【 문제-1 】 (30점)

호기성 조건 하에서 포도당과 NH_3를 기질로 사용하는 빵효모 *Saccharomyces cerevisiae*의 생장은 다음과 같은 반응식으로 간단히 설명할 수 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, 모든 값은 소수점 둘째자리까지 표기하고, 각 원소의 원자량은 C: 12, O: 16, H: 1, N: 14로 가정한다.)

$$C_6H_{12}O_6 + aO_2 + bNH_3 \rightarrow cC_6H_{10}NO_3 + 4.32H_2O + dCO_2$$

(1) 배양 부피가 1,000L인 회분식 발효조에서, 최종적으로 원하는 효모 농도가 40g-건조중량/L이다. 위 반응식의 양론계수 a, b, c, d를 구하고, 그것으로부터 질소원인 NH_3의 배지 성분으로 $(NH_4)_2SO_4$를 사용할 경우에 필요한 총량(kg)을 계산과정과 함께 구하시오. (단, $(NH_4)_2SO_4$의 화학식량은 fw=132로 가정한다.) (20점)

(2) 지수 생장기의 생장속도가 R_x = 0.6g-건조중량/L·h일 경우, 산소소비속도(g-O_2/L·h)를 구하시오. (10점)

【 문제-2 】 (20점)

산소전달속도(oxygen transfer rate, OTR)를 높이면 발효조 내의 균체 농도를 높일 수 있다. 다음 물음에 답하시오.

(1) OTR을 관련 계수(coefficient, constant, 상수)들과 매개변수(parameter)들을 이용하여 관계식(수식)으로 제시하시오. (5점)

(2) 문제 (1)의 OTR 수식에서 사용된 각 계수들과 매개변수들을 간단히 정의하고, 단위를 쓰시오. (5점)

(3) 산소전달속도를 높이는 방안 5가지를 제시하시오. (10점)

【 문제-3 】 (30점)

발효를 통해 원하는 물질을 생산하기 위해서는 미생물의 유전자 발현 조절 기작을 이해하여야 한다. 다음 물음에 답하시오.

(1) 탄소원으로 유당(lactose, 젖당)만이 존재할 때 *lac* operon의 유전자 발현이 조절되는 기작을 설명하시오. (단, 유당에 의한 조절을 제외한 다른 조건은 *lac* operon의 발현이 가능한 상태라고 가정한다.) (5점)

(2) 탄소원으로 포도당(glucose)이 존재할 때 *lac* operon의 유전자 발현이 조절되는 기작을 cyclic AMP(cAMP)를 이용하여 설명하시오. (단, 포도당에 의한 조절을 제외한 다른 조건은 *lac* operon의 발현이 가능한 상태라고 가정한다.) (5점)

(3) 탄소원으로 포도당과 유당이 함께 있는 배지에서 대장균이 생장할 때 이중영양생장(diauxic growth)을 보인다. 이때 문제 (1)과 문제 (2)의 내용을 이용해서 이중영양생장을 설명하시오. (20점)

【 문제-4 】 (20점)

연속배양은 정상상태(steady state)하에서 조작하는 발효방법으로 chemostat, turbidostat 등이 있다. 다음 물음에 답하시오.

(1) Chemostat와 turbidostat가 무엇인지 각각 기술하고, 증식제한기질(growth-limiting substrate)양의 관점에서 서로 비교하여 기술하시오. (8점)

(2) Chemostat에서 균체 생산성이 최대가 되는 희석률을 최적희석률(D_{opt})이라 한다. 실제 발효에서는 이론적인 최적희석률에서 작업하기에는 불안정하여 이론적인 최적희석률보다 약간 낮은 희석률에서 작업한다. 그 이유를 설명하시오. (12점)