

I

물질대사와 에너지

생명체는 생명활동에 필요한 에너지를 어떻게 얻을까?

이 단원에서는 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서

광합성, 세포호흡, ATP의 역할을 알아보자.

또 효소의 작용 기작과 특성을 이해하고, 효소 작용의 중요성을 알아보자.



이 단원의 핵심
아이디어

1 물질대사와 에너지

세포에서는 다양한 물질대사에 의해 생명활동이 일어나며, 이 과정에서 에너지 출입이 일어난다.

2 효소

물질대사는 효소에 의해 조절되며, 우리 몸은 물질대사로 건강을 유지한다.

단원 연계

중학교 과학

- 식물과 에너지
- 동물과 에너지

통합과학1

- 시스템과 상호작용

생명과학

- 생명 시스템의 구성

세포와 물질대사

1. 물질대사와 에너지
2. 효소

포트폴리오

이 단원을 학습하면서 나만의 포트폴리오를 만들어 보자.

- 69 쪽 효소 작용의 중요성 알아보기
- 79 쪽 건강 매점 구상하기

1

물질대사와 에너지

01 물질대사와 에너지 균형

02 생명활동과 에너지

학습할 내용을 알아보고,
스스로 학습 계획을 세워 봅시다.



말, 판다, 다람쥐와 같은 초식동물은
식물을 먹어 에너지를 얻는다.

들어다보기 식물에 저장되어 있는 에너지는 어디
에서 온 것일까?

생각해 보기 초식동물은 식물을 먹어 얻은 에너지
를 어디에 사용할까?

이전
학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

☐ 물질대사 ☐ 동화작용 ☐ 이화작용 ☐ ATP

지식·이해

- 물질대사는 생명체에서 생명을 유지하기 위해 일어나는 화학 반응임을 설명할 수 있다.
- 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서 광합성, 세포호흡, ATP의 역할을 설명할 수 있다.

과정·기능

- 1 일 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 조사하고, 에너지 균형을 판단할 수 있다.
- 발아 중인 콩에서 물질대사와 에너지대사가 일어나는 현상을 탐구할 수 있다.

가치·태도

- 에너지 균형의 중요성을 인식할 수 있다.
- 발아 중인 콩에서 일어나는 변화를 있는 그대로 기록할 수 있다.

나의
학습 계획

나는 이 단원에서 _____ 을/를 알고 싶다.

01

물질대사와 에너지 균형

| 학습 목표 |

- ☐ 물질대사는 생명체에서 생명을 유지하기 위해 일어나는 화학 반응임을 설명할 수 있다.
- ☐ 물질대사에서 에너지의 출입이 동반됨을 설명할 수 있다.



세계보건기구(WHO)는
일주일에 적어도 150 분은 운동
하라고 권장한다. 그 까닭은
무엇일까?

내일부터
운동해야지.

물질대사와 에너지 출입

생명체에서 생명을 유지하기 위해 일어나는 모든 화학 반응을 물질대사라고 한다.
생명체는 물질대사를 통해 에너지와 물질을 얻어 다양한 생명활동에 사용하며,
물질대사가 일어나는 과정에 효소가 관여한다.

물질대사와 에너지 균형은
『생명과학』의 ‘생명 시스템의 구성’
단원과 연계된다.



뇌하수체에서 아미노산으로
사람성장호르몬(HGH)을
합성한다.

간에서 글라이코젠을
포도당으로 분해한다.

이장에서 아미노산으로
아밀레이스 같은 소화효소를
합성한다.

작은창자에서 지방을
지방산과 모노글리세리드로
분해한다.

근육에서 포도당을
이산화 탄소와 물로 분해한다.

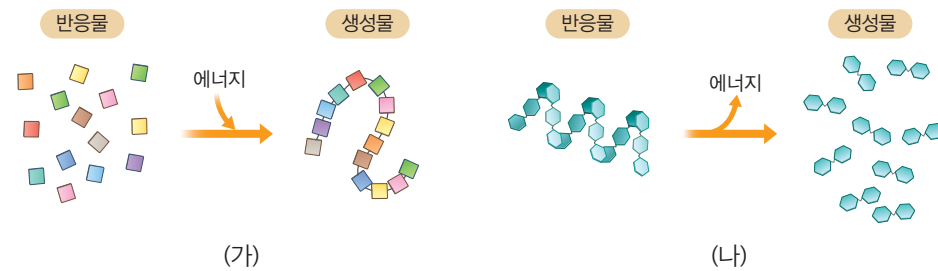
그림 II-1 우리 몸에서 일어나는 다양한 물질대사

물질대사는 작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성하는 **동화작용**과 크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해하는 **이화작용**으로 구분된다. 다음 해 보기에서 물질대사와 에너지의 관계를 알아보자.

