di NICOLE BERNARDI

Cosa potranno fare i nasi elettronici per l'enologia del futuro?

I nasi elettronici mimano il meccanismo di percezione combinando la sensoristica con l'Intelligenza Artificiale. Sonia Freddi dell'Istituto di fotonica e nanotecnologie del CNR ci ha spiegato cosa possono fare e come funzionano

È possibile ascoltare l'articolo scaricando la traccia audio a questo link **https://bit.ly/3X0A4b6** *o inquadrando il QRCode*

L'OLFATTO NELLA SPECIE UMANA E I FALSI MITI DELL'OTTOCENTO

L'idea che il senso dell'olfatto nella nostra specie sia sottosviluppato rispetto a quello di altri mammiferi è un falso mito, ben radicato nell'immaginario comune. Questo pregiudizio trova la sua origine nel XIX secolo, in particolare negli studi del neuroanatomista e antropologo Paul Broca, che in un ambiente a forte influenza religiosa, interpretò alcune evidenze anatomiche in modo errato e riduzionista.

Comparando infatti le dimensioni dei bulbi olfattivi e dei lobi frontali in diverse specie notò che le specie prive di linguaggio e coscienza (cioè tutte tranne gli essere umani) mostravano bulbi olfattivi relativamente grandi e invece lobi frontali ridotti. Al contrario osservò che gli esseri umani mostravano un lobo frontale molto sviluppato, e ridotti bulbi olfattivi: da qui elaborò la conclusione che l'instaurarsi della coscienza e del libero arbitrio fosse avvenuto nel lobo frontale, a sfavore del senso dell'olfatto e dei comportamenti guidati da esso, motivo per cui le strutture anatomiche si sarebbero ridotte via via.

Oggi sappiamo che l'olfatto umano è eccellente nel percepire le molecole volatili, anche quelle più piccole, e in alcuni contesti può essere anche più performante di altre specie. Lo sviluppo dell'analisi sensoriale e il suo uso in diversi campi, tra cui quello enologico, ha dimostrato che lo studio delle dimensioni relative e assolute dei bulbi olfattivi non sia la metrica corretta per studiare l'olfatto umano.

L'ANALISI SENSORIALE: LIMITI E CRITICITÀ DI CHI USA IL NASO

Quando una molecola odorosa entra in contatto con un recettore olfattivo, la reazione chimica fra i due crea un impulso elettrico, che attraverso diverse strutture anatomiche arriva fino al nostro cervello. L'esatto meccanismo dell'elaborazione di questo segnale elettrico è ancora in parte sconosciuta, tuttavia questa abilità è ben sfruttata nell'industria enologica e alimentare in generale. L'analisi sensoriale è una vera e propria scienza, non solo in grado di descrivere qualitativamente un determinato prodotto, ma di fornire valutazioni con un certo grado di oggettività. Un panel di degustatori può fornire infatti dati affidabili e coerenti attraverso diverse tipologie di test, che possono essere di tipo qualitativo o anche quali-quantitativo, così come attraverso valutazioni puramente descrittive. In più, la valutazione sensoriale è in grado di superare i limiti della chimica analitica, dando informazioni sul "come" siano percepite le molecole odorose, dato più rilevante in certi contesti rispetto alla pura classificazione e quantificazione di queste ultime. La qualità dei risultati ottenuti tut-

Figura 1. *Il naso elettronico sviluppato da Sonia Freddi e la preparazione del campione per il test*

tavia dipende da numerosi fattori, che costituiscono anche le principali criticità dell'uso dell'analisi sensoriale. In primo luogo, la formazione e il continuo allenamento dei panel è un aspetto molto costoso, sia in termini di denaro che di tempo. Il panel è poi uno strumento "umano", e pertanto entrano in gioco altri elementi, come l'affaticamento sensoriale, le condizioni emotive e quelle fisiche dei giudici e talvolta anche la mancanza di un lessico adeguato per descrivere quanto percepito: tutte variabili che possono pregiudicare il risultato di un test.

E SE USASSIMO UN NASO ELETTRONICO?

Per superare le criticità dell'analisi sensoriale, sono stati esplorati nuovi approcci analitici che mimino il sistema olfattivo umano, ma che siano più ripetibili e riproducibili. In questo contesto si inserisce il crescente interesse per i cosiddetti nasi elettronici.
Un naso elettronico è composto essenzialmente da una serie di sensori non selettivi, cioè non specifici per singole molecole, che possono essere di materiali differenti, capaci di generare un segnale elettrico in seguito all'esposizione a composti volatili. Questi segnali sono poi processati ed elaborati tramite algoritmi, in modo da tradurre il puro valore numerico in una informazione utile, come per esempio potrebbe essere conoscere le varietà che compongono un vino o il suo grado di invecchiamento.
I campi di applicazione di questa tecnologia finora esplorati spaziano dal controllo sulla maturità delle uve (Aleizandre *et al.*, 2015), e quindi sui parametri qualitativi dei mosti, alla valutazione dell'impatto di diversi protocolli agronomici e di vinificazione, fino alla ricerca di possibili difetti.
L'utilizzo del naso elettronico potrebbe in alcune circostanze essere determinante anche nella scelta dei protocolli enologici da seguire per particolari difetti del vino, come nel caso dello *smoke taint*, un problema sempre più rilevante in alcune aree viticole. Le viti esposte al fumo degli incendi possono assorbire i fenoli volatili che hanno origine dalla degradazione della lignina. Una volta all'interno delle bacche questi sono rapidamente glicosilati e tornano in forma libera durante la vinificazione, dando al vino fastidiosi sentori pungenti e medicinali. Alcuni studi (Yang *et al.*, 2023)hanno evidenziato come i nasi elettronici siano in grado di identificare precocemente la presenza di questo difetto, fondamentale per intervenire tempestivamente con pratiche enologiche mirate e conservare la qualità dei vini.

