

**Innovazione****Distribuire prodotti sicuri**

Roberta Bonomi  
Lisa Valloni  
Rachele Borgianni

I fattori che influiscono sulla qualità micologica delle bevande erogate dai distributori automatici.

I distributori automatici di bevande, al momento della selezione dell'utente, producono bevande calde partendo da caffè in grani o polveri solubili, miscelate con acqua proveniente dalla rete idrica. Gli ingredienti sono conservati separatamente, in appositi contenitori, e miscelati solo al momento della selezione del consumatore.

La produzione di una bevanda calda coinvolge indicativamente due comparti:

- il circuito idraulico, composto, in maniera molto semplificata, da un'elettrovalvola, un sistema filtrante (calcare e impurità), un eventuale *air-break*, una caldaia (riscaldata a circa 90°C), tubetti e ugello (da cui esce la bevanda da consumare);
- il comparto polveri, formato da un contenitore del prodotto in polvere (mediante un meccanismo a vite senza fine viene portato nel mixer da una pompa idraulica);
- mixer (sistema costituito da convogliatore polvere, miscelatore, corpo ventolina, in cui arrivano contemporaneamente il prodotto in polvere e l'acqua calda).

Dal mixer fuoriesce la bevanda finale che, tramite tubetto, arriva nell'ugello e cade nel bicchiere di plastica alimentare ed è servita all'utente. La temperatura di erogazione del caffè espresso è normalmente superiore a 70°C, mentre quella delle bevande solubili è superiore ai 65°C.

La variazione di entrambe le temperature è funzione del modello di distribuzione automatica.

È riassunto di seguito lo schema di produzione di una bevanda solubile appena descritto.

**La qualità dei prodotti**

Le principali materie prime utilizzate nel *Vending* sono polveri a base di "latte", tè, cacao, "caffè decaffeinato o

aromatizzato" (ginseng, guaranà, nocciolino) e caffè (grani o liofilizzato). Il principale processo per ottenerli è l'essiccazione, che permette di trasformare alimenti liquidi in polveri (acqua costitutiva 5% max), che sono poi conservate e reidratate al momento del consumo.

L'essiccazione è una tecnica di disidratazione dell'alimento liquido, effettuata generalmente in scambiatori di calore in controcorrente, a temperatura controllata per abbassare il pericolo di danno termico a carico dei costituenti del prodotto.

La qualità microbiologica delle bevande dei distributori automatici è determinata da tre fattori di uguale importanza:

- qualità microbiologica dell'acqua di rete e dell'acqua di alimentazione;
- qualità microbiologica di polveri e sciroppi;
- igiene e pulizia dei distributori automatici.

Esiste una grande variabilità nella carica microbica quantitativa e qualitativa. I fattori che contribuiscono maggiormente a determinare queste variazioni sono:

- i tempi che intercorrono tra due pulizie successive eseguite sul distributore;
- i tempi morti (week-end) durante i quali i distributori rimangono inutilizzati;
- il tipo più o meno complesso di apparecchiatura;
- la varietà di bevande distribuite, l'acidità e il dosaggio delle materie prime.

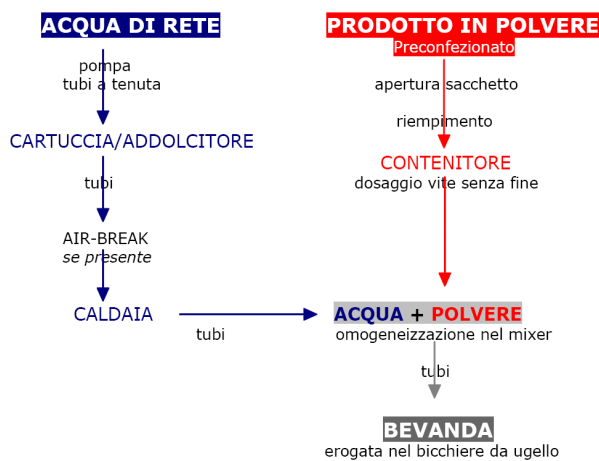
La maggior parte dei batteri e dei lieviti sono eliminati dalle temperature utilizzate nel processo di essiccamento, ma possono sopravvivere muffe e batteri termoresistenti e spore (prodotte da batteri sporigeni e da muffe). Per la qualità igienica del prodotto reidratato assume notevole importanza l'acqua di reidratazione (deve essere acqua destinata al consumo umano) e la sua temperatura, anche se le polveri poco contaminate, comun-

que, determinano una buona qualità batteriologica del prodotto reidratato.

