

Il Monitoraggio dell'Ossigeno ottimizza la qualità e il gusto

PARTE 1: Sensori amperometrici e ottici

Introduzione

Ossigeno: non puoi imbottigliare in sua presenza; non puoi fermentare in sua assenza.

Poche cose sono fonte di problemi quanto l'ossigeno per un produttore di birra. Anche una piccola quantità introdotta nel momento sbagliato produce ossidazione. Ma l'ossigeno è altresì un elemento critico durante il processo di fermentazione. Dallo spreco di materia prima e di manodopera per la produzione di birra, fino all'esperienza negativa del consumatore a causa di sapori sgradevoli, esistono moltissimi motivi per prestare molta attenzione all'ossigeno durante l'intero processo di produzione della birra. L'aspetto positivo è che disponendo degli strumenti giusti per monitorare e misurare l'ossigeno in tutto il processo di produzione della birra, un produttore può perfezionare i sapori e conservare i lotti di produzione più a lungo.

Con oltre 40 anni di esperienza nel settore delle misure dell'ossigeno per il settore della produzione di birra, Hach (che opera con il marchio Orbisphere) può soddisfare al meglio applicazioni che necessitano sia della tecnologia amperometrica che ottica. Questa serie di note applicative in due parti illustra gli strumenti e i metodi di monitoraggio dell'ossigeno che consentono ai produttori di birra di garantire la qualità dei prodotti anche molto tempo dopo la loro uscita dagli stabilimenti.^{1,2}

La PARTE 1 di questa serie di documenti tratta i punti critici relativi alla scelta di un sensore dell'ossigeno, tra i quali:

- Gli effetti dell'ossidazione sul processo di produzione della birra
- Sensori di ossigeno amperometrici e ottici
- Condizioni di processo che influenzano la misurazione dell'ossigeno.

La PARTE 2 di questa serie di documenti tratta i punti critici relativi alle operazioni quotidiane, tra cui:

- Zero reale per i sensori di ossigeno
- Deriva e stabilità del sensore
- Calibrazione del sensore
- Manutenzione del sensore.

Fonti di ossidazione

L'effetto dell'ossigeno sui diversi stadi della produzione di birra, oltre all'importanza legata al mantenimento dei corretti livelli dello stesso, è stato esaminato dettagliatamente in altri articoli.^{3,4} Dopo che si è compiuto lo stadio di fermentazione, è di importanza critica evitare qualunque ulteriore ossidazione della birra per mantenere la qualità, il gusto e la durata di conservazione del prodotto finale.

Gruppi di esperti assaggiatori possono facilmente riconoscere le birre ossidate. Se i livelli di ossigeno disciolto sono troppo elevati, si verificano sensibili cambiamenti poco dopo il confezionamento, associati a instabilità del colore e del sapore. Il sapore sgradevole percepito generato dall'ossidazione è un gusto di "cartone" o "carta bagnata", prodotto da livelli elevati di ossigeno. Al contrario, una gestione attenta della birra durante il processo di produzione può determinare valori di ossigeno disciolto nel prodotto confezionato inferiori a 20 µg/l. A questi livelli, la durata di conservazione è molto maggiore, quindi è necessario un accurato monitoraggio dell'ossigeno durante il processo di produzione della birra.

I principali rischi di contaminazione con aria avvengono quando la birra filtrata viene travasata da un recipiente all'altro. Dopo ogni travaso nei serbatoi o dopo qualsiasi operazione, come la filtrazione, è necessario controllare la birra per verificare che i livelli di ossigeno non siano cambiati.

Altre fonti di contaminazione da aria e di ingresso di ossigeno comprendono recipienti non spurgati in modo adeguato, perdite dalle valvole e dai premistoppa delle pompe e dalle pompe di dosaggio del coadiuvante di filtrazione. Effettuando misurazioni lungo tutto il processo, è possibile identificare la fonte di qualsiasi contaminazione di ossigeno, fornendo al produttore di birra la possibilità di ridurla al minimo.

Metodi disponibili per il monitoraggio dell'ossigeno

Tradizionalmente, i sensori per l'ossigeno disciolto (OD) utilizzati dall'industria della birra e da altre industrie, erano sensori amperometrici coperti da membrana. L'ossigeno diffonde attraverso la membrana e la corrente elettrica generata dalla reazione elettrochimica è direttamente proporzionale alla pressione parziale dell'ossigeno presente nel campione. La costante di proporzionalità può essere determinata da un'apposita procedura di calibrazione utilizzando l'aria come fonte di pressione parziale di ossigeno nota.