해보기

물질대사와 에너지의 관계 알아보기

그림은 생명체에서 일어나는 물질대사 (가)와 (나)를 나타낸 것이다.



1. (가)와 (나)는 각각 동화작용과 이화작용 중 어느 것에 해당하는지 써 보자.
2. (가)와 (나)를 참고하여 물질대사와 에너지의 관계를 추론해 보자.

오개념 바로잡기

이화작용에서 방출되는 에너지는 새로 생겨난 것일까?

이화작용에서 방출되는 에너지는 반응물에 저장되어 있던 에너지가 다른 형태의 에너지로 전환되어 방출되는 것이다.

그림 II-2와 같이 생명체에서 동화작용이 일어날 때에는 에너지가 흡수되므로 생성물의 에너지양이 반응물의 에너지양보다 많고, 이화작용이 일어날 때에는 에너지가 방출되므로 생성물의 에너지양이 반응물의 에너지양보다 적다. 이처럼 물질대사가 일어날 때 에너지 출입이 함께 일어나므로 물질대사를 에너지대사라고도 한다.

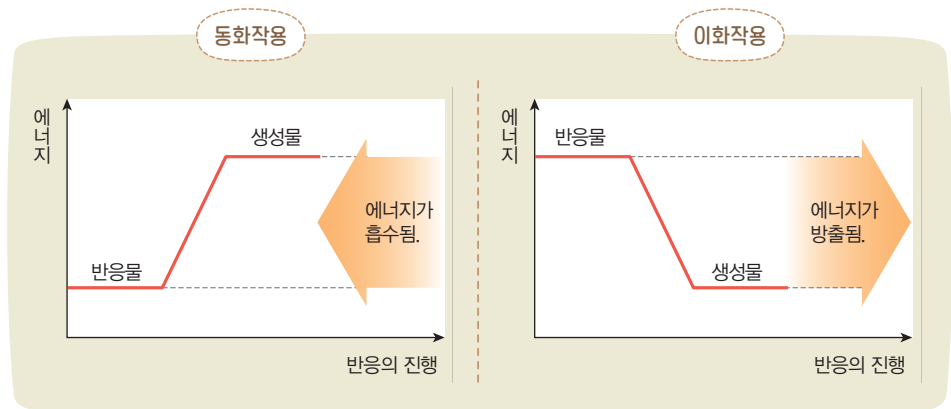


그림 II-2 물질대사에서 에너지 출입 동화작용에서는 에너지가 흡수되고, 이화작용에서는 에너지가 방출된다.

에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형

1일 총 대사량은 우리 몸이 하루에 필요한 에너지양으로 기초대사량, 활동대사량, 음식물이 소화, 흡수, 운반되는 과정에서 소비되는 에너지양을 모두 합한 것이다. **기초대사량**은 호흡운동, 심장박동, 체온조절, 혈액 순환 같이 생명을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지양이다. **활동대사량**은 걷기, 운동하기, 공부하기 등 다양한 활동에 필요한 에너지양이다.

우리는 음식을 섭취하여 얻은 영양소를 분해해 에너지를 얻으며, 이 에너지를 여러 가지 생명활동에 사용한다. **그림 II-4**와 같이 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적으면 우리 몸을 구성하는 중성지방이나 단백질이 분해되므로 체중이 감소하며, 심하면 영양부족이 나타날 수 있다. 이와 반대로 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으면 사용하고 남은 에너지가 주로 중성지방의 형태로 전환되고 체내에 축적되어 체중이 증가하며, 대사성 질환에 걸릴 가능성이 커진다. 따라서 건강을 유지하기 위해서는 균형 잡힌 식사와 규칙적인 운동으로 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형을 이루어야 한다.