INDAGARE LA FRESCHEZZA E LA TERRITORIALITÀ DI UN VINO CON IL NASO ELETTRONICO: INTERVISTA A SONIA FREDDI

I nasi elettronici, rispetto a tecniche più classiche come la gascromatografia, possono fornire informazioni più organiche rispetto alla semplice presenza di una determinata molecola odorosa, fornendo un quadro sensoriale più ampio per esempio sulla freschezza di un vino e sulla sua territorialità. **Sonia Freddi**, fisica e attualmente ricercatrice presso l'**Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR**, nel 2023 ha seguito un progetto finanziato dai fondi del 5x1000 sull'uso del naso elettronico nel vino presso l'Università Cattolica di Brescia. Le abbiamo posto alcune domande per meglio approfondire il suo lavoro e le future applicazioni di questa tecnologia.

Sonia Freddi

Per cominciare che cos'è un naso elettronico e come è fatto?
S.F. Un naso elettronico è costituito da una serie di sensori in grado di interagire con molecole volatili. Nel caso del mio progetto si tratta in particolare di chemiresistori, ovvero nanotubi di carbonio mixati con ftalocianide di zinco, su un substrato plastico.
Quando una molecola di gas viene in contatto con uno di questi, avviene uno scambio di elettroni fra la molecola di gas e il layer dei sensori, che a sua volta causa una modificazione nella corrente che scorre all'interno del materiale. In pratica si registra un cambio di resistenza, che è il valore che viene dato poi all'algoritmo affinchè sia processato. Il risultato è solitamente elaborato su un grafico a due dimensioni che va a collocare il campione in questione in un *cluster* di campioni, che hanno le stesse caratteristiche. Affinché i risultati dei test siano accurati è necessario raccogliere molti dati per costruire e allenare un algoritmo affidabile, che sia quindi in grado di collocare nel *cluster* corretto il vino analizzato.

Quali molecole è in grado di rilevare il suo naso elettronico? Con quali soglie di percezione?
S.F. I sensori non sono selettivi quindi il naso non riconosce una molecola singola ma l'insieme di molecole volatili, ed è proprio questo uno dei *plus* del naso elettronico. Se avessimo sensori molto selettivi, significherebbe che un singolo sensore dovrebbe essere in grado di riconoscere una singola molecola di gas, però sappiamo che il vino è composto da molti composti volatili. Avere sensori non selettivi permette di monitorare tutti i gas e poi sarà l'algoritmo matematico, in un secondo momento, a discriminare effettivamente cosa stia sentendo. È anche possibile integrare il naso con sensori specifici per molecole target di particolare interesse per rendere ancora più efficiente l'analisi.
Sul naso elettronico è difficile dare una soglia di percezione perché andrebbero testati i sensori per ogni singola molecola, facendo test in laboratorio a concentrazioni fisse. Nel mio lavoro ho testato i sensori per etanolo, ammoniaca, acido acetico e alcol isopropilico e ho riscontrato che il naso era in grado di rilevare 1 ppb.

Cosa avete indagato con il vostro naso elettronico?
S.F. All'inizio abbiamo condotto alcune misurazioni sulla freschezza dei vini, esponendo i sensori a vini aperti

e ripetendo l'esposizione a intervalli regolari. In questo modo abbiamo tenuto traccia dell'evoluzione delle componenti volatili. Abbiamo poi provato a istruire il naso a riconoscere diverse tipologie di vino, con buoni risultati. Ci piacerebbe continuare ad approfondire questo aspetto, cercando di mettere a punto un algoritmo che discrimini tipologie di vini diversi, varietà utilizzate e anche provenienze da diversi territori.

Quali sono i vantaggi e gli svantaggi di questo tipo di strumentazione?

S.F. La strumentazione in sé ha dei costi bassi di *hardware* e permette di avere dei dati in modo abbastanza rapido, una volta ben collaudato l'algoritmo.

L'intero processo di esposizione dei sensori al campione e l'analisi del dato con algoritmo potrebbe anche essere interamente automatizzato, rendendo quasi superfluo l'intervento di personale esperto.

