원격 학습 – 삼투와 확산
Distance Learning : Osmosis and Diffusion(IS1514)
FNIC-NC-NE30081

소개

확산(Diffusion)은 농도가 높은 부분에서 농도가 낮은 부분으로 분자가 무작위로 이동하는 것입니다. 환경 내 분자의 불평등한 분포를 농도 구배(concentration gradiant)라고 합니다. 확산은 분자가 에너지를 갖고 끊임없이 움직이며, 서로 튕겨져 나와 무작위 방향으로 움직이기 때문에 발생합니다. 농도가 높은 부분에는 더 많은 분자가 포함되어 있으므로, 분자 간의 충돌 가능성이 더 높습니다. 시간이 지남에 따라 분자는 환경 전체에 균등하게 분포됩니다. 이것이 발생하는 속도는 환경의 크기뿐만 아니라, 농도 구배(concentration gradiant)에 따라 달라집니다.

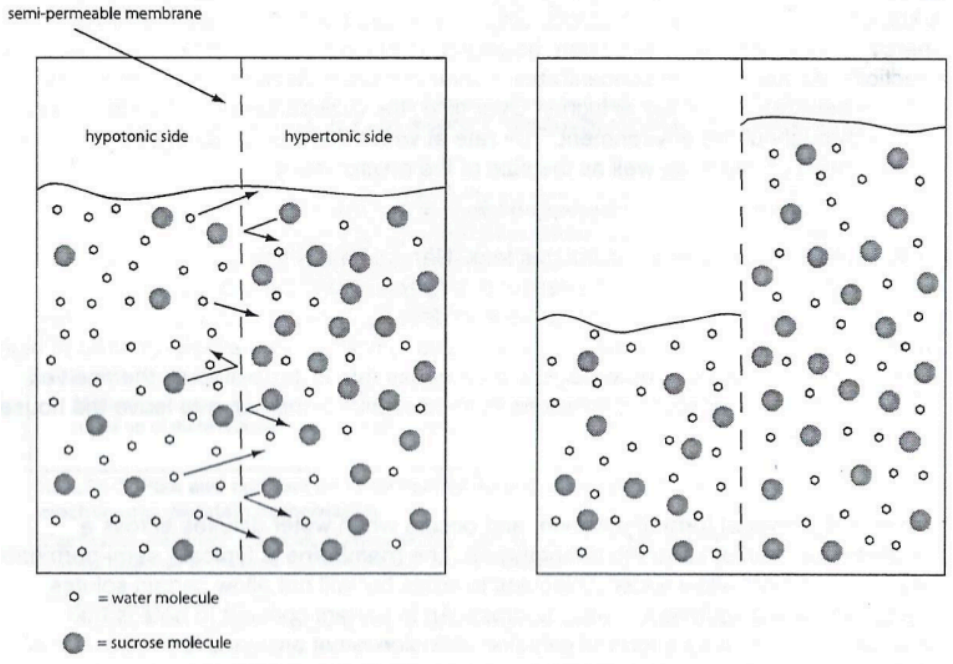
이 현상의 예로 천연가스 누출을 생각해 봅시다. 기계식 공기 난방에 사용되는 천연 가스는 냄새가 나지 않습니다. 안전상의 이유로 특수 화학물질이 첨가되어 유쾌하지 않은 냄새가 납니다. 집에서 천연가스 누출이 발생한 경우, 누출 지역(고밀도 지역)에 가까이 있지 않는 한 바로 알아채지 못할 수 있습니다. 그러나 시간이 지남에 따라 천연가스 분자는 집안 전체에 분산되어, 내부의 다른 공간에 있는 사람에게 집을 떠나 도움을 요청할 수 있도록 경고합니다.