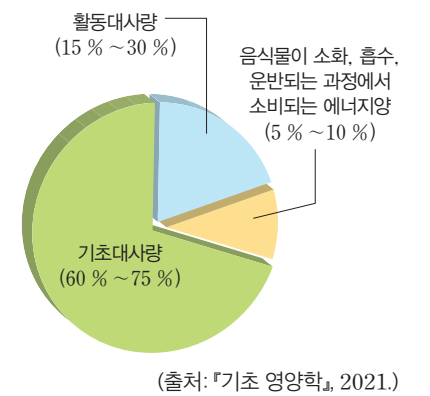


그림 II-3 우리 몸의 에너지 소비량

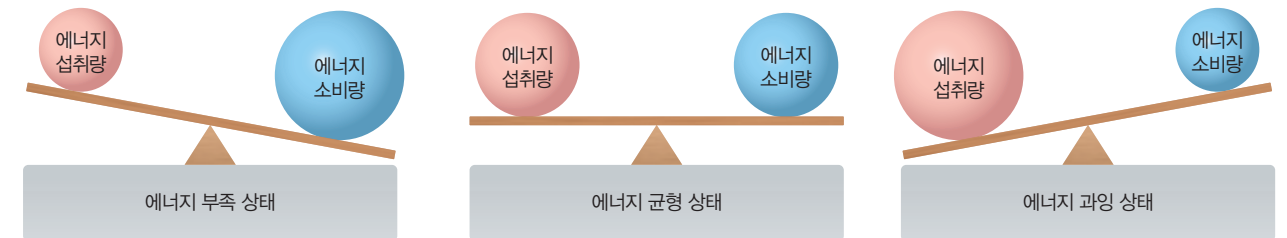


그림 II-4 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형

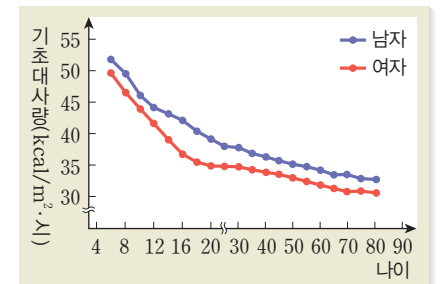
참고사고 최근 고혈압, 당뇨병 같은 대사성 질환의 발병률이 높아지는 까닭을 에너지 균형과 관련 지어 설명해 보자.



자료실 나이와 성별에 따른 기초대사량 차이

몸을 움직이지 않고 가만히 있을 때 근육조직에서 소비하는 에너지양은 지방 조직에서 소비하는 에너지양보다 많다. 따라서 체중이 같은 사람이라도 근육량이 많은 사람은 체지방량이 많은 사람보다 기초대사량이 높다. 또 호르몬의 영향으로 남자와 여자는 근육량과 체지방량에 차이가 있는데, 일반적으로 남자의 단위 체중당 근육량은 여자보다 많아서 남자의 기초대사량이 여자의 기초대사량보다 높다.

나이가 들수록 우리 몸의 근육량은 감소하고 체지방량은 증가하므로 기초대사량이 감소하는 경향이 있다. 따라서 꾸준한 운동으로 근육량이 감소하는 것을 늦추고, 체지방량이 증가하지 않도록 하여 기초대사량이 높게 유지되도록 노력해야 한다.



(출처: 『Exercise Physiology』, 2022.)

▲ 나이와 성별에 따른 기초대사량

다음 탐구에서 하루 동안 나의 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 조사하여 비교해 보고, 에너지 균형을 이루었는지 판단해 보자.

탐구

조사, 자료 분석

탐구 능력 | 문제 해결 능력

1 일 에너지 섭취량과 에너지 소비량 비교하기

목표 나의 1 일 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 조사하여 비교하고, 에너지 균형 여부를 판단할 수 있다.

과정 및 결과

1. 나의 1 일 에너지 섭취량을 조사해 보자.

① 내가 어제 하루 동안 섭취한 음식물의 종류와 양을 모두 써 보자.

구분	음식물의 종류와 양
아침	
점심	
저녁	
간식	

② **디지털** 식품안전나라 누리집(www.foodsafetykorea.go.kr)의 식품 안전 섭취 가이드에 접속하여 어제 하루 동안 섭취한 음식물의 에너지량을 구해 보자.

① 식품 안전 섭취 가이드에서는 끼니별로 섭취한 음식물의 종류와 양을 입력하면 에너지량을 바로 계산하여 알려 준다.

③ ②에서 구한 음식물의 에너지량을 모두 더하여 나의 1 일 에너지 섭취량이 몇 kcal인지 써 보자.



준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 에너지 섭취량, 에너지 소비량과 관련된 책



2. 나의 1 일 에너지 소비량을 조사해 보자.

① 내가 어제 하루 동안 한 활동의 종류와 시간을 모두 써 보자.

활동	시간	활동	시간

② 다음을 참고하여 어제 하루 동안 활동별로 소비한 에너지량을 구해 보자. 활동별로 소비한 에너지량은 ‘활동별 에너지 소비량 × 몸무게 × 활동 시간’으로 구한다.

