

Dossier



Sistemi di Qualità e sicurezza alimentare

50

**CERTIFICAZIONI. I SISTEMI DI QUALITÀ
COME STRUMENTO DIFENSIVO** – Chiara Marinuzzi

57

**TECNOLOGIE. MOLTEPLICI LE SOLUZIONI
PER IL CONTROLLO QUALITÀ** – Stefania Milanello

60

**PROCESSI DI ESSICCAMENTO
E SURGELAMENTO, L'APPLICAZIONE
DELLE ONDE MILLIMETRICHE PER IL CONTROLLO
QUALITÀ** – Danilo Balbi

62

**OLI EDIBILI, L'UTILIZZO DEL NASO ELETTRONICO
PER IL CONTROLLO QUALITÀ** – Danilo Balbi

Certificazioni I Sistemi di Qualità come strumento difensivo

In caso di contestazioni per la non conformità dei propri prodotti

di Chiara Marinuzzi

Avvocato ed Esperta di Legislazione degli Alimenti

50

Il valore dei Sistemi di Gestione della Qualità nell'ambito della difesa da eventuali contestazioni per prodotti non conformi

La domanda è frequente: quale valore hanno i Sistemi di Gestione della Qualità nell'ambito della difesa da eventuali contestazioni per non conformità del prodotto?

Con l'espressione "Sistema di Gestione" si intende un insieme di procedure, sistemi informativi e sistemi informatici dedicati al governo di un processo tipicamente operativo, produttivo o amministrativo.

Si tratta di schemi normativi volontari che, in diversi ambiti (ad esempio, sicurezza sul lavoro, qualità, ambiente, trattamento dei dati personali, prevenzione degli illeciti, etica), prevedono il rispetto di uno standard che comporta la definizione di manuali, procedure scritte, regolamenti interni, attività di formazione e addestramento del personale, audit e controlli interni, tracciabilità di tutte le operazioni poste in essere ed ogni altro adempimento idoneo ad attestare il rispetto di una norma giuridica o tecnica.

L'evoluzione della normativa

Fino a qualche tempo fa la legislazione "ignorava", nel senso che non dava giuridica rilevanza, alle norme volontarie, se non in alcuni casi. Si pensi, ad esempio, al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro), al cui articolo 30 (che fornisce le caratteristiche che deve avere il modello di organizzazione e di gestione idoneo ad avere efficacia esimente della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di personalità giuridica di cui al decreto legislativo 8 giugno 2001, n. 231) prevede che, «in sede di prima applicazione, i modelli di organizzazione aziendale definiti conformemente alle Linee guida UNI-Inail per un Sistema di Gestione della Salute e Sicurezza sul lavoro (SGSL) del 28 settembre 2001 o al British Standard OHSAS 18001:2007 si presumono conformi ai requisiti di cui al presente articolo per le parti corrispondenti» (articolo 30, comma 2).

Si tratta di un "riconoscimento" specifico che consente, a chi aderisce ai suddetti standard, di poter usufruire di una presunzione di conformità particolarmente significativa nel processo penale in quanto tale da comportare un'inversione dell'onere della prova.

Tale "pioneristica" previsione si è accompagnata, negli ultimi anni, ad un nuovo approccio normativo che tende a superare la rigida separazione tra norme giuridiche e norme tecniche. Così, ad esempio, la certificazione ISO 9001 è frequentemente richiesta come requisito giuridico dalla normativa nazionale o regionale o dalla nuova normativa comunitaria in materia di privacy, così come la legislazione anticorruzione richiama i dettami delle norme ISO (ad esempio, analisi dei rischi, procedure, audit) e, ancora, in alcuni settori professionali vengono imposti i criteri delle norme UNI.

Fino a qualche tempo fa la legislazione non dava giuridica rilevanza alle norme volontarie, se non in alcuni casi

Nell'ambito più specifico del settore alimentare, la rilevanza delle certificazioni emerge, ad

esempio, nel recente regolamento (UE) 2017/625, relativo ai controlli ufficiali e alle altre attività ufficiali effettuati per garantire l'applicazione della legislazione sugli alimenti e sui mangimi, delle norme sulla salute e sul benessere degli animali, sulla sanità delle piante nonché sui prodotti fitosanitari, che diverrà applicabile dal 14 dicembre 2019. In tale regolamento, il rispetto per le norme tecniche ed il relativo accreditamento da parte dell'organismo unico di certificazione (Accredia) vengono previsti più volte quali condizioni per il riconoscimento di organismi di controllo delegati (come quelli per il biologico) ovvero per i laboratori.

