

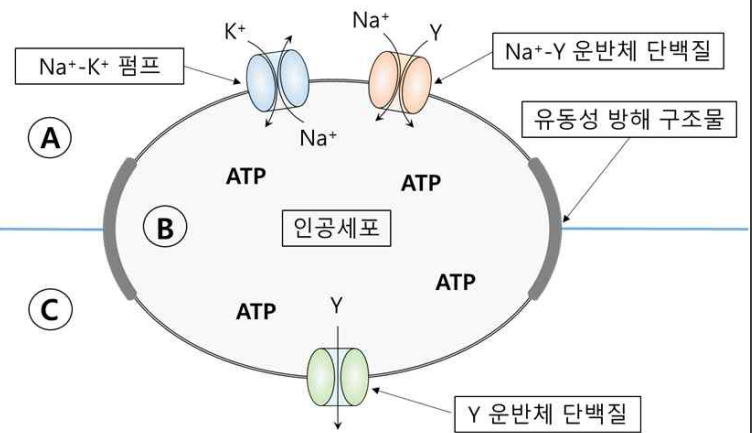
2022학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제 자연계열(생명과학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

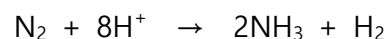
※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 우리 몸의 항상성 유지에는 신경계와 내분비계의 통합적 조절이 중요하다. 신경계와 내분비계는 각각 신경 전달 물질과 호르몬을 분비하여 표적 세포를 조절한다. 예를 들어 체온이 정상보다 낮아지면 신경계는 표적 세포에서 골격근 떨림과 피부 근처의 모세혈관 수축을 일으키고, 내분비계는 티록신 호르몬 분비를 통하여 표적 세포에서 물질대사를 촉진한다. 이러한 통합적 조절을 통하여 궁극적으로 체온이 일정하게 유지된다.

[나] 세포막은 세포 안팎으로의 물질 이동을 조절하는 중요한 기능을 담당한다. 세포막을 통한 물질 이동은 물질 종류에 따라 선택적으로 일어난다. 이 과정에 관여하는 세포막 단백질로서 촉진 확산을 담당하는 운반체 단백질과 능동 수송을 담당하는 운반체 단백질인 펌프가 존재한다. 이런 운반체 단백질을 이용해서 혼합 수용액 ④에 존재하는 물질 Y를 선택적으로 분리할 수 있는 인공세포를 그림과 같이 제작하였다. 인공세포 중간에 세포막 유동성을 방해하는 구조물을 설치하여 세포막 단백질의 이동을 방지했다. Na⁺의 촉진 확산에 의해서 Y를 함께 수송할 수 있는 Na⁺-Y 운반체 단백질과 Na⁺-K⁺ 펌프를 ④부와 인접한 세포막에 삽입시켰고, 촉진 확산에 의해서 Y를 수송하는 Y 운반체 단백질을 ③부와 인접한 세포막에 삽입하였다. (단, ④와 ③ 사이에는 물을 포함한 모든 물질의 직접적 이동이 일어나지 않는다.)



[다] 대기의 약 78%가 질소로 구성되어 있음에도 불구하고, 질소 분자는 두 개의 질소 원자가 단단하게 결합되어 있어 식물은 질소 기체를 이용할 수 없다. 대기의 질소를 식물이 이용하기 위해서는 반드시 질소고정이라는 과정에 의해 질소 기체가 환원되어야 하는데, 이는 특정 세균에서 질소고정효소복합체에 의해 일어나며 그 과정은 다음과 같다.



작물재배에 필요한 질소비료 사용량을 줄이기 위한 과학적 접근 방법 중 하나가 세균의 질소고정효소복합체를 식물세포에서 발현시키는 것이다. 그러나 이를 위해서는 몇 가지 어려운 점을 해결해야 한다. 우선, 질소고정효소복합체를 구성하는 많은 종류의 유전자가 적절한 수준으로 동시에 발현되어야 할 뿐 아니라, 이 효소복합체는 산소에 매우 민감하여 산소와의 접촉이 최소화되어야 한다. 또한 이 효소복합체의 활성을 위해서는 전자공여체가 필요하며 적절한 온도와 pH 조건이 충족되어야 한다. 현재 이를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[문제 1] 항상성 유지에서 신경계와 내분비계에 의한 조절 방식의 차이점을 비교하기 위하여, 각각의 표적 세포에 염색질 응축을 일으키는 약물을 처리한 후 표적 세포의 티록신과 신경 전달 물질에 대한 반응성을 비교하였다. 그 결과 각각의 표적 세포에서 티록신에 대한 반응은 일어나지 않았고 신경 전달 물질에 대한 반응은 정상적으로 이루어졌다. 제시문 [가]를 바탕으로 항상성 유지에서 신경계와 내분비계 조절 작용의 차이점을 설명하고, 위의 실험결과를 기반으로 티록신과 신경 전달 물질이 표적 세포에 작용하는 방식의 차이를 추론하여 서술하시오. (단, 표적 세포에서 약물의 영향은 염색질 응집만 고려한다.) [10점]

[문제 2] 제시문 [나]에 소개된 인공세포를 바탕으로 다음 질문에 답하시오.

2-1 혼합 수용액 ④에서 수용액 ③으로 물질 Y를 선택적으로 분리하기 위하여 ④와 ③에서 Na⁺의 상대적 농도는 어떠해야 하는지 답하고, 그 이유와 형성 과정을 설명하시오. (단, ④에서 Y의 농도는 ③에서보다 상대적으로 낮고 ③에 존재하는 Y는 지속적으로 침전을 시켜서 분리 정제한다.) [5점]

2-2 Y를 필요에 따라 이동시키거나 멈추게 하기 위하여 신경 세포에서 활동 전위에 관여하는 Na⁺ 통로 단백질을 리포솜에 삽입한 후에 ④부와 인접한 세포막으로 전달했다. 이런 인공세포에서 막전위를 조절하면 필요에 따라서 Y 이동을 조절하게 된다. 막전위 변화를 통한 Y 이동 조절의 원리를 설명하시오. (단, 세포에 삽입한 전극을 이용하여 막전위는 자유롭게 변화시킬 수 있다.) [10점]

[문제 3] 작물의 생산성을 높이기 위해 질소고정효소복합체를 이루는 여러 유전자를 식물체 게놈에 삽입하여 발현시켰다. 이 효소복합체가 A 식물체에서는 미토콘드리아 기질에서, B 식물체에서는 틸라코이드 내부에서 작용하도록 만들었다.

3-1 A 식물체와 B 식물체의 질소고정 효율에는 어떤 차이가 있을지 이유를 들어 설명하시오. (단, 미토콘드리아 기질과 엽록체 틸라코이드 내부의 절대적인 H⁺ 농도 차이는 없다고 가정한다.) [5점]

3-2 만약 B 식물체에서 질소고정이 효율적으로 일어날 수 있다면, 이 식물체에서 질소고정이 시작된 후에 탄소고정반응(암반응)과 관계된 중간물질의 농도와 최종산물의 생성속도는 시간에 따라 어떻게 변하는지 이유와 함께 설명하시오. [10점]