**제13회 한국화학공학회 LG생명공학 경시대회 문제지**

**<배양 및 생물반응공학>**

1. A라는 회사는 재조합효모의 발효를 통해 포도당을 에탄올로 전환하는 회분식공정 (batch process)을 가동하고자 한다. 이때 포도당이 미생물의 성장을 결정하는 제한기질(limiting substrate)일 때 다음에 답하시오. (50점)
2. (7 점) 미생물의 성장속도는 일반적으로 비증식속도 ( specific growth rate)로 표현된다. 효모의 배양기에서의 농도가 1.5 g/L일 때 10분 경과 후 효모의 농도가 0.1 g/L가 증가되었다. 이때 비증식속도 (hr-1)를 구하라.
3. (8 점) 위의 a)문제에서 계산된 비증식속도를 보일 때 미생물의 농도가 2배가 되는 doubling time(hr)을 계산하라.
4. (15 점) 미생물의 성장은 Monod equation으로 표현될 수 있다. 포도당의 농도에 따른 효모의 비증식속도를 측정하여 다음과 같은 데이터를 얻었다. 이 데이터를 이용하여 최대 비증식속도 (max, maximum specific growth rate)를 구하라.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| glucose (g/L) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
|  (hr-1) | 0.21 | 0.41 | 0.59 | 0.61 | 0.67 |

1. (10 점) 위 c)문제의 결과를 이용하여 a)문제의 비증식속도가 측정될 때의 배양기 내부 포도당의 농도를 계산하라.
2. (10 점) A회사에서 개발된 재조합효모는 Yethanol/glucose=0.46, 즉 포도당 1 g 소모시 에탄올을 0.46 g 생산하는 것으로 알려져 있다. 배양기 내 초기 포도당 농도가 20 g/L이고 20시간 발효후 에탄올농도가 6 g/L로 측정되었다. 위 c)문제의 결과를 이용하여 이때 재조합효모의 비증식속도를 계산하라. 단, 비증식속도는 포도당 이외의 다른 대사산물에는 영향을 받지 않는다고 가정하라.

2. L-alanine을 생산하는 방법 중 하나는 L-aspartate를 L-aspartic β-decarboxylase로 효소반응을 통해 L-alanine으로 전환하는 공정을 이용한다. L-aspartic β-decarboxylase은 Michaelis-Menten kinetics를 따르며 이 공정에 사용되는 효소의 kcat, KM은 각각 100 min-1, 10 mM 이다. 연속식 교반반응기 (CSTR)을 사용하여 L-alanine을 생산하고자 하며 이때 효소는 ultrafiltration membrane에 의해 반응기 내에 갇혀있다. 다음에 답하시오. (50점)

1. (15 점) feed의 유속은 10 L/hr이며 feed에서의 aspartate농도는 200 mM이다. 부피가 1 L인 반응기내 효소의 농도가 100 M일 때 전환율을 계산하시오.
2. (15 점) 위 a)문제에서의 반응기 운전조건에서 전환율을 90 %로 올리고자 한다. 이때 feed의 유속을 얼마로 해야 할까?
3. (20 점) 위 a)문제에서의 CSTR에 두번째 CSTR을 직렬로 연결하여 10 L/hr의 유속으로 가동하여 최종 전환율을 90%로 하고자 한다. 두번째 CSTR의 부피는 얼마가 되어야 할까? 이때 첫번째 CSTR로의 inlet stream에서 aspartate의 농도는 200 mM이며 두 반응기 모두 효소의 농도는 100 M이다.