삼투(Osmosis)는 확산의 특별한 형태이며, 물이 막을 통해 농도 구배(concentration gradiant)를 따라 확산될 때 발생합니다. 막은 일반적으로 반투과성입니다. 즉, 물 분자는 통과할 수 있지만 특정 용질(물에 용해된 물질)은 통과하지 못합니다. 주목해야 할 중요한 개념은 삼투는 항상 확산의 한 형태이나, 확산은 항상 삼투의 한 형태는 아닐 수 있다는 것입니다. 확산은 막을 가로지르는 움직임을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있지만, 삼투는 항상 막을 가로지르는 움직임을 포함합니다. 또한 확산에는 물 및/또는 용질의 이동이 포함될 수 있지만 삼투에는 물의 이동만 포함될 수 있습니다.

삼투 중 물이 이동하는 방향은 반투막 양쪽의 용질 농도에 따라 달라집니다. 삼투를 논의할 때 이해해야 할 세가지 주요 용어는 고장성(hypertonic), 저장성(hypotonic) 및 등장성(isotonic)입니다.

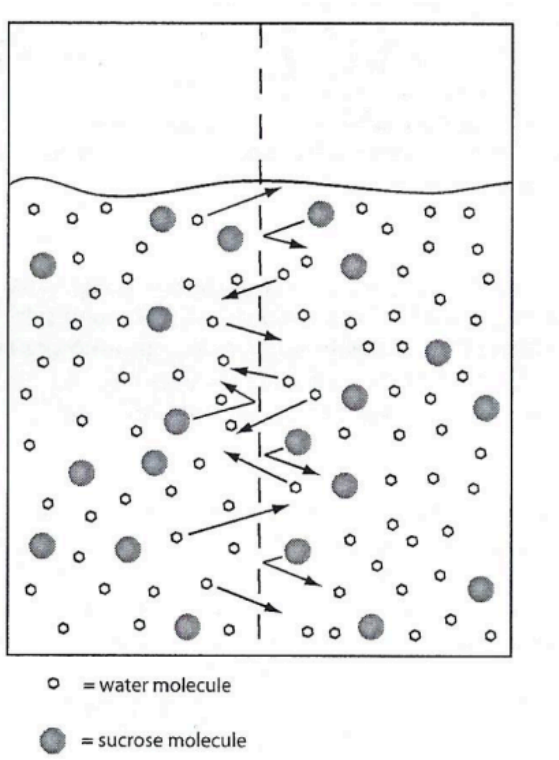
두 용액의 농도가 다른 경우, 용질 농도가 더 높은 용액을 고장성(hypertonic)이라고 합니다. Hyper는 더 크거나 그 이상을 의미합니다. 용질 농도가 낮은 용액을 저장성(hypo-은 적거나 그 이하를 의미함)이라고 합니다. 두 용액의 용질 농도가 동일하면 등장성(isotonic, 즉 동일 또는 같음을 의미함) 상태에 있다고 합니다.

이러한 조건을 설명하기 위해 물 분자는 통과하지만 수크로스 분자는 통과하지 못하는 막으로 분리된 물과 수크로스 분자로만 이루어진 간단한 용액을 생각해 보십시오. 아래 다이어그램은 농도가 다른 두 용액이 막으로 분리될 때 어떤 일이 발생하는지 보여줍니다. 한쪽 용액의 수크로스 분자가 더 많고(고음성), 다른 쪽 용액의 수크로스 분자가 적습니다(저음성).



수크로스 분자는 막을 통과할 수 없기 때문에 물 분자는 양쪽에 동일한 농도의 수크로스 분자를 생성하기 위해 저장성 쪽에서 고장성 쪽으로 이동합니다. 농도는 용질(수크로스)과 용매(물)의 비율이라는 것을 기억하세요. 결국 결과는 시스템의 고장성 측에서 부피가 증가하는 것입니다. 왜냐하면 양측이 동일한 자당 대 물 분자 비율(농도)에 도달함에 따라 더 많은 물 분자를 얻었기 때문입니다.

이제 동일한 막으로 분리된 동일한 농도(등장성)의 두 용액을 나타내는 아래 다이어그램을 고려하십시오.



