

# Monitorizarea oxigenului optimizează calitatea și aroma

## PARTEA 1: Senzorii amperometrici și optici

### Introducere

#### **Oxigenul: nu se poate îmbutelia cu el; nu se poate fermenta fără el.**

Pentru o fabrică de bere există puține lucruri la fel de dificile ca și oxigenul. Chiar și o cantitate mică introdusă în momentul nepotrivit cauzează oxidare. Dar, oxigenul este și un element critic pentru procesul de fermentare. De la materialele de fabricare a berii uzate și resursele operatorului la „acrirea” experienței consumatorilor cu arome alterate, există suficiente motive pentru care oxigenul trebuie tratat cu atenție în timpul procesului de fabricare a berii. Vestea bună este că, folosind instrumentele corespunzătoare pentru monitorizarea și măsurarea oxigenului în cursul procesului de fabricare, o fabrică de bere poate perfecționa aromele și poate menține loturile mai mult timp pe rafturi.

Având peste 40 ani de experiență în măsurarea oxigenului pentru industria de fabricare a berii, Hach (lucrând cu marca Orbisphere) este compania ideală pentru evaluarea atât a tehnologiilor amperometrice cât și a celor optice. Această serie de aplicații în două părți examinează instrumentele și metodele de monitorizare a oxigenului, ajutând fabricile de bere să asigure calitatea produselor lor pentru mult timp după ce acestea părăsesc linia de producție.<sup>1,2</sup>

#### **PARTEA 1 din această serie acoperă subiecte critice referitoare la alegerea unui senzor de oxigen, inclusiv:**

- Efectele oxidării asupra procesului de fabricare a berii
- Senzorii de oxigen amperometrici și optici
- Condițiile procesului care afectează măsurarea oxigenului.

#### **PARTEA 2 din această serie acoperă subiecte critice referitoare la operațiunile zilnice, inclusiv:**

- Nivel zero real pentru senzorii de oxigen
- Abaterea și stabilitatea senzorilor
- Calibrarea senzorilor
- Întreținerea senzorilor.

## Surse de oxidare

Efectul oxigenului în diferite etape ale producției de bere, pe lângă importanța menținerii nivelurilor corecte de oxigen, a fost revizuit în detaliu în alte lucrări.<sup>3,4</sup> După finalizarea etapei de fermentare, este esențială evitarea oxidării ulterioare a berii, pentru a menține calitatea, gustul și perioada de valabilitate a produsului final.

Grupurile de degustători experți pot recunoaște cu ușurință berile oxidate. Schimbările notabile pot avea loc la scurt timp după despachetare, dacă nivelurile de oxigen dizolvat sunt prea ridicate. Aceste schimbări sunt însoțite de instabilități ale culorii și aromei. Cea notabilă aromă alterată care apare ca urmare a oxidării este un gust de „carton” sau „hârtie umedă” cauzat de nivelurile ridicate de oxigen. Pe de altă parte, manevrarea atentă a berii în cadrul fabricii poate determina valori ale oxigenului dizolvat în ambalaj mai mici de 20  $\mu\text{g/l}$ . La acest nivel, perioada de valabilitate este crescută în mod semnificativ, astfel că este necesară monitorizarea precisă a oxigenului, dacă nivelurile de oxigen vor fi controlate în timpul procesului de producție a berii.

O cauză principală a contaminării berii filtrate este transferul acesteia între recipiente. După fiecare transfer între rezervoare sau o operațiune precum filtrarea, berea trebuie verificată pentru a garanta faptul că nivelurile de oxigen nu s-au modificat.

Alte surse de contaminare cu aer și de infiltrare a oxigenului includ recipientele purjate în mod necorespunzător, garniturile pompelor sau supapele care prezintă scurgeri și pompele de dozare cu material auxiliar de filtrare. Prin măsurarea în cadrul procesului, este posibilă identificarea oricărei surse de contaminare cu oxigen, oferind fabricilor de bere posibilitatea de a le minimiza.

## Metode disponibile pentru monitorizarea oxigenului

În mod tradițional, senzorii pentru oxigenul dizolvat (DO) utilizați în fabricarea berii și în alte industrii erau senzori amperometrici acoperiți cu membrană. Oxigenul este difuzat prin membrană iar curentul electric generat de reacția electrochimică este direct proporțional cu presiunea parțială a oxigenului din probă. Constanta de proporționalitate poate fi determinată printr-o procedură de calibrare corespunzătoare, utilizând aerul ca sursă pentru presiunea parțială cunoscută a oxigenului.