I sensori ottici di ossigeno hanno ottenuto successo nel decennio scorso e sono oggi i più utilizzati nell'industria delle bevande. Da quando i sensori ottici sono disponibili, la rilevazione ottica dell'ossigeno è stata basata sulla misurazione della fluorescenza di un colorante/indicatore illuminato dalla luce; questa fluorescenza è smorzata (quenching) dalla presenza di ossigeno (più ossigeno è presente, più velocemente scompare la fluorescenza). La concentrazione di ossigeno può essere quindi calcolata misurando il tempo di decadimento dell'intensità della fluorescenza. Più alta è la concentrazione dell'ossigeno, più breve è il tempo di decadimento. Modulando l'eccitazione, il tempo di decadimento può essere trasformato in uno spostamento di fase del segnale fluorescente modulato, che è indipendente dall'intensità di fluorescenza e quindi dal potenziale invecchiamento.

Per entrambi i metodi, la legge di Henry (William Henry [chimico], 1803) fornisce il legame tra la pressione parziale e la concentrazione in forma disciolta nel campione. La Figura 1 mostra le differenze fondamentali di comportamento del segnale grezzo in funzione del contenuto di ossigeno per i metodi amperometrico e ottico.

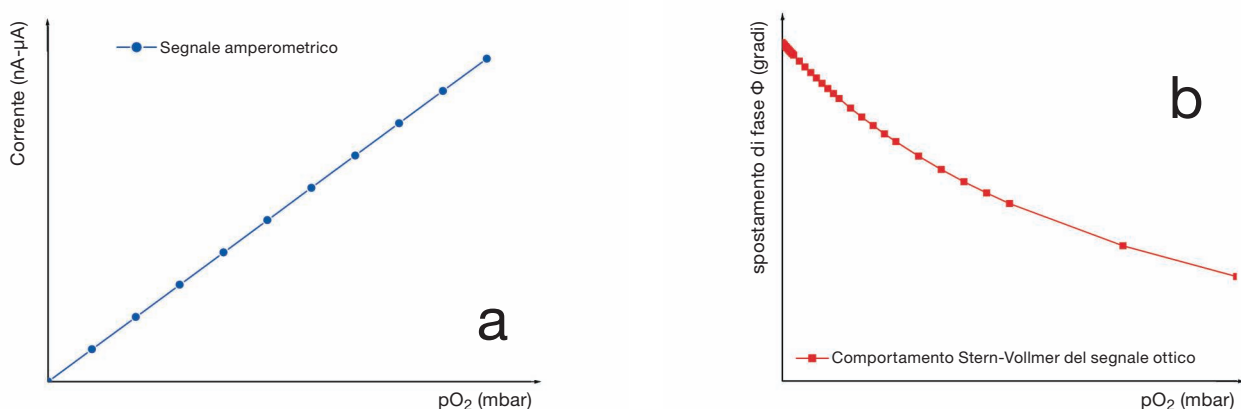


Figura 1: differenze di comportamento del segnale grezzo in funzione del contenuto di ossigeno con entrambi i sensori

Effetto delle condizioni di processo sulla misurazione

La tecnologia amperometrica consuma l'ossigeno che misura e quindi richiede un minimo flusso per operare con accuratezza. Questo non è normalmente un problema in un processo di produzione di birra in cui il flusso sia sufficientemente elevato. Tuttavia, quando la produzione di birra viene interrotta, l'assenza di flusso e il conseguente consumo di ossigeno portano in genere a basse letture di ossigeno. I sensori amperometrici standard sono regolati per le condizioni pressorie presenti in linea, ma cambiamenti del flusso o della pressione possono causare la vibrazione della membrana e generare disturbi al segnale misurato. Sbalzi di pressione causati dall'apertura o dalla chiusura di valvole possono determinare picchi nel segnale dell'ossigeno, la cui durata dipende fortemente dalla progettazione del sensore.

Gli effetti di assenza di flusso, di variazione di flusso e di improvvise variazioni di pressione sono mostrati nella Figura 2. Nella Figura 2a sono visibili i picchi causati dall'apertura di una valvola di riempimento, mentre la Figura 2b mostra come diminuiscono le letture amperometriche nel tempo in assenza di flusso.

Sebbene i sensori ottici non richiedano intrinsecamente alcun flusso per misurare con accuratezza, è necessario un flusso minimo per rinnovare il contenuto di ossigeno presente localmente e fornire misure rappresentative del campione. La pressione statica e le variazioni di pressione, a differenza di quanto accade con i misuratori amperometrici, non hanno alcun effetto sulle misurazioni.

La Figura 2a mostra l'assenza di qualunque effetto della pressione sulle misurazioni all'apertura di una valvola o all'interruzione della linea. La Figura 2 mostra anche l'accuratezza della lettura di ossigeno in confronto al sensore amperometrico Orbisphere. Su un campione di birra chiara con un contenuto di ossigeno di 2 ppb entrambi i sensori misurano entro 1 ppb (Figura 2a). Sulle miscele birra/sciroppo con un contenuto di ossigeno di 135 ppb entrambi forniscono una misura entro 3 ppb (Figura 2b). Con deviazioni così basse rispetto al sensore Orbisphere A1100 di riferimento, Orbisphere M1100 offre i vantaggi di un sensore ottico.