I prodotti essiccati presentano sempre una contaminazione originaria variabile per qualità e quantità, in base alla loro composizione: latte e brodo sono generalmente i prodotti più contaminati.

Muffe e batteri possono ricontaminare gli alimenti, in seguito all'utilizzo di contenitori sporchi, manipolazione o perché presenti nell'ambiente di lavorazione.

Le spore fungine (strutture attraverso cui le muffe si riproducono e si diffondono nell'ambiente) rappresentano un vero pericolo perché sono diffuse facilmente sui prodotti e negli impianti; tuttavia, per svilupparsi richiedono un'attività dell'acqua ( $a_w$ ) > 0,7, quindi non sono pericolose per le polveri essiccate ( $a_w = 0,2-0,5$ ), ma possono diventarlo nelle bevande ricostituite.



### La qualità micologica delle bevande

Le bevande a base di polveri subiscono un processo chiamato liofilizzazione. La liofilizzazione è un sistema di conservazione anche di ceppi fungini, motivo per il quale nelle polveri liofilizzate è possibile isolare microgermi che derivano dalla contaminazione dei prodotti di partenza. Non è raro ritrovare sospensioni mucillaginose che derivano dallo sviluppo di lieviti e muffe contaminanti all'interno di bevande a base di tè variamente aromatizzate (agrumi, ecc.).

### Bevande nervine

Per le bevande nervine, nel caso del caffè, le bacche possono essere contaminate, in particolare, da muffe del genere *Aspergillus ochraceus* che può invadere intere partite di caffè verde (con presenza di ocratossine, micotossine in questo tipo di derrate) soprattutto nella fase di stoccaggio. In seguito alle

pratiche di tostatura, le ocratossine sono denaturate, per cui la bevanda derivata non presenta generalmente fattori di rischio.

Il tè in foglia presenta una contaminazione fungina molto ricca. Durante la fase di stoccaggio viene contaminato da muffe del genere *Aspergillus* (specie xerofile) e il tasso di umidità del prodotto influenza la possibilità del loro sviluppo. È molto raro trovare tè in foglia (o in polvere) che presenti un ammuffimento evidente, ma in caso di cattiva conservazione sono state rinvenute muffe appartenenti soprattutto alla specie *Aspergillus niger* e *Aspergillus glaucus*.

La diffusione dei miceti segue il ciclo dell'acqua ed è destinata a crescere di pari passo all'aumento del carico organico, dei contaminanti tossici delle acque reflue, con la pressione antropica e lo sfruttamento eccessivo delle risorse.

I miceti sono considerati abituali colonizzatori dei sistemi di distribuzione idrica, in cui possono entrare durante la costruzione e posa delle infrastrutture, per la contaminazione aerea dei serbatoi o attraverso l'acqua trattata. Una volta entrati, gli stessi trovano microhabitat idonei alla loro proliferazione. Le muffe comunemente presenti nelle acque potabili appartengono alla classe dei *Deuteromiceti* e degli *Ascomiceti*.

Se l'acqua è immediatamente consumata, le muffe non costituiscono un pericolo igienico-sanitario, ma se questa ristagna in serbatoi, prima di essere utilizzata, le muffe possono svilupparsi utilizzando residui organici e inorganici per contaminare in maniera più massiccia le materie con cui è mescolata.

Le specie patogene che possono essere presenti nelle acque potabili, specie opportuniste produttrici di tossine, fanno parte del genere *Aspergillus* – come *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger* – che può causare aspergillosi e del genere *Aureobasidium*, responsabile di alveoliti allergiche.