두 용액이 서로 등장성이라고 해서 물 분자가 막을 통과하지 않는다는 의미는 아닙니다. 오히려 무작위 운동을 통해 물 분자는 막을 통해 양방향으로 동일하게 이동합니다. 이것의 최종 결과는 시간이 지남에 따라 시스템의 어느 쪽도 부피의 순 증가를 나타내지 않으며 양쪽의 자당 농도가 동일하게 유지된다는 것입니다.

확산, 삼투 및 세포

모든 살아있는 세포는 원형질막이라고 불리는 막으로 둘러싸여 있는데, 이 막은 세포에 들어오고 나가는 것을 조절하는 역할을 합니다. 원형질막은 반투과성이므로 세포 안팎으로 이동하는 것을 조절할 수 있습니다. 즉, 특정 분자만 자유롭게 통과할 수 있습니다. 확산과 삼투는 모두 특정 물질을 세포 안팎으로 가져오는 데 도움이 되는 과정이며 세포 생존에 필수적입니다. 세포는 확산을 통해 영양분을 가져오거나 폐기물을 제거할 수 있으며, 삼투를 통해 세포와 주변 환경의 수분 수준을 조절할 수 있습니다. 확산과 삼투가 이 조사의 초점이지만, 물질이 세포막을 통과할 수 있는 유일한 과정은 결코 아니라는 점에 유의해야 합니다.

확산과 삼투는 모두 수동수송(Passive transport)으로 알려진 운반 형태입니다. 즉, 세포막을 통해 물질을 이동하는 데 에너지가 필요하지 않습니다. 전에 언급한 바와 같이, 물질은 서로 다른 영역에서 용질 및/또는 물의 농도 균형을 맞추기 위하여 자연스럽게 움직입니다. 여기에서 균형이란 세포 내부와 외부의 균형을 의미합니다. 에너지의 생성과 저장은 모든 생명체의 생존에 필수적이기 때문에 수동수송이 유리합니다. 한 프로세스에서 소비되는 모든 에너지는 대체되어야 하며, 다른 프로세스에 사용할 수 있는 에너지는 더 적습니다. 수동수송은 에너지가 절약된다는 장점이 있음에도 불구하고, 몇 가지 단점이 존재합니다.

첫째, 에너지가 사용되지 않기 때문에 수동수송은 느린 과정이 될 수 있습니다. 세포 내부보다 세포 외부의 영양분 농도가 더 높고 세포가 생존하기 위해 영양분이 즉시 필요한 경우, 확산과 같은

수동적 과정으로 인해 영양분이 필요한 만큼 빨리 세포 안으로 들어가지 못할 수 있습니다. 둘째, 때로는 용질이나 물 수준의 균형이 세포에 해를 끼칠 수 있습니다. 다음 시나리오를 생각해보세요.

- 세포 내부의 용질 농도가 높고 세포 주변의 수분 함량이 높으면 삼투 과정으로 인해 농도의 균형을 맞추기 위해 물이 세포 안으로이 동하게 됩니다. 물이 안으로 들어오면 세포는 팽창하여 세포막에 압력을 가하게 됩니다. 결국 물이 계속해서 세포 안으로 들어가면 압력이 너무 높아져 용해 과정에서 세포가 터질 수 있습니다.
- 반대로, 세포 내부보다 세포 외부에 용질 수준이 더 높으면 삼투 현상으로 인해 물이 세포에서 외부 환경으로 빠져나갑니다. 이로 인해 세포막이 수축되어 세포의 부피가 감소하게 됩니다. 결국 세포는 완전히 쪼그라들고 제대로 기능하지 못하게 될 수 있습니다. 이 과정을 Crenation*이라고 합니다.

  *적혈구 주변에 이상한 톱니 자국이 나는 것. 적혈구를 고장용액에 넣을 때 세포부피의 수축에 의하여 만들어지는 톱날모양의 상태이다.