Sempre all'interno di tale regolamento il valore dei Sistemi di Gestione della Qualità è reperibile nell'articolo 9, titolato "Norme generali in materia di controlli ufficiali", in cui si legge che: «1. Le autorità competenti effettuano regolarmente controlli ufficiali su tutti gli operatori in base al rischio e con frequenza adeguata, in considerazione, tra gli elementi, [...] d) dell'affidabilità e dei risultati dei controlli effettuati dagli operatori stessi, o da terzi su loro richiesta, compresi, se del caso, regimi di certificazione di qualità privati, al


©www.shutterstock.com

fine di accertare la conformità alla normativa di cui all'articolo 1, paragrafo 2».

Si tratta di un passaggio molto importante, che ufficializza il rispetto delle norme volontarie da parte degli operatori quale elemento per dimostrare, in sede di controllo ufficiale, da parte delle autorità competenti e degli organismi di controllo, la conformità alle normative in materia di sicurezza alimentare e dei mangimi, salute e benessere degli animali, sanità delle piante e prodotti fitosanitari (ossia le materie oggetto del regolamento (UE) 2017/622).

Anche *de iure condendo* si registra una tendenza in questo senso: il progetto di riforma dei reati agroalimentari (disegno di legge – atto Senato n. 283), già approvato nella scorsa legislatura e riavviato in discussione al Senato, elenca, ad esempio, una serie di protocolli preventivi di sistema (spesso facenti parte dei principali schemi di certificazione) che l'operatore del settore alimentare

(Osa) dovrebbe mettere in atto per impostare un modello di organizzazione ex decreto legislativo 231/01, che possa costituire un'esimente per la rigorosa responsabilità amministrativa dell'ente (articolo 31).

La rilevanza del Sistema di Gestione in fase di difesa

Per l'attribuzione delle responsabilità penali e amministrative deve sussistere sia un “elemento oggettivo” che un elemento “soggettivo”; il primo consiste nella condotta umana, nell’evento naturalistico e nel rapporto di causalità che lega la condotta all’evento, mentre il secondo è costituito dall’atteggiamento psicologico del soggetto agente richiesto dall’ordinamento per l’integrazione dell’illecito.

Poiché l’elemento soggettivo si concretizza in un



atteggiamento di colpa, consistente nell'imprudenza, imperizia, negligenza o nell'inosservanza di leggi, regolamenti, ordini o discipline che il legislatore pone a tutela di un determinato bene giuridico (ad esempio, la salute del consumatore), la verifica di tale aspetto non può che consistere un'indagine sulle attività e le cautele che il soggetto ha posto in essere per evitare l'evento dannoso.

Sia la giurisprudenza penale che quella "amministrativa" (relativamente agli illeciti amministrativi di cui alla legge 689/81) sono pacifice nel ritenere che la buona fede rileva come causa di esclusione della responsabilità penale o amministrativa quando sussistono elementi positivi idonei ad ingenerare nell'autore della violazione il convincimento della liceità della sua condotta e quando l'autore medesimo abbia fatto tutto quanto possibile per conformarsi al precetto di legge, onde nessun rimprovero possa essergli mosso, neppure sotto il profilo della negligenza omissiva. Viene quindi applicato il principio

di inesigibilità (non espressamente codificato nell'ordinamento italiano, ma condiviso da parte della dottrina e della giurisprudenza), secondo cui deve essere esclusa la colpevolezza qualora l'agente abbia agito in circostanze tali da non potersi umanamente pretendere un comportamento diverso.

La valutazione della diligenza gioca un ruolo fondamentale anche in ambito civilistico, ossia nel rapporto fra privati. Peraltro, oggi, anche il rivenditore viene sempre maggiormente responsabilizzato, con la conseguenza che lo stesso richiede sempre maggiori garanzie al proprio fornitore, tra cui certificazioni di prodotto e di processo.

In un'importante sentenza della Cassazione, il ruolo del venditore è stato definito in modo decisamente netto affermando che: "Posto che i doveri professionali del rivenditore impongono, secondo l'uso della normale diligenza, controlli periodici o su campione, al fine di evitare che notevoli quantitativi di merce presentino gravi



ECONORMA S.a.s.
Prodotti e Tecnologie per l'Ambiente

Celle frigorifere (HACCP), Logistica, Laboratori, Termotecnica, ecc.