Le acque di rete sono utilizzate all'interno dei distributori previo passaggio in appositi filtri depuratori-decalcificatori, la cui manutenzione periodica concorre a determinare la qualità igienico-sanitaria delle bevande erogate. Da evidenziare che non esistono limiti di legge per la contaminazione fungina nelle acque: tra i parametri microbiologici previsti per legge per le acque destinate al consumo umano, non è citata la ricerca di miceti (non sono citati né un volume di riferimento sul quale effettuare le analisi né valori guida).

## Scopo

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la qualità micologica dell'acqua di rete, delle materie prime in polvere o in grani (caffè). Inoltre, è stata verificata l'eventuale correlazione esistente fra la contaminazione delle materie prime (polveri e acqua) e quella corrispondente sui prodotti finiti (bevande erogate). È stato infine valutato "l'ambiente di produzione" inteso come l'interno del distributore automatico.

Al fine di verificare cosa accade nelle peggiori condizioni produttive, le prove sono state effettuate volutamente in condizioni igienico-sanitarie non ottimali con sospensione delle operazioni di sanificazione, mantenendo solo le operazioni di pulizia ordinarie.

## Materiali e metodi

È stato utilizzato un distributore automatico, installato presso una locazione universitaria milanese, in una situazione vera (erogazione giornaliera di circa 300 bevande), dal quale sono stati eseguiti prelievi quindicinali di:

- materie prime in confezioni sigillate, prima del caricamento all'interno del distributore (caffè in grani e in polvere, ginseng, guaranà, nocciolino, latte, cioccolata, tè, zucchero);
- materie prime già presenti nei serbatoi all'interno del distributore automatico. In particolare: caffè in grani e in polvere, ginseng, guaranà, nocciolino, latte, cioccolata, tè, zucchero;
- bevande erogate (caffè, caffè al ginseng, caffè al guaranà, nocciolino, latte, cioccolata, tè).
- acqua di rete, prelevata sia dal locale adiacente al distributore (rubinetto servizi igienici) sia dall'interno del distributore (post-cartuccia). Inoltre è stato prelevato all'inizio di ogni sopralluogo, un campione di acqua cosiddetto "lavaggio mixer" (volume di campione di acqua fatto passare nel gruppo miscelatore).

Per la valutazione dell'"ambiente di produzione", a ogni sopralluogo, sono stati effettuati tamponi superficiali in diverse localizzazioni all'interno del distributore automatico. In particolare:

- "mixer" (punto miscelazione polvere-acqua di rete);
- "ugelli" (punti in cui le bevande sono erogate e che sono differenti per quasi tutte le bevande);
- tamponi alla "vaschetta salvagoccia" (la griglia raccogliacque presente nel vano bicchiere).

Nel corso di ogni sopralluogo è stata rilevata la temperatura all'interno del distributore e quella di una bevanda erogata (caffè).

Le polveri delle confezioni e quelle già presenti nei serbatoi, le bevande erogate, l'acqua di rete e l'acqua post-cartuccia sono stati raccolti in appositi sacchetti monouso.

I rilievi dall'ambiente di produzione sono stati effettuati mediante tamponi sterili eseguiti nelle vaschette mixer, agli ugelli, nella griglia salvagoccia, introdotti successivamente in sacchetti monouso.

I campioni prelevati sono stati trasportati e analizzati presso il laboratorio di micologia del Dipartimento di Scienze veterinarie per la salute, la produzione animale e la sicurezza alimentare dell'Università degli Studi di Milano.

I metodi di analisi utilizzati per i campioni d'acqua sono stati i seguenti:

- metodo – ISS A 016A rev. 00, utilizza il terreno *czapek dox agar*;
- metodo – ISS A 016B re. 00, utilizza terreno *sabouraud dextrose agar*;
- metodo – ISS A 016C rev. 00, utilizza un terreno agar all'estratto di malto.

La procedura univoca utilizzata per l'analisi dell'acqua è il "Metodo della filtrazione su membrana", filtrando 100 ml di ogni campione attraverso una membrana di esteri di cellulosa, poi trasferita sterilmente su piastre di Petri contenenti il terreno agarizzato scelto.

Successivamente, le piastre sono state incubate alla temperatura di +22°/+25°C per 3/5 giorni, al termine dei quali si è proceduto al conteggio delle colonie sviluppatesi e all'identificazione di specie.