다행스럽게도 세포는 용질과 물이 수동 조건 하에서 이동하는 방향과 반대 방향으로 이동하게 할 수 있는, 능동수송(Active transport) 형태에도 참여할 수 있습니다. 그러나 능동수송의 단점은 이러한 방식으로 물질을 이동하려면 에너지 투입이 필요하다는 것입니다. 세포의 목적은 에너지를 생성하고 저장하는 것이지만, 특정 상황에서 에너지의 일부를 사용 하는 것은 세포가 죽는 것보다 낫습니다.

실험목표

- 수동 수송의 두 가지 형태인 확산과 삼투에 대해 알아보세요.
- 확산과 삼투 과정의 유사점과 차이점을 비교하고 대조합니다.
- 삼투가 촉진될 수 있는 환경을 조성하십시오.
- 삼투가 발생했는지 여부를 확인하기 위해 데이터를 수집합니다.

실험 재료

3mL 파란색 식용색소

1 수크로스 퀵솔루션 (20mL만들기)

4 플라스틱 컵

2 플라스틱 병

20mL 탈이온수

2pcs 투석 배관

2 일회용 피펫

안전 보호구

안전 고글, 실험용 장갑, 실험실 앞치마

화학물질 폐기법: 사용된 모든 용액은 많은 양의 물과 함께 배수구에 버릴 수 있습니다. 사용한 투석 튜브는 쓰레기통에 폐기할 수 있습니다.

사전 실험 준비

1M 수크로스 용액의 준비

수크로스 용액은 실험실을 수행하기 2일 전 준비 합니다. (2일 이상이 되는 경우 상할 수 있습니다.) 만든 당일에 사용하지 않을 경우에는 병을 냉장고에 보관하세요. 실험을 수행하기 전에 용액이 실온에 도달할 수 있도록 미리 냉장고에서 용액을 꺼내십시오.

1. Sucrose QuickSolution 병의 뚜껑을 제거합니다.

2. 탈이온수(20mL) 한 병의 내용물을 모두 자당 병에 첨가합니다.

3. QuickSolution 병의 캡을 다시 닫습니다. 수크로스가 완전히 녹을 때까지 병을 흔듭니다.

실험 절차

PART1. 확산(Diffusion)

1. 플라스틱 컵 2개를 준비합니다. 마커나 펜을 사용하여 한 컵에는 "따뜻함", 다른 컵에는 "차가움"이라고 표시합니다.

2. "차가움"라고 표시된 컵에 차가운 수돗물을 가득 채웁니다. 그런 다음 "따뜻함"이라고 표시된 컵에 따뜻한 수돗물을 3/3 정도 채웁니다.

3. 각 컵에 파란색 식용색소를 2~3방울씩 넣어주세요.

참고 사항: 식용 색소가 거의 동시에 각 컵에 추가되도록 이 단계를 빠르게 수행하십시오.

4. 약 5분 동안 두 가지 용액을 관찰합니다. 데이터 분석 섹션에 관찰 내용을 기록하세요.

5. 관찰을 마친 후 두 컵에 담긴 용액을 하수구에 폐기하세요. 파트 II에 재사용할 수 있도록 플라스틱 컵 중 하나를 철저히 헹구십시오.

PART2. 삼투(Osmosis)

1. 플라스틱 컵에 수돗물을 1% 정도 채웁니다. 투석 튜브 한 조각을 컵에 넣고 1-2분 동안 담가 두십시오.

2. 물에서 투석 튜브를 제거합니다. 튜브의 양쪽 끝을 손가락으로 가볍게 문질러 튜브를 엽니다.

3. 투석 튜브의 한쪽 끝을 가능한 한 끝에 가깝게 매듭을 묶습니다. 매듭을 묶기 전에 튜브 끝을 비틀어 놓는 것이 도움이 될 수 있습니다.

4. 눈금이 매겨진 피펫을 사용하여 투석 튜브의 열린 끝 부분에 1M 수크로스 용액~4mL를 추가합니다.

참고 사항: 피펫의 상단 표시(전구의 끝 모양과 유사한)는 1mL 표시입니다.

5. 투석 튜브의 열린 끝 부분에 매듭을 묶고, 다시 매듭을 튜브 끝 부분에 최대한 가깝게 묶습니다. 이제 투석 튜브의 양쪽 끝은 완전히 밀봉되어 스쿠로스 용액이 새지 않아야 합니다.

