuto ad una variazione dell'indice di rifrazione del materiale (SP+aria), tanto più elevata sarà la concentrazione di etanolo nel vino. In condizioni normali i micro/nano pori del SP sono occupati dall'aria ed il filtro ottico permette la propagazione di radiazioni a determinate lunghezze d'onda, definite al momento della progettazione ed indicate con il termine di "microcavità" (fig. 1.

Fig. 1 - Spettro di riflessione nel visibile di una microcavità in SP progettata a 600 nm



In presenza di un liquido (es. vino), in un sistema chiuso, l'aria viene sostituita dai vapori del liquido i quali condensano all'interno dei micro/nano pori del SP causando un cambiamento dell'indice di rifrazione complessivo ed uno spostamento del filtro ottico. Mediante una curva di taratura è quindi possibile correlare lo spostamento del filtro ottico alla variazione di concentrazione dell'etanolo nel vino.

Il prototipo utilizzato nel corso della sperimentazione (fig. 2) è costituito da una camera in plexiglas sulla cui parete superiore è alloggiato il sensore di SP ed una cella Peltier che ne controlla la temperatura di funzionamento. Alla base della camera è invece posto un contenitore ad anello in alluminio anch'egli riscaldato mediante una cella Peltier, dove vengono versati 2 ml del liquido in esame. Attraverso il foro centrale del contenitore passa un fascio di fibre ottiche che trasmette la radiazione luminosa sul sensore e legge quella riflessa trasferendola ad uno spettrofotometro e ad un sistema di integrazione.

Le prove effettuate sia su soluzioni standard che soprattutto su numerosi campioni di vino bianco e rosso a titolo alcolometrico noto per i quali sono state messe a punto due apposite curve di taratura hanno consentito di evidenziare una elevata precisione e riproducibilità dello strumento. Questo, unito al costo contenuto, alla rapidità dell'analisi (circa 3 minuti dalla fase di immissione del campione nella cella a quella di lettura del dato) ed all'assenza di una fase per la preparazione del campione, rendono questa metodica di analisi di estremo interesse per i laboratori analitici e per le aziende. In relazione alla sua semplicità operativa e strumentale si può infatti ipotizzarne un utilizzo anche lungo la linea di produzione. Attualmente sono in corso ulteriori studi sia per poter passare dalla fase di prototipo a quella di strumento analitico, al fine di poter disporre di un apparato compatto e di facile utilizzo, sia per valutare la possibilità di utilizzo dello strumento in altri settori, quali quello della birra e dei distillati e quindi ampliarne il suo campo di applicazioni.

Giuseppe Zeppa

DiVaPRA - Settore Tecnologie alimentari
Università di Torino - Via L. da Vinci, 44 Grugliasco (TO)

Massimiliano Rocchia

Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica
St. delle Cacce, 91 Torino