La Figura 2b mostra la lettura in continuo accurata in assenza di flusso. Quando i sensori amperometrici sono esposti a elevati contenuti di ossigeno e alte temperature, come ad esempio durante la pulizia in loco (CIP), può aumentare la frequenza di manutenzione. Tuttavia tali effetti possono essere ridotti al minimo mettendo il sensore in modalità di stand-by quando la temperatura è elevata.

Sebbene anche i sensori ottici siano compatibili con la procedura di pulizia in loco, l'esposizione ad elevati livelli di ossigeno e alte temperature è la causa principale di deriva che determina la necessità di calibrazione più frequente. Per quanto riguarda il sensore amperometrico, un corretto sistema di configurazione può proteggere il sensore spegnendolo in presenza di condizioni di elevata temperatura.

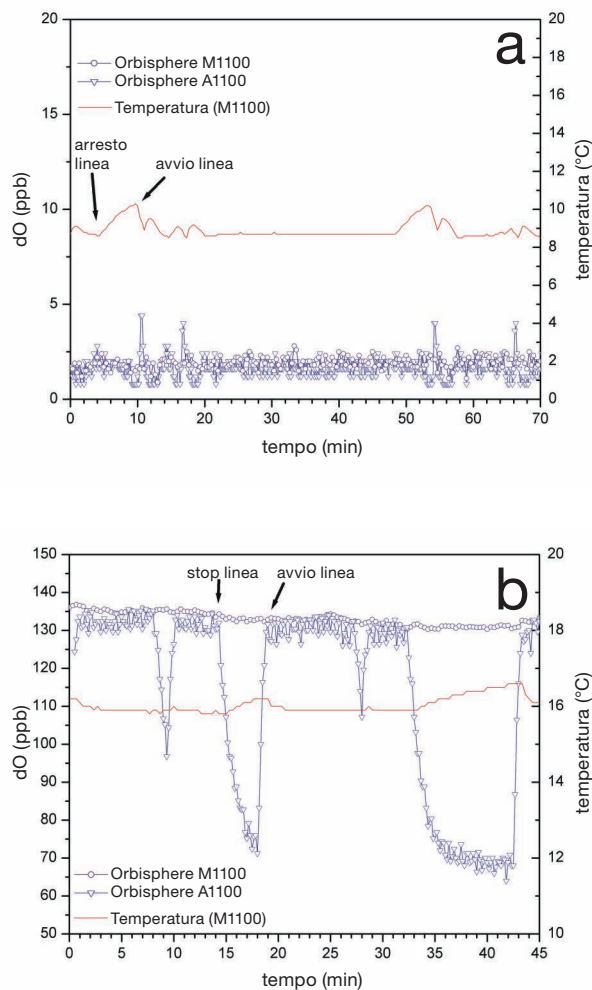


Figura 2: effetti di assenza di flusso, di variazione di flusso e di improvvise variazioni di pressione

Conclusione

Il sensore M1100 offre precisione e accuratezza, permettendo ai produttori di birra di mantenere con sicurezza bassi livelli di ossigeno, controllando così l'ossidazione della birra e migliorandone la stabilità del sapore. La tecnologia ottica senza membrane o elettrolita rende il sensore M1100 altamente resistente a rapidi cambiamenti di processo e di flusso, riducendo e semplificando la manutenzione. Questo vantaggio si aggiunge a un maggior tempo di produzione effettivo e a minori costi di proprietà.

Il sensore amperometrico A1100 fornisce il miglior limite di rilevazione ($\pm 0,1$ ppb) e il metodo di calibrazione più semplice (a punto singolo in aria); è una soluzione ideale per le applicazioni in acqua che richiedono elevata accuratezza. Tuttavia, il sensore ottico Orbisphere M1100 è la migliore soluzione per soddisfare le necessità dei produttori di birra: offre un veloce tempo di risposta e affidabilità con limitata manutenzione e calibrazione, fornendo la soluzione con il miglior rapporto costi/benefici per monitorare accuratamente l'ossigeno nella birra.



Sensore ottico di ossigeno disciolto Orbisphere M1100



Sensore amperometrico di ossigeno disciolto Orbisphere A1100

Bibliografia

1. Dunand F.A., Ledermann N., Hediger S., PowerPlant Chemistry 2006, 8(10), p.603
2. Dunand F.A., Ledermann N., Hediger S., Haller M., Weber C., PowerPlant Chemistry 2007, 9(9), 518
3. Klein C., Dunand F.A.; Brewing and Beverage Industry International, 2008, N° 1, 22.
4. O'Rourke T.; The Brewer International, 2002, March, 45.