Le analisi dei campioni solidi sono state condotte per "semina diretta", ossia attraverso l'aspirazione del campione, in condizioni di sterilità, sul terreno di coltura per mezzo di una spatola precedentemente sterilizzata sulla fiamma del becco Bunsen (terreni di coltura a base di malto M<sub>2</sub> e M<sub>5</sub>S<sub>5</sub>). Per il caffè in grani, 10 chicchi di caffè sono stati appoggiati radialmente direttamente sul terreno di coltura.

I tamponi sono stati strisciati direttamente, in condizioni di sterilità, sui terreni di coltura. Per la semina dei campioni liquidi, è stato prelevato un campione con pipetta sterile, successivamente seminato sul terreno di coltura e diffuso sulla superficie del terreno mediante spatola sterilizzata sulla fiamma del becco Bunsen.

I due terreni sono stati utilizzati per tutte le analisi che sono state eseguite in doppio. Le piastre quindi sono state incubate in termostato alla temperatura di +25°C per 7 giorni. Al settimo giorno si è proceduto alla “lettura” delle piastre. L'identificazione delle specie fungine sviluppatasi è avvenuta sia macroscopicamente (verifica colore, aspetto, dimensioni dei miceli) che microscopicamente (identificazione specie), allestendo vetrini e sottoponendoli alla visione al microscopio.

Tipologia campioni	N° Totale campioni	%	N° Confezioni integre	%	N° Polveri DA	%	N° Bevande erogate	%
Non contaminati	77	27,4	34	44	16	21	27	35
Contaminati	204	72,6	58	28	94	46	52	26

Sono state eseguite un totale di 288 analisi, ripartite tra polveri da confezioni integre, polveri da serbatoi (interno distributore), bevande erogate, campioni di acqua di rete, campioni di acqua di lavaggio del mixer, acqua post-cartuccia e tamponi. Vista la numerosità dei dati raccolti, i risultati delle analisi effettuate sono stati accorpati in tabelle. La dicitura “confezioni integre” è relativa alle confezioni di polvere/caffè preconfezionati, prelevate prima del caricamento nel D distributore; la dicitura “Polveri D.A.” è relativa ai campioni di polveri/caffè presenti nei contenitori all'interno del distributore (detti serbatoi); infine, con “bevande erogate” ci si riferisce alle bevande pronte per il consumo.

Tipologia campioni	N° totale campioni	%	H <sub>2</sub> O di rete	%	H <sub>2</sub> O di rete post-cartuccia	%	H <sub>2</sub> O lavaggio mixer	%
Non contaminati	6	18,75	0	0	3	50	3	50
Contaminati	26	81,25	13	50	5	19	8	31

Per quanto riguarda le muffe appartenenti al genere *Penicillium*, non abbiamo approfondito le analisi per giungere al riconoscimento di specie, in quanto quest'ultimo richiede l'applicazione di una metodica piuttosto elaborata che richiede tempi di esecuzione lunghi. Nel contesto di questo lavoro di ricerca, differenziare le specie di *Penicillium* non avrebbe apportato informazioni significative sulla qualità dei prodotti.

Sotto la voce *Mucoraceae* sono state accorpate le seguenti specie: *Rhizopus nigricans*, *Mucor hiemalis*, *Mucor racemosus*, *Absidia corymbifera*. In questo caso, nonostante sia stata effettuata l'identificazione di specie, abbiamo ritenuto utile unire i Mucorali per non aggiungere ulteriori risultati al numero già elevato di rilevazioni.

## Conclusioni

Rispetto alla qualità dei prodotti, si possono formulare considerazioni differenti a seconda dei parametri analizzati:

- materie prime polveri preconfezionate, il 28% dei campioni analizzati risulta contaminato da specie fungine; in particolare *Aspergillus niger* è la muffa più presente (28%), seguita da *Aspergillus flavus* (15%), da *Penicillium* spp. (13%) e da altre specie per la restante parte; tuttavia l'entità della contaminazione media per questo tipo di prodotti è davvero modesta, pari a 1,11 UFC/g;
- materie prime polveri all'interno dei contenitori (fino all'erogazione della bevanda), la percentuale di campioni contaminati è del 46%, del quale il 24% da *Aspergillus flavus*, il 23% da *Aspergillus niger*, il 15% da *Penicillium* spp. e infine il 12% da *Mucoraceae*. La contaminazione media di questi prodotti è di 1,5 UFC/g;
- bevande erogate, la positività dei campioni raggiunge il 26%, ed è così ripartita: *A. niger* 23%, *A. flavus* 20%, *Penicillium* spp. e *Mucoraceae* 10%; rispetto alle polveri, la contaminazione media è di 1,32 UFC/ml, quindi molto contenuta.