Per contro la tecnologia è ancora giovane e mancano dati sufficienti per rendere solidi gli algoritmi. Non conosciamo inoltre la durata dei sensori, che è in funzione del deterioramento dei materiali con cui sono costruiti. Un altro aspetto che vorremmo indagare.

Quali applicazioni potrebbe avere questa tecnologia nel futuro?

S.F. In un incontro con diverse cantine è emerso che lo strumento potrebbe essere utile come supporto alle attuali certificazioni richieste per il settore enologico, per validare ulteriormente la qualità di un prodotto. Potrebbe anche essere utilizzato per individuare eventuali frodi di mercato e discriminare territorialità e provenienza dei vini esaminati.

Che ruolo ha o avrà l'AI nello sviluppo e utilizzo di questi strumenti?

S.F. Senza la parte di algoritmo, quindi un po' di intelligenza artificiale, il naso elettronico non esisterebbe. L'intelligenza artificiale si può utilizzare per creare dataset artificiali, quindi aumentare il numero di dati acquisiti e meglio istruire il naso elettronico. D'altro canto quando i dati saranno molti si dovrà ricorrere all'utilizzo di reti neurali, per fornire con maggiore accuratezza il risultato dell'analisi, ovvero assegnare correttamente e in modo preciso quanto rilevato dai sensori a una determinata caratteristica o insieme di esse, come può essere appunto la freschezza.

Bibliografia

McGann, J. P. (2017). Poor human olfaction is a 19th-century myth. Science, 356(6338), eaam7263.

Alfieri, G., Modesti, M., Riggi, R., & Bellincontro, A. (2024). Recent Advances and Future Perspectives in the E-Nose Technologies Addressed to the Wine Industry. Sensors, 24(7), 2293.

Aleixandre, M., Santos, J. P., Sayago, I., Cabellos, J. M., Arroyo, T., & Horrillo, M. C. (2015). A wireless and portable electronic nose to differentiate musts of different ripeness degree and grape varieties. Sensors, 15(4), 8429-8443.

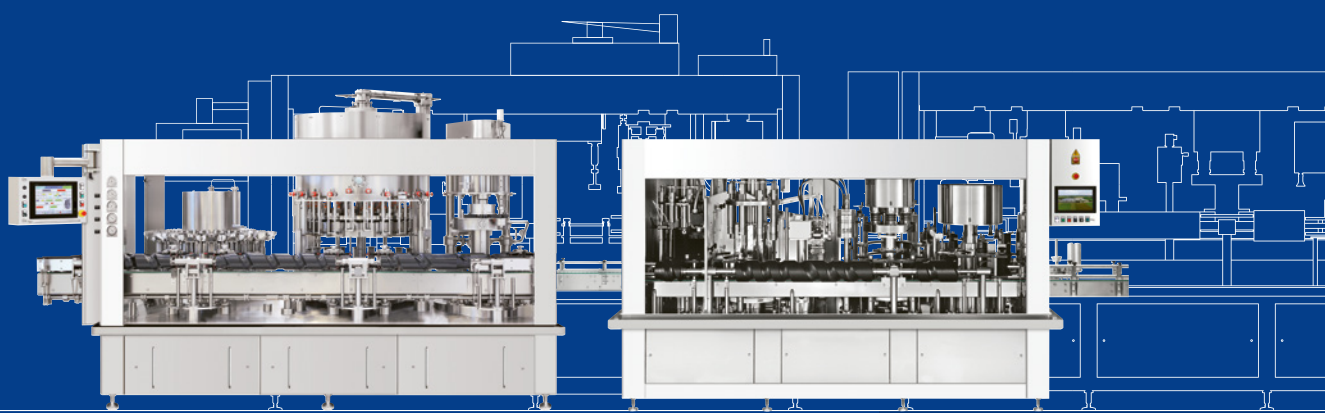
Yang, R., Qian, Y. L., Feng, Y., Huang, L., Magana, A. A., & Qian, M. C. (2023). Volatile Phenols in Smoke-Exposed Pinot noir Wines-Biomarkers and Model Prediction. American Journal of Enology and Viticulture, 74(2).

Qualità
la progettiamo, la costruiamo, la imbottigliamo

E la coltiviamo dal 1946, con la stessa passione e l'instancabile spirito d'innovazione con cui costruiamo ogni singolo pezzo. È la stessa qualità che inizia in vigna e finisce in bottiglia, perché Gai nasce e cresce a fianco delle più importanti realtà vitivinicole mondiali, garantendo un supporto costante grazie agli oltre 100 rivenditori e centri assistenza.

Da oltre 75 anni condividiamo con voi la ricerca della qualità.

Scriba Studio / ph Paolo Marchisio



MACCHINE IMBOTTIGLIATRICI DA 1.000 A 20.000 B/H
frazione Cappelli 33/b - 12040 Ceresole d'Alba (Cn) Italia
tel. +39 0172 574416 gai@gai1946.com - www.gai1946.com

GAI