6. 밀봉된 튜브를 수돗물로 잠시 헹구어 튜브 외부에 묻었을 수 있는 수크로스 용액을 씻어내십시오.

7. 밀봉되고 헹궈진 튜브를 종이 타월 위에 놓고 가볍게 닦아서 건조시킵니다.

8. 플라스틱 병 하나를 구하여 수돗물로 약 절반 정도 채웁니다. 마커나 펜을 사용하여 유리병의 초기 물 수준을 표시합니다.

9. 밀봉된 투석 튜브를 유리병에 조심스럽게 넣으십시오. 10. 30분간 기다립니다. 그런 다음 유리병에서 투석 튜브를 조심스럽게 제거합니다. 투석 튜브와 유리병의 용액을 관찰하고 유리병의 물 높이를 다시 표시합니다. 데이터 분석 섹션에 관찰 내용을 기록하세요.

11. 투석 튜브를 다시 유리병에 넣고 30분 더 기다립니다. 30분 후, 튜브를 바이알에서 제거하고 바이알에 최종 물 수위를 표시합니다. 데이터 분석 섹션에 관찰 내용을 기록하는 것을 잊지 마세요.

학생 이름		수업명	
실험 날짜		선생님	

60분	

데이터 분석 기록시트

표1: 확산(Difussion)

물 온도	관찰결과
차가움	
따뜻함	

표2: 삼투(Osmosis)

시간	관찰결과
30분	

질문

1. 파트 1에서 관찰한 내용을 토대로 확산이 발생했다고 생각하시나요? 아래에 답을 설명하세요.

2. 차가운 물이 담긴 컵과 따뜻한 물이 담긴 컵의 차이점을 발견 하셨나요? 그렇다면 차이점을 어떻게 설명하시겠습니까?

3. 파트 2에서 관찰한 내용을 토대로 삼투 현상이 발생 했다고 생각하시나요? 아래에 답을 설명하세요.

데이터 분석

4. 플라스틱 병에 들어 있는 물과 비교하여 투석 튜브의 수크로스 용액은 고장성입니까, 저장성입니까, 등장성입니까? 왜 그럴까요?

5. 배경 지식에서는 삼투로 인해 세포가 너무 많은 물을 흡수하여 결국 세포가 터지는 세포 용해(Cell lytic)의 개념이 논의 되었습니다. 이 현상은 식물 세포보다 동물 세포에 더 위험합니다. 왜 그렇다고 생각합니까?

(교사용 해설) 답안

1. 학생들은 시간이 지남에 따라 파란색 식용 색소가 용액 전체에 퍼지는 것을 관찰해야 합니다. 이는 파란색 식용 색소가 용액 전체의 농도를 동일하게 만들기 위해 이동함에 따라 확산이 발생하고 있음을 나타냅니다.

2. 파란색 식용 색소는 찬물에서보다 따뜻한 물에서 더 빠르게 확산됩니다. 식용 색소 분자는 따뜻한 물에서 더 많은 에너지를 가지므로 용액에서 더 빠르게 움직일 수 있습니다.

3. 학생들은 유리병의 물의 수위가 낮아져 삼투 현상이 발생했다고 결론을 내려야 합니다. 수위가 낮아지게 하는 어떤 일이 발생했음 하였으며, 물이 들어갈 수 있는 유일한 곳은 투석 튜브 속이었습니다. 학생들은 또한 투석 튜브의 수위가 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 물이 실제로 물에서 투석 튜브를 통과했음을 나타냅니다.

4. 수크로스 용액은 용질의 농도가 더 높기 때문에 고장성입니다.

5. 식물 세포에는 막을 포함하고 있지만 동물 세포에서는 발견되지 않는 단단한 세포벽도 포함하고 있습니다. 이는 식물 세포가 세포 용해에 대해 구조적으로 더 강한 저항성을 갖도록 만듭니다.