Prendendo in considerazione le diverse tipologie di bevande erogate, quella che ha mostrato il livello più alto di contaminazione media è il

“latte” (1,82 UFC/ml), un livello inferiore “guaranà” e “tè” (circa 1,62 UFC/ml); “nocciolino” e “ginseng” raggiungono 1,16 UFC/ml. Cioccolata, caffè e tè sono le preparazioni distribuite meno contaminate.

La temperatura rilevata nella bevanda caffè nell'arco della sperimentazione in media è stata pari a +75°C.

*Aspergillus niger* e *Aspergillus flavus* sono le specie più frequentemente isolate nel corso di questa ricerca. Sono miceti comunemente presenti nel suolo, nei cereali (*A. flavus* in modo particolare), ma anche nella frutta secca e nelle acque potabili.

Dall'analisi statistica dei risultati è emerso che l'unico elemento che influisce significativamente sulla contaminazione delle bevande è il mese di prelievo; in particolare, la contaminazione più elevata si è avuta nel mese di settembre, più precisamente il giorno 30. Sono state allora verificate le temperature raggiunte a Milano

nel mese di settembre 2013: non ci sono variazioni di rilievo per quella giornata. È possibile che la maggiore contaminazione sia dovuta alla non accurata pulizia del distributore o a un problema tecnico relativo al raggiungimento delle temperature ottimali per le bevande erogate.

In ogni caso, la temperatura raggiunta all'interno del distributore non dovrebbe essere influenzata dalla temperatura dell'ambiente esterno. Il distributore, infatti, è posizionato in un corridoio, sito al primo piano di un edificio, quindi non è all'esterno e non è esposto a fenomeni atmosferici. La temperatura media rilevata all'interno del distributore è stata di 29°C (massimo 34°C in luglio; minimo 25°C in ottobre).

Per quanto concerne i risultati delle analisi dell'acqua di rete, dal 50% dei campioni analizzati sono state isolate specie fungine: nel 38% *Mucoraceae*, nel 23% sia *Alternaria alternata* che *Cladosporium cladosporioides*, nel 15% *Aspergillus niger*.

L'acqua cosiddetta "postcartuccia" è stata prelevata all'interno del distributore, ma a pochi centimetri dal punto di entrata dell'acqua di rete. Nonostante quindi i punti di prelievo siano prossimi, in questo caso i campioni positivi erano 5 su 26 e le specie fungine (analoghe a quelle isolate dall'acqua di rete, fatta eccezione per *Alternaria alternata*) presenti in egual misura.

*Mucoraceae* come *Alternaria* e *Cladosporium* sono generi cosiddetti di contaminazione ambientale: sono contaminanti del terreno e per lo più saprofiti. In particolare *Cladosporium* e *Alternaria* sono generi dominanti negli studi di micoflora aerea. Le spore, infatti, sono di piccola taglia e vengono facilmente veicolati dalle correnti d'aria.

I diversi punti su cui sono stati effettuati i tamponi hanno dato risultati differenti: fra i "mixer" (miscelazione tra polvere e acqua "pastorizzata" dalla caldaia), i più contaminati sono quello in comune tra guaranà e ginseng e quello del tè (9 campioni positivi su 32).

Rispetto al punto da cui la bevanda fuoriesce dal distributore (ugello) la più alta positività è data dall'ugello in comune tra latte e cioccolata e dall'ugello del caffè. Il punto del distributore più contaminato, come previsto, è la griglia salvagoccia (presente nel vano erogazione bicchiere) che è in comunicazione con l'ambiente esterno. È anche il punto in cui facilmente sono presenti residui di bevande di fine erogazione.