**Controller
FT-200/MP**



**Data Logger
FT-90/USB**

**ECONORMA Sas - Via Olivera 52
31020 SAN VENDEMIANO (TV)
Tel. 0438.409049 email: info@econorma.com
www.econorma.com**



**35
1983-2018
ANNIVERSARY**

Monitoraggio e telecontrollo della TEMPERATURA - U.R.%

Richiedi informazioni e prezzi!



FT-105/RF-Plus



Controller FT-2500/GPS-GPRS

vizi di composizione, il rivenditore è responsabile nei confronti del compratore del danno a lui cagionato dal prodotto difettoso se non fornisce la prova di aver attuato un idoneo comportamento positivo tendente a verificare stato e qualità della merce e a controllare in modo adeguato l'assenza di vizi, anche alla stregua della destinazione della merce stessa" (Cassazione civile, Sezione II, sentenza n. 15824 del 10 luglio 2014).

In tale contesto, gioca un ruolo fondamentale la dimostrazione delle modalità di gestione dell'autocontrollo, che implica:

- analisi del rischio;
- gestione del rischio;
- rintracciabilità del prodotto;
- selezione dei fornitori;
- gestione delle informazioni al consumatore;
- analisi e controlli.

Attività il più delle volte regolamentate dalle norme volontarie relative ai diversi schemi di certificazione.

Tali schemi, pur non godendo direttamente di valenza giuridica nel settore alimentare, ossia non costituendo esimente dell'illecito o presunzione di conformità (come viceversa previsto nel caso della sicurezza sul lavoro), rappresentano tuttavia uno strumento difensivo molto importante.

Conclusioni

L'adesione a schemi di certificazione sta acquisendo sempre maggiore rilevanza giuridica nel settore alimentare. Sebbene ad essi non siano ancora connesse forme di esimente o presunzioni di conformità (come viceversa avviene in materia di sicurezza ed igiene del lavoro), gli stessi sono destinati a svolgere un ruolo molto significativo per la dimostrazione della diligenza, quale causa di esclusione della responsabilità, nell'ambito di contestazioni per non conformità sia sotto il profilo penale, che sotto quello amministrativo nonché in sede civilistica.

Il rapporto tra normativa cogente e volontaria sarà destinato a crescere ulteriormente

La sempre maggiore importanza dei Sistemi di Gestione di Qualità emerge senza dubbio nel nuovo regolamento sui controlli ufficiali e sicuramente, nella normativa futura, il rapporto tra normativa cogente e volontaria sarà destinato a crescere ulteriormente.



Tecnologie Molteplici le soluzioni per il Controllo Qualità

Dai rilevatori in linea di contaminanti ai software gestionali

di Stefania Milanello

Giornalista ed Esperta di Tecnologie alimentari

**Le soluzioni
per il controllo della qualità
dei prodotti alimentari
a disposizione delle aziende
sono molteplici:
rivelatori di contaminanti
in metallo,
sistemi di controllo
peso dinamici,
tecnologie di ispezione
a raggi-X,
strumenti
per l'ispezione visiva,
senza tralasciare
i software progettati
per la gestione della qualità**

La sicurezza di un alimento è considerata un prerequisito che le aziende devono soddisfare. Il concetto di qualità, però, non riguarda solo la sicurezza dei prodotti. Una delle definizioni di qualità è la seguente: "la capacità di soddisfare le esigenze del cliente che usufruisce di un prodotto o servizio". Esistono fattori qualitativi oggettivi, che

dipendono dall'alimento, e fattori soggettivi, che invece sono legati alle aspettative e ai gusti del consumatore.

La qualità totale di un alimento dipende da un insieme di singole "qualità" strettamente correlate tra loro: la qualità sul profilo igienico-sanitario, la qualità relativa alle caratteristiche nutrizionali, la qualità organolettica, quella che riguarda le caratteristiche tecnologiche e commerciali relative alla durabilità del prodotto (shelf life), la calibratura e il rapporto qualità/prezzo e infine la qualità riferita all'origine e alla tipicità del prodotto.

Le aziende alimentari si adoperano per trovare soluzioni in grado di misurare e controllare la qualità delle loro produzioni.

I sistemi di ispezione dei prodotti in linea, in particolare, sono in grado di offrire soluzioni per il controllo di molti aspetti della qualità dell'alimento, dalla lavorazione al confezionamento.