① 다음 표에 없는 활동은 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 참고한다.

(단위: kcal/kg·시)

활동	에너지 소비량	활동	에너지 소비량	활동	에너지 소비량
걷기	4.0	책 읽기	1.3	축구하기	7.0
씻기	2.0	공부하기	1.8	TV 보기	1.0
잠자기	0.9	청소하기	3.0	줄넘기하기	10.0

(출처: 『기초 영양학』, 2021.)

③ ②에서 구한 활동별 에너지 소비량을 모두 더하여 나의 1 일 에너지 소비량이 몇 kcal인지 써 보자.



정리

1. 나의 1 일 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 비교하여 에너지 균형을 이루었는지 판단해 보자.



2. 에너지 균형이 이루어지지 않았다면 어떻게 개선해야 하는지 이야기해 보자.



음식물이 소화, 흡수, 운반되는 과정에서 소비되는 에너지량은 고려하지 않으며, 활동별 에너지 소비량에는 기초대사량이 포함되어 있어.



스스로 평가하기



[지식·이해] 1 일 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 비교하여 에너지 균형 여부를 판단했는가? ☆☆☆

[과정·기능] 에너지 균형 여부에 따라 적절한 개선 방안을 이야기했는가? ☆☆☆

[가치·태도] 에너지 균형의 중요성을 인식했는가? ☆☆☆

스스로 확인하기

1 동화작용에서는 에너지가 ()되고, 이화작용에서는 에너지가 ()된다.

2 건강을 유지하기 위해서는 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 ()을/를 이루어야 한다.

3 **| 과학 역량 기르기 |** 잠잘 때에도 에너지가 소비되는 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 55 쪽 학습 목표에 ✓ 표하여 스스로 점검해 보자.

02 생명활동과 에너지

| 학습 목표 |

- 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서 광합성, 세포호흡, ATP의 역할을 설명할 수 있다.



생명활동과 에너지는 중학교 『과학』의 '식물과 에너지', '동물과 에너지' 단원과 연계된다.

식물은 광합성으로 이산화 탄소와 물로부터 포도당을 합성하며, 이 과정에서 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 포도당에 저장된다. 식물은 포도당을 세포호흡으로 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻거나 녹말, 지방, 단백질 등 여러 가지 물질로 전환하여 저장한다. 사람은 음식을 먹음으로써 영양소를 얻으며, 이 영양소를 세포호흡으로 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.

세포호흡에서 포도당은 물과 이산화 탄소로 분해되고, 이 과정에서 에너지가 방출된다. 세포호흡에서 방출된 에너지 중 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열 에너지로 방출된다.

그림 II-5 에너지의 전환과 이동

식물의 광합성으로 포도당이 합성되며, 태양의 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 저장된다.

식물에 화학 에너지 형태로 저장되어 있던 에너지가 음식을 통해 사람에게 전달된다.



사람의 세포호흡으로 포도당이 분해되며, 이때 방출된 에너지 중 일부가 ATP에 저장되어 생명활동에 사용된다.

에너지 저장 물질인 ATP는 그림 II-6과 같이 아데노신에 3 개의 인산기가 결합한 화합물이며, 인산기와 인산기 사이에 에너지가 저장되는 고 에너지 인산 결합이 형성된다. ATP는 ADP와 무기인산(P_i)으로 분해되며, 이 과정에서 ATP에 저장된 에너지가 방출된다. ATP의 분해로 방출된 에너지는 기계적 에너지, 화학 에너지, 열에너지 등으로 전환되어 다양한 생명활동에 사용된다. 다음 해 보기에서 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서 광합성, 세포호흡, ATP의 역할을 알아보자.