Dalle analisi effettuate si può concludere che:

- i prodotti presenti in un distributore sono senz'altro substrati adatti allo sviluppo di specie fungine, che sono già presenti nelle confezioni integre di prodotto, prima ancora che siano caricati all'interno del distributore. Le polveri caricate nei serbatoi, una volta inserite nei distributori automatici, a causa dell'ambiente caldo-umido, delle manipolazioni e del contatto con superfici non sterili, possono aumentare la loro contaminazione iniziale, in funzione del tempo di permanenza. Quest'ultimo è un parametro da tenere in grande considerazione: se il distributore resta inattivo (festività), la possibilità di uno sviluppo fungino in queste polveri aumenta proporzionalmente al tempo;
- rispetto alle bevande, le temperature di erogazione riescono a effettuare un importante abbattimento, ma non eliminano tutti i microrganismi presenti;
- un'importante fonte di contaminazione delle bevande erogate è l'acqua di rete: non solo il numero dei campioni positivi è più elevato, ma sono state isolate le stesse specie fungine riscontrate nelle bevande.

A conclusione di questa ricerca, si può concludere che i livelli di contaminazione ottenuti sono di modesta entità e senz'altro non costituiscono un rischio per la salute del consumatore, tuttavia per migliorare la qualità dei prodotti distribuiti nell'ambito del *Vending* è necessario:

- selezionare accuratamente i fornitori, per utilizzare materie prime di ottima qualità;
- prestare attenzione al tempo di permanenza delle polveri presenti nei serbatoi in relazione al numero di erogazioni;
- effettuare una scrupolosa manutenzione del distributore, per garantire e mantenere costante il funzionamento del distributore e la temperatura di erogazione della caldaia e quindi della bevanda;
- prevedere e attenersi a rigidi piani di pulizia e sanificazione che devono essere eseguiti da personale formato e sensibilizzato ai problemi igienico-sanitari del servizio.

### Riferimenti bibliografici

Dragoni I., Cantoni C., Papa A., Vallone L., 1997. *Muffe, alimenti e micotossicosi*. Ed. Città Studi, Milano.

Marr K. A., Carter R. A., Crippa F., Wald A., Corey L., 2002. Epidemiology and outcome of mold infections in

hematopoietic sistem cell transplant recipients. *Clinical infectious diseases*, 34, 909-917.

Gold D., Smith H. V., 2002. Pathogenic protozoa and drinking water. In: Palumbo F., Ziglio G., Van der Beken A. *Detections methods for algae, protozo and helminths in fresh and drinking water*. Wiley&Sons, 143-166.

Carraro E., Bonetta S., Palumbo F., Gilli G., 2004. *Rischio microbiologico associato al consumo di acqua potabile nei paesi industrializzati*. Istituto superiore di Sanità, 40 (1), 117-140.

Vallone L., Bonomi R., 2011. Qualità igienico-sanitaria di bevande erogate da distributori automatici. *Italian journal of food safety*, 1 (2), 81-84.

Casini A., Faustini F., Protano C., Vitali M., 2012. Problematiche di qualità e sicurezza delle acque potabili e dispositivi commerciali per il trattamento domestico. *La rivista di scienza dell'alimentazione*, 41 (2), 9-18.

Bonomi R., Vallone L., Borgianni R., 2014. Distribuzione automatica di alimenti. *Intersezioni*, 51.



Roberta Bonomi, laureata in Scienze delle preparazioni alimentari, è responsabile del Controllo qualità, ambiente e Haccp del settore vending di Serim Srl.

Lisa Vallone è ricercatrice presso il Dipartimento di Scienze veterinarie per la salute, la produzione animale e la sicurezza alimentare dell'Università degli Studi di Milano.

Rachele Borgianni è laureata in Produzioni animali, alimenti e salute presso il Dipartimento di Scienze veterinarie per la salute, la produzione animale e la sicurezza alimentare dell'Università degli Studi di Milano.

[www.intersezioni.eu](http://www.intersezioni.eu)



Regione Lombardia

Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale: l'Europa investe nelle zone rurali  
PSR 2007-2013 – Direzione Generale Agricoltura