Il controllo della qualità consente all'azienda di ottenere un duplice risultato positivo. Vi è la possibilità di eliminare tutti i prodotti insoddisfacenti e i blocchi che rallentano il processo produttivo o che lo danneggiano. In secondo luogo, la gestione del controllo della qualità consente all'azienda di evitare spese extra, dovute ad esempio ai richiami, a causa di difetti o carenze del prodotto. La maggior parte dei richiami è dovuta alla mancata segnalazione in etichetta di alcuni ingredienti, compresi gli allergeni, mentre

in altri casi la causa è la contaminazione dovuta a microrganismi, metalli e altri corpi estranei.

Il rilevamento in linea dei contaminanti

Il rispetto degli standard qualitativi imposti dalle normative igieniche vigenti e dai clienti, quali la grande distribuzione organizzata, impone ai produttori l'adozione di procedure per il rilevamento in linea dei contaminanti.

Le soluzioni per l'ispezione dei prodotti alimentari devono tutelarne la qualità e l'integrità. Le aziende alimentari hanno diverse opzioni fra cui scegliere: rivelatori di contaminanti in metallo, sistemi di controllo peso dinamici, tecnologie di ispezione a raggi-X e strumenti per l'ispezione visiva.

Rivelatori di contaminanti in metallo

I rilevatori di contaminanti metallici rilevano la presenza di contaminanti ferrosi, non ferrosi e in acciaio inox, siano essi piccoli o di forma irregolare, con diversi livelli di sensibilità.

Sono in grado di verificare la qualità e ispezionare prodotti alimentari di qualsiasi formato, sia confezionati che trasportati su nastro, sotto forma di polveri sfuse o di materiali granulari, ma anche prodotti liquidi, semiliquidi e pastosi. I metal detector possono essere installati su nastro trasportatore, per un'ispezione in linea. Gli espulsori possono essere a caduta, a getto d'aria o a spinta d'aria.

I rivelatori di metalli possono essere integrati anche nei sistemi di formatura, riempimento e sigillatura verticali per ispezionare gli alimenti in caduta, come



nel caso della lavorazione di snack e dolci, anche se in presenza di sacchetti metallici. In questo caso, la verifica della presenza di contaminanti in metallo avviene prima che il prodotto entri nel sacchetto, per evitare l'interferenza con il materiale.

Sistemi di controllo peso dinamici

Un sistema di controllo peso deve assicurare che ogni prodotto abbia le caratteristiche di peso richieste. I sistemi di controllo peso dinamici sono pensati per pesare i prodotti in movimento e verificare automaticamente il peso di tutti i prodotti. Un sistema di controllo peso consta di una sezione di alimentazione in ingresso, una di pesatura con

cella di carico e pesatura e una di alimentazione in uscita con dispositivo di smistamento ed espulsione dei prodotti non conformi.

Sul mercato sono presenti numerosi sistemi di controllo del peso dinamici per gestire tutti i tipi di contenitori e prodotti, anche a elevate velocità di produzione. Sono disponibili anche sistemi di controllo del peso dinamici associati alla rilevazione dei metalli contaminanti, una soluzione che consente di ridurre gli spazi e i costi.

Ispezione a raggi-X

I sistemi di ispezione a raggi-X consentono di rilevare contaminanti non solo metallici, ma anche

Processi di essiccamento e surgelamento, l'applicazione delle onde millimetriche per il Controllo Qualità

I sensori non distruttivi in grado di fornire informazioni senza necessità di contatto ed in modo istantaneo sono decisamente interessanti per il controllo qualità degli alimenti. Le cosiddette onde millimetriche sono, ad esempio, particolarmente adatte a monitorare le caratteristiche che risultano opache per le frequenze ottiche ed infrarosse. Questa capacità è dovuta al fatto che non subiscono i processi di assorbimento atomico e intermolecolari che avvengono nello spettro elettromagnetico di tali frequenze. Le onde millimetriche garantiscono, inoltre, una maggiore profondità di penetrazione nei prodotti contenenti acqua rispetto alle tecnologie ad infrarossi, risultando meno perturbate da elementi ionici se confrontate con le microonde. In questo contesto, in uno studio recente, effettuato da un gruppo di ricercatori belgi (Pandey et al., 2018¹), viene proposto l'utilizzo di questo tipo di onde per monitorare la qualità degli alimenti durante i processi di essiccamento e surgelamento. In particolare, durante la sperimentazione è stato sviluppato un modello analitico, validato mediante test su campioni di patate. Prima dei test, questi ultimi sono stati tagliati a fettine quadrate di dimensioni pari a circa 60 mm x 60 mm, con uno spessore pari a circa 6 mm. I risultati evidenziano che una variazione del segnale di circa 71 dB corrisponde ad una variazione del 70% del contenuto di umidità del prodotto. Durante il surgelamento è stato invece possibile determinare una sensibilità pari a 12.5 dB/°C mentre la temperatura al centro del prodotto diminuisce da -1 a -3 °C. Le onde si sono dimostrate in grado di rilevare anche la parte finale del processo, quando il rapporto tra la quantità di ghiaccio e la quantità di acqua aumenta dal 97 al 99%. Gli autori sostengono, però, che il modello analitico ad oggi sviluppato non considera i gradienti di umidità che si generano lungo la profondità del prodotto durante il processo di essiccamento. Di conseguenza, ulteriori approfondimenti sono ancora necessari per implementare gli effetti di tali gradienti, migliorando ulteriormente la performance dello strumento proposto.