Senzorii de oxigen optici au devenit mai populari în decursul ultimului deceniu iar acum sunt cei mai utilizați în industria băuturilor. De când au devenit disponibili senzorii de oxigen optici pentru industria băuturilor, detectarea optică a oxigenului s-a bazat pe măsurarea fluorescenței unei vopsele/unui indicator iluminat; această fluorescență a vopselei fiind stinsă de prezența oxigenului (cu cât este mai mult oxigen, cu atât mai repede dispare fluorescența). Concentrația oxigenului poate fi apoi calculată prin măsurarea timpului de degradare a intensității fluorescenței. Cu cât este mai mare concentrația oxigenului, cu atât mai scurt va fi timpul de degradare. Prin modularea excitației, timpul de degradare este transformat într-o schimbare de fază a semnalului modulat al fluorescenței, care este independent de intensitatea fluorescenței și, astfel, de îmbătrânirea potențială.

Pentru ambele metode, Legea lui Henry (William Henry (Chimist), 1803) indică legătura dintre presiunea parțială și concentrația dizolvată din probă. Figura 1 prezintă diferențele fundamentale ale comportamentului semnalului brut în funcție de conținutul de oxigen, atât pentru metodele amperometrice, cât și pentru metodele optice.

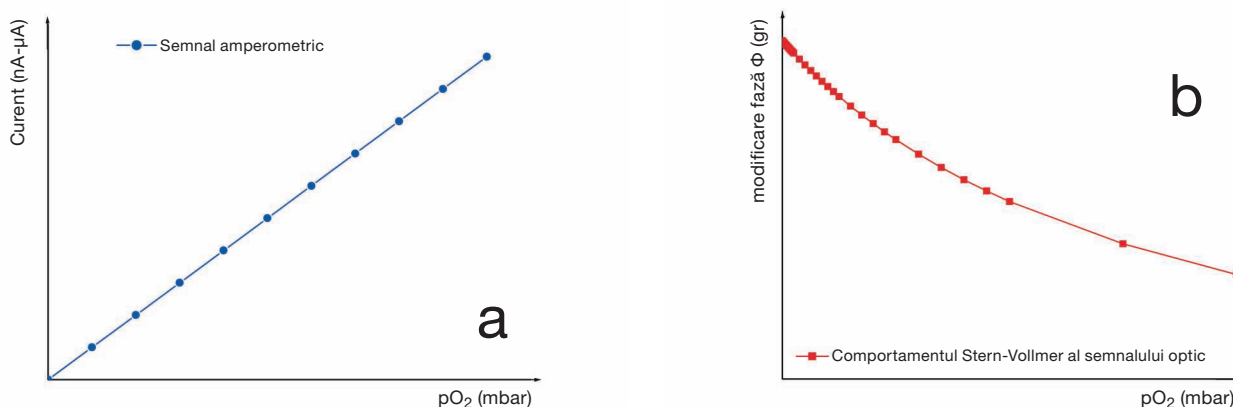


Figura 1: Diferențele din comportamentul semnalului brut în funcție de conținutul de oxigen cu ambii senzori

## Efectul condițiilor procesului asupra măsurătorii

Cu tehnologia amperometrică se consumă oxigenul măsurat și, prin urmare, este nevoie de un flux minim pentru ca aceasta să funcționeze corect. În mod normal, acest lucru nu este o problemă în procesul berii, unde fluxul este suficient de mare. Totuși, atunci când linia de producție este oprită, absența fluxului și, astfel, consumul de oxigen cauzează, în mod obișnuit, valori scăzute ale oxigenului. Senzorii amperometrici standard sunt adaptați pentru condițiile de presiune de pe linia de producție, dar modificările de flux sau de presiune pot cauza vibrația membranei și apariția unui zgomot în semnalul măsurat. Șocurile de presiune cauzate de supapele care se deschid sau se închid pot genera creșteri în semnalul de oxigen, ale căror durată depinde în foarte mare parte de designul senzorului.

Efectele lipsei de flux, ale variației fluxului și ale modificărilor bruște de presiune sunt ilustrate în Figura 2. În Figura 2a se pot observa creșterile cauzate de deschiderea unei supape de umplere, pe când Figura 2b ilustrează modul în care citirea amperometrică scade în timp, în absența fluxului.

Deși senzorii optici nu necesită, în mod intrinsec, măsurarea exactă a niciunui flux, este nevoie de un flux minim pentru a reîmprospăta conținutul de oxigen din punct și pentru a oferi măsurători reprezentative ale probei. Presiunea statică și modificările de presiune nu au niciun efect asupra măsurătorilor, spre deosebire de senzorii amperometrici.

