

# The Effects of Temperature and Viscosity on Glucose Diffusivity through *Saccharomyces cerevisiae* Biofilms

ATTILIO CONVERTI\*, MARIO ZILLI, SALEH ARNI, RENZO DI FELICE and MARCO DEL BORGHI

Dipartimento di Ingegneria Chimica e di Processo "G.B. Bonino", Università di Genova, Via Opera Pia 15, I-16145 Genoa, Italy

The present study helps us to understand the effects of temperature and viscosity on bioprocesses in immobilized cell bioreactors. Glucose diffusivities through *Saccharomyces cerevisiae* biofilms are experimentally investigated at variable biofilm thickness, temperature, and concentration of carboxymethylcellulose (CMC) used as viscosity-raising additive. Comparing these experimental values with those for free diffusion of glucose in water shows us that biofilm strongly reduces diffusivity (about 74%), mainly due to a decrease in the effective diffusion area. Only a slight increase in diffusivity is observed when biofilm thickness is increased. In addition, the results obtained in this work demonstrate that the well-known empirical equations of Wilke and Chang, and of Guzman and Andrade can be combined to a relationship which takes into account the simultaneous effects of temperature and viscosity on the effective glucose diffusivity. This equation appears to be valid in glucose aqueous solutions whether or not biofilm is used, whereas it is not applicable when viscosity-raising additives, such as CMC, are used.

Le présent travail nous aide à comprendre les effets de la température et de la viscosité sur les processus biologiques dans les réacteurs à cellules immobilisées. Les coefficients de diffusion du glucose à travers biofilms de *Saccharomyces cerevisiae* sont déterminés expérimentalement à épaisseur de biofilm, température et concentration de carboxyméthylcellulose (CMC), employé comme additif de viscosité, variables. Une comparaison de ces valeurs avec celles obtenues pour la libre diffusion du glucose en eau montre que le biofilm réduit remarquablement la diffusivité (74% environ), à cause de la diminution de la superficie effective de diffusion. Seulement une augmentation minime de la diffusivité est observée quand l'épaisseur du biofilm est augmentée. En plus, les résultats obtenus dans ce travail montrent que les bien connus modèles de Wilke et Chang et de Guzman et Andrade peuvent être combinés dans une relation qui tient compte des effets simultanés de la température et de la viscosité sur la diffusivité effective du glucose. Cette équation résulte être valide quant à solutions aqueuses de glucose soit en présence qu'en absence de biofilm, tandis qu'elle n'est pas applicable quand additifs de viscosité, comme la CMC, sont utilisés.

---

\*Author to whom correspondence may be addressed. E-mail address: [converti@unige.it](mailto:converti@unige.it)