Danilo Balbi



©www.shutterstock.com

¹ Pandey, G., et al. (2018), Journal of Food Engineering, 226, pp. 1-8.

plastici o di altri materiali, indipendentemente da forma, dimensioni o posizione, e a velocità di linea elevate, per un migliore controllo qualità. Possono essere utilizzati per materie prime, prodotti sfusi o confezionati.

I sistemi di ispezione a raggi-X consentono di rilevare contaminanti non solo metallici, ma anche plastici o di altri materiali

La sensibilità della rivelazione di contaminanti mediante raggi-X non è alterata da confezioni in alluminio né con pellicola metallizzata. Inoltre, i sistemi di ispezione a raggi-X non solo ispezionano i prodotti, ma possono misurare il peso lordo, contare i prodotti, individuarne di mancanti o rotti, monitorare i livelli di riempimento complessivo, ispezionare prodotti e confezioni danneggiate.

Alcuni sistemi di ispezione a raggi X sono a doppio raggio per controllare anche gli angoli più difficili da raggiungere delle confezioni, in modo da ottenere due immagini con angoli diversi di visualizzazione di ciascun contenitore. Questo consente di aumentare la copertura di ispezione del prodotto all'interno del contenitore e le probabilità di rivelazione di contaminanti. Anche i sistemi di ispezione a raggi X possono essere integrati con i nastri trasportatori della linea di produzione esistente.

Strumenti per l'ispezione visiva

I sistemi di visione utilizzati nel settore degli alimenti e delle bevande sono in grado di monitorare la maggior parte degli aspetti della produzione, consentendo di gestire e risolvere i problemi prima che provochino sprechi di produzione. Sono utilizzati per verificare la qualità di etichette e confezioni, siano esse di plastica, bottiglie di vetro, barattoli, tappi a vite o a scatto, confezioni piatte, cartoni e blister.

Questi sistemi di ispezione funzionano ad elevate

velocità senza compromettere la qualità dei prodotti. Si tratta, infatti, di sistemi non invasivi. Lungo la linea produttiva consentono di ottenere misurazioni e controlli di alta precisione su ogni singolo prodotto, grazie a telecamere, scanner e sensori ad alta risoluzione.

I sistemi di visione hanno dimensioni ridotte e possono essere applicati anche negli ambienti più piccoli. L'automazione dei controlli consente agli operatori di salvare le operazioni effettuate, tenendo lo storico delle immagini non solo a fini statistici, ma anche per validare o contestare eventuali non conformità.

Esistono differenti sistemi di visione sul mercato. Le aziende alimentari possono adottare soluzioni per il controllo dei difetti con sistemi di visione 3D, con l'utilizzo di diverse telecamere. Allo stesso modo è possibile monitorare la produzione anche degli impianti più veloci, contando automaticamente i prodotti, controllando la corretta disposizione di ogni unità, eventuali pezzi o parti difettosi, la mancanza di componenti, l'esattezza dei colori. Un sistema di visione, infatti, consente di effettuare misurazioni e conteggi e rilevare livelli di riempimento come la quantità di un liquido all'interno di una bottiglia. Tutto questo è possibile sia sugli alimenti sia sui packaging, come nel caso di macchine per il conteggio, la misurazione e il controllo qualità delle bottiglie o dei tappi o di altre tipologie di confezioni.

Sistemi di visione, inoltre, possono leggere e verificare i codici di diversi formati nell'intero processo produttivo, dalle materie prime all'imballaggio primario, secondario e terziario. Grazie alle telecamere si possono scartare dalla produzione i prodotti con difetti di forma, colore, etichettatura e così via.

