

20. Концептуальні основи побудови системи автоматизованого управління біотехнологічним комплексом виробництва хлібопекарських дріжджів

Денис Борисенко

Національний університет харчових технологій

Вступ: Сучасні системи автоматизованого управління біотехнологічними процесами не в достатній мірі забезпечують високі показники ефективності функціонування. Тому доцільним є синтез та розробка новітньої системи автоматизованого управління.

Методи досліджень: Отримана математична модель динаміки змін найбільш значущих факторів, що характеризують умови протікання та суттєво впливають на хід і продуктивність процесу вирощування хлібопекарських дріжджів.

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu = \mu_m \frac{S_1}{K_1 + S_1 + \frac{S_1^2}{K_{11}}} \cdot \frac{S_2}{K_2 + S_2 + \frac{S_2^2}{K_{22}}}; \\ \tilde{\mu} = K_3 X; \\ q_{S_1} = \frac{\mu}{Y_{X/S_1}} + m; \\ q_{S_2} = \mu \left[\alpha_0 + \frac{(\alpha_m - \alpha_0) \cdot S_2}{K_4 + S_2} \right]; \\ \frac{dX}{dt} = \mu_m \frac{S_1}{K_1 + S_1 + \frac{S_1^2}{K_{11}}} \cdot \frac{S_2}{K_2 + S_2 + \frac{S_2^2}{K_{22}}} \cdot X - K_3 X^2 - \frac{F}{V} X; \\ \frac{dS_1}{dt} = -\frac{1}{Y_{X/S_1}} \mu_m \frac{S_1}{K_1 + S_1 + \frac{S_1^2}{K_{11}}} \cdot \frac{S_2}{K_2 + S_2 + \frac{S_2^2}{K_{22}}} \cdot X - mX + \frac{F_1}{V} (S_{01} - S_1); \\ \frac{dS_2}{dt} = -\mu_m \frac{S_1}{K_1 + S_1 + \frac{S_1^2}{K_{11}}} \cdot \frac{S_2}{K_2 + S_2 + \frac{S_2^2}{K_{22}}} \cdot \left[\alpha_0 + \frac{(\alpha_m - \alpha_0) \cdot S_2}{K_4 + S_2} \right] \cdot X + \frac{F_2}{V} (S_{02} - S_2); \\ \frac{dV}{dt} = F_1 + F_2; \\ F = F_1 + F_2. \end{array} \right.$$

де X , S_1 , S_2 – відповідно концентрація біомаси дріжджів, цукрів та азоту; μ – питома швидкість росту біомаси дріжджів; μ_m , K_1 , K_{11} , K_2 , K_{22} , K_3 , Y_{X/S_1} , m , K_4 , – коефіцієнти; α_0 та α_m мінімальний та максимальний вміст мінерального елементу в біомасі; F , F_1 , F_2 – об’ємні швидкості подачі відповідно живлючих речовин, вуглеводного та сольового живлення; S_{01} та S_{02} – концентрація відповідно цукру та азоту у підживленні.

Результати: Відносна похибка при розрахунку змінної X не перевищила 4 %, змінної S_1 – 5,6 %, змінної S_2 – 3,2 %, змінної V – 3,6 %.

Таблиця 1

Коефіцієнти математичної моделі біотехнологічного комплексу виробництва хлібопекарських дріжджів

Коефіцієнт	Область допустимих значень	Чисельне значення	
		початкове	уточнене
μ_m	$4,80 \cdot 10^{-1} - 1,88 \cdot 10^0$	$4,85 \cdot 10^{-1}$	$4,93 \cdot 10^{-1}$
K_1	$1,0 \cdot 10^{-1} - 5,0 \cdot 10^{-1}$	$9,57 \cdot 10^{-1}$	$3,45 \cdot 10^{-1}$
K_{11}	–	$3,72 \cdot 10^1$	$4,67 \cdot 10^1$
K_2	$0 - 1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,95 \cdot 10^0$	$2,03 \cdot 10^0$
K_{22}	–	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$3,64 \cdot 10^{-3}$
K_3	$2,4 \cdot 10^{-3} - 6,5 \cdot 10^{-3}$	$2,86 \cdot 10^{-3}$	$3,11 \cdot 10^{-3}$
$\frac{Y_X}{s_1}$	$1,35 \cdot 10^{-1} - 6,3 \cdot 10^{-1}$	$2,41 \cdot 10^{-1}$	$5,02 \cdot 10^{-1}$
m	$0 - 3,6 \cdot 10^{-2}$	$1,56 \cdot 10^{-2}$	$1,83 \cdot 10^{-2}$
K_4	–	$8,43 \cdot 10^{-1}$	$9,74 \cdot 10^{-1}$

Висновки: Особливість даної моделі, що виділяє її з ряду вже існуючих є врахування впливу на зростання біомаси двох субстратів (вуглеводів та азоту), відображення швидкості аналізу біомаси $\tilde{\mu}$ та вжитку вуглеводвмісного субстрату на підтримку життєдіяльності культури m , залежність економічного коефіцієнта для мінерального субстрату від його концентрації у зовнішньому середовищі.

Література

4. Young, Linda, Cauvain, Stanley P. Technology of Breadmaking. / The Molecular and Cellular Biology of the Yeast Saccharomyces. – 2012. – Vol. 51, p. 103-141.
5. Gisslen, Wayne. Professional baking. / Molecular Biology. – 2013. – Vol. 37, p. 217-233.