УДК 004.031.6
Х. Ольховецька, Г. Осухівська
(Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ

UDC 004.031.6
K. Olkhovetska, H. Osukhivska

MATHEMATICAL SUPPORT OF THE COMPUTER SYSTEM FOR CONTROL OF THE FERMENTATION PROCESS

При розробці комп'ютерної системи контролю процесу ферментації винних продуктів важливим є вибір та обґрунтування відповідного математичного забезпечення. У літературі можна знайти багато різних математичних систем, що моделюють процес виробництва вина на основі різної кінетики. Зазвичай враховують зміни стану таких показників, як дріжджі, цукор, спирт та концентрація азоту, що засвоївся. Класична модель яка використовується для математичного представлення запропонована David et al. [1], що описується диференціальними рівняннями. Ця модель сформульована з кінетикою Міхаеліса-Ментена [2].

Загалом, для моделювання процесу бродіння вина існує безліч моделей, заснованих на звичайних диференціальних рівняннях. За основу було взято модель, описану в [3], яка представляє еволюцію біомаси дріжджів та інших концентрацій субстратів, таких як азот, цукор та етанол. Цукор перетворюється на етанол, а дріжджі ростуть шляхом метаболізму цукру та інших поживних речовин. З цієї відомої моделі було виведено модель, засновану на звичайних диференціальних рівняннях, яка також враховує "смерть" дріжджів, пов'язану з киснем та етанолом.

Для опису процесу контролю за ферментацією винних продуктів доцільно в моделях враховувати показники температури та CO2 з метою прогнозування проведення технологічних операцій (наприклад, мінімізація старіння дріжджів). Модель, яка пропонується, описується:

$$\int F(t,y(t),u(t))dttc+\tau tc$$

З урахуванням:

$$y(t)=f(t,y(t),u(t),\hat{d},\hat{p}),\forall t\in[tc,tc+\tau\ ]\ y(tc)=\hat{y}(tc)$$
$$c(t,y(t),u(t),\hat{d},\hat{p})\geq 0,\forall t\in[tc,tc+\tau\ ],$$

де tc означає поточний момент часу, а точне формулювання $f(t,y(t),u(t))$ залежить від конкретного розглянутого випадку. Для моделі формулювання $f(t,y(t),u(t))$ залежить від цільового стану та контрольних даних, що надходять від попереднього обчислення.

Таким чином, на основі запропонованої моделі розроблено математичне забезпечення комп'ютерної системи контролю процесу ферментації винних продуктів.

Література

1. Shea A. J. Comfort. Oxygen and fermentation. More Wine – Absolutely Everything! for Wine-Making, 2009.
2. R. David, D. Dochain, J.-R. Mouret, A. Vande Wouwer, and J.-M. Sablayrolles. Dynamical modeling of alcoholic fermentation and its linkwith nitrogen consumption. In Proceedings of the 11th International Symposium on Computer Applications in Biotechnology (CAB 2010), 2010, P. 496–501.
3. H. H. Dittrich and M. Großmann. Mikrobiologie des Weines. Ulmer, fourth edition, 2011, 288 p.