Figura 2a arată absența oricărui efect de presiune asupra măsurătorii, când o supapă este deschisă sau linia oprită. Figura 2 demonstrează și precizia citirii oxigenului în funcție de senzorul amperometric Orbisphere. Pe o probă de bere de tip „lager”, cu un conținut de oxigen de aproximativ 2 ppb, ambii senzori măsoară maxim 1 ppb (Figura 2a). Într-un amestec de bere/sirop cu un conținut de oxigen de 135 ppb, ambii măsoară maxim 3 ppb (Figura 2b). Cu abateri atât de reduse față de referința Orbisphere A1100, Orbisphere M1100 oferă avantajele unui senzor optic.

Figura 2b prezintă citirea continuă precisă în absența fluxului. Atunci când senzorii amperometrici sunt expuși la conținut ridicat de oxigen și la temperaturi ridicate, cum ar fi în timpul curățării fără dezasamblare (CIP), intervalele de întreținere pot fi scurtate. Totuși, astfel de efecte pot fi minimizezate prin comutarea senzorului într-o poziție de așteptare, atunci când temperatura este ridicată.

În timp ce și senzorii optici sunt compatibil cu CIP, expunerea la niveluri ridicate de oxigen și la temperaturi ridicate este cauza principală a abaterii, care rezultă în calibrări mai frecvente. În ceea ce privește senzorul amperometric, o configurație corectă a sistemului poate proteja senzorul prin dezactivarea acestuia în timpul condițiilor cu temperaturi ridicate.

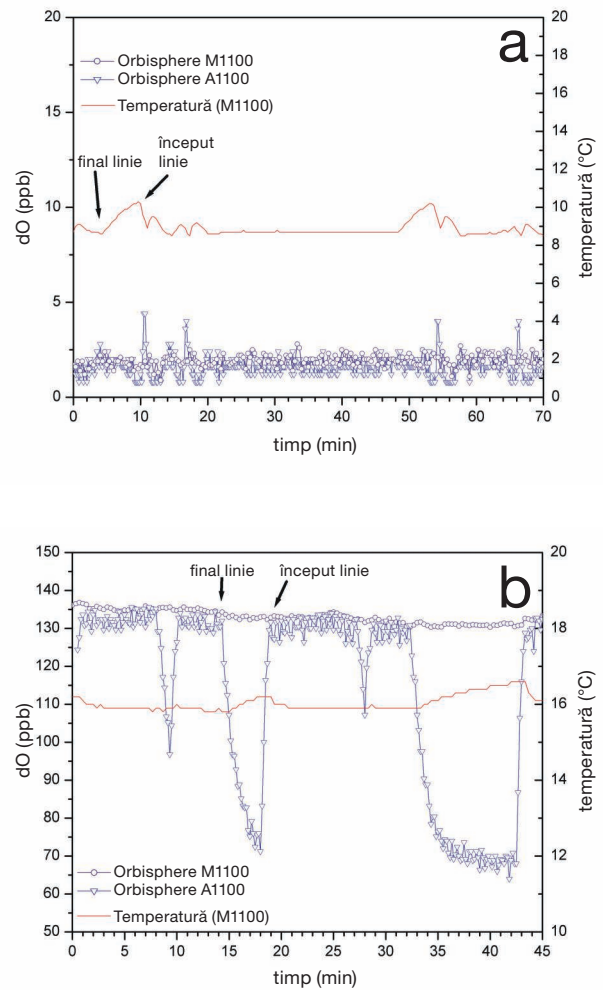


Figura 2: Efectele lipsei de flux, variația fluxului și modificările bruște de presiune

### Concluzie

M1100 oferă precizie și acuratețe, permițând fabricilor de bere să mențină cu încredere niveluri scăzute de oxigen, astfel controlând oxidarea berii și îmbunătățind stabilitatea aromei. Tehnologia optică robustă fără membrane sau electroliți face senzorul M1100 foarte rezistent la modificările rapide din proces și flux, reducând și simplificând întreținerea. Acest lucru contribuie la un timp de funcționare crescut al producției și la un cost total redus de exploatare.

Senzorul amperometric A1100 oferă cea mai bună limită de detectare ( $\pm 0,1$  ppb) și cea mai simplă metodă de calibrare (punct unic în aer) și este o soluție ideală pentru aplicațiile cu apă care necesită precizie ridicată. Cu toate acestea, senzorul optic Orbisphere M1100 este cea mai bună soluție pentru îndeplinirea nevoilor fabricilor de bere, asigurând un timp de răspuns rapid, fiabilitate cu cerințe de întreținere și calibrare limitate, oferind astfel cea mai rentabilă soluție pentru monitorizarea exactă a oxigenului din bere.



Senzor optic pentru oxigenul dizolvat Orbisphere M1100



Senzor amperometric pentru oxigenul dizolvat Orbisphere A1100

### Referințe

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, martie, 45.