Impostando dei parametri di accettabilità, il sistema rileva e segnala un'anomalia, per poi eliminare i prodotti non conformi. In questo modo, le probabilità che un prodotto difettoso esca dalla linea e venga messo in commercio si riducono.

Software per la gestione della qualità

Un valido aiuto per la gestione e il controllo della qualità è rappresentato da software dedicati, che

consentono di acquisire uno standard operativo e accantonare i documenti cartacei. I software per la gestione della qualità consentono, inoltre, di definire le procedure di controllo da eseguire, acquisire i dati dagli strumenti di misurazione



e catalogare le non conformità, analizzando i risultati. L'automazione della gestione permette di ridurre i tempi per i controlli ottimizzandoli. Il software per la gestione della qualità deve essere in grado di inserirsi all'interno del flusso organizzativo aziendale interfacciandosi con gli altri strumenti tecnologici, come il MES (*Manufacturing Execution System*) per la parte operativa della produzione, che coinvolge gli ordini, gli avanzamenti in quantità e tempo, il magazzino, nonché i dispositivi installati nelle macchine, o con il Sistema di Gestione e Logistica nella fase di accettazione e smistamento dei prodotti.

L'utilizzo di un software per la gestione della qualità risulta uno strumento utile per gestire una serie di problematiche, che riguardano, ad esempio, i controlli qualità, la tracciabilità e la rintracciabilità, la gestione dei processi di vendita, dei lotti, delle scadenze e dell'etichettatura.

Oli edibili, l'utilizzo del naso elettronico per il Controllo Qualità

In molti casi, ancora oggi, l'aroma dei prodotti alimentari viene valutato attraverso l'impiego di gruppi di persone esperte, ma con costi relativamente elevati dal momento che tali gruppi possono lavorare solamente per brevi periodi per evitare fenomeni di affaticamento sensoriale. In alternativa, possono essere utilizzate tecniche strumentali come la gas cromatografia o metodi basati sulla titolazione che, però, comportano tempi analitici piuttosto lunghi. Una soluzione promettente a questa problematica è costituita dallo sviluppo di un sistema multisensoriale noto come naso elettronico. Questi ultimi sono strumenti dotati di un insieme di sensori chimici, il cui segnale di risposta viene processato utilizzando specifici algoritmi. In questo contesto, in uno studio recente, effettuato da un gruppo di ricercatori polacchi (Majchrzak et al., 2018¹), viene valutata, attraverso l'analisi della letteratura scientifica più recente, l'applicazione del naso elettronico nel controllo qualità degli oli edibili. Secondo gli autori, l'utilizzo di questa tecnologia è in grado di risolvere diverse problematiche legate alla classificazione, alla determinazione dell'origine botanica, alla rilevazione di adulterazioni ed alla valutazione del grado di ossidazione del prodotto. Nella maggior parte dei casi, infatti, i sensori chimici utilizzati sono in grado di rilevare i composti volatili al di sotto del loro limite olfattometrico, il che costituisce un vantaggio notevole in confronto con l'analisi sensoriale. Il tempo di una singola analisi è, infatti, significativamente più breve rispetto a quello dei metodi strumentali generalmente utilizzati nel caso degli oli edibili. Tuttavia, in alcuni casi è necessario prolungare la fase di arricchimento dello spazio di testa per migliorare il grado di rilevazione. Dal momento che la capacità di analizzare rapidamente un numero significativo di campioni è il vantaggio principale del naso elettronico, è necessario stabilire un compromesso tra tale capacità e la sensibilità dello strumento. Gli autori evidenziano, inoltre, che questa tecnologia presenta ancora alcune limitazioni legate principalmente alla capacità dei metodi di analisi dei dati ed alla disponibilità commerciale dei sensori. Infine, i costi piuttosto elevati dei sistemi basati sull'utilizzo del naso elettronico costituiscono un altro elemento che ne limita ancora la diffusione. Concludendo, gli autori sostengono che le tecniche di miniaturizzazione basate sul cosiddetto concetto lab-on-a-chip (ad esempio, dispositivo che integra funzioni multiple che si possono svolgere in laboratorio in un singolo chip) possono contribuire a ridurre significativamente i costi unitari di questi sistemi.

Danilo Balbi

¹ Majchrzak, T., et al. (2018), Food Chemistry, 246, pp. 192-201.