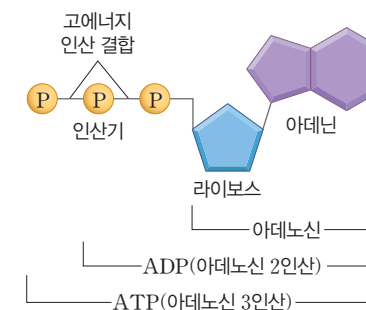


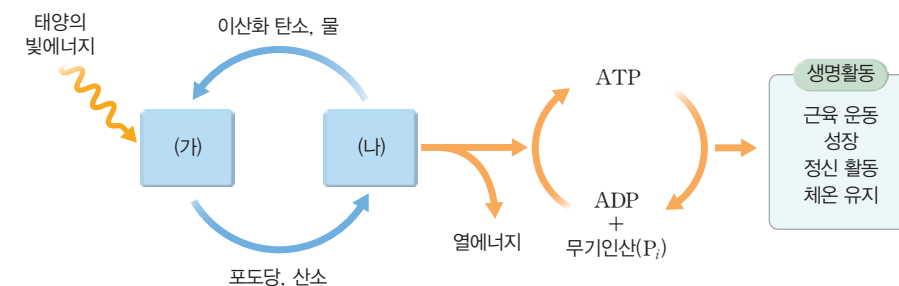
그림 II-6 ATP의 구조

해보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

광합성, 세포호흡, ATP의 역할 알아보기

그림은 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 광합성과 세포호흡을 순서 없이 나타낸 것이다.



리프먼
(Lipmann, F. A., 1899~1986)
미국의 과학자. ATP를 세포의 주요 에너지 전달 물질로 제안했다.

1. (가)와 (나)가 무엇인지 각각 쓰고, 그렇게 판단한 까닭을 설명해 보자.
2. 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서 광합성, 세포호흡, ATP의 역할을 각각 써 보자.

광합성의 역할	세포호흡의 역할	ATP의 역할

사람은 생명활동에 필요한 에너지를 ATP로부터 얻으며, ATP는 포도당이 세포호흡으로 분해될 때 방출된 에너지에 의해 합성된다. 포도당의 화학 에너지는 식물의 광합성에 의해 빛에너지가 전환된 것이다. 따라서 생명체가 생명활동에 사용하는 에너지의 근원은 태양의 빛에너지이다.

마른 콩에 물을 충분히 주면 콩에서 싹이 트는 발아가 일어나는데, 이 과정에는 많은 에너지가 필요하다. 다음 탐구에서 발아 중인 콩에서 일어나는 물질대사와 에너지대사를 알아보자.

탐구

실험, 자료 분석

- 준비물
- ☒ 비커 ☒ 수조
 - ☒ 스타이로폼 컵
 - ☒ 디지털 온도계
 - ☒ 비닐 랩 ☒ 시계
 - ☒ 석회수 ☒ 마른 콩
 - ☒ 발아 중인 콩
 - ☒ 실험복 ☒ 실험용 장갑

- 안전
- 유리 기구가 깨지지 않게 주의한다.
 - 사용하고 남은 생물 재료와 화학 약품은 선생님의 지도에 따라 분리하여 처리한다.
 - 실험복과 실험용 장갑을 반드시 착용한다.

디지털 탐색

CO₂ 센서를 이용한 실험

마른 콩과 발아 중인 콩이 들어 있는 삼각 플라스크에 CO₂ 센서를 각각 장치하고, 스마트 기기에 애플리케이션을 설치한 뒤 스마트 기기와 CO₂ 센서를 연결하면 CO₂ 농도 변화가 그래프로 나타난다.



발아 중인 콩의 물질대사와 에너지대사 탐구하기

목표 발아 중인 콩에서 나타나는 변화를 관찰하고, 이를 물질대사, 에너지대사와 관련지어 설명할 수 있다.

탐구 1 발아 중인 콩의 물질대사 확인하기

과정 및 결과

- 2 개의 수조에 석회수 150 mL가 담긴 비커를 각각 넣는다.
 - 석회수가 이산화 탄소와 반응하면 물에 녹지 않는 흰색의 탄산칼슘이 생성되어 뿌옇게 흐려진다.
- 2 개의 수조 중 1 개에는 마른 콩이 담긴 비커를, 다른 1 개에는 발아 중인 콩이 담긴 비커를 넣는다.
 - 2 개의 비커에 같은 양의 마른 콩을 각각 넣은 뒤, 1개는 그대로 두고 다른 1개는 발아시켜 준비한다.
- 2 개의 수조 윗부분을 각각 비닐 랩으로 감싸 밀봉한 뒤 어두운 곳에 놓아둔다.
 - 외부 공기가 수조 안으로 들어가지 않도록 꼼꼼하게 밀봉한다.



- 하루가 지난 뒤 2 개의 수조에 있는 석회수의 변화를 관찰하여 써 보자.

정리

- 실험 결과로 알 수 있는 사실을 물질대사와 관련지어 설명해 보자.
- 사고력** 2 개의 수조에서 산소 농도는 각각 어떻게 변할지 예상해 보고, 그렇게 예상한 까닭을 설명해 보자.

탐구 2 발아 중인 콩의 에너지대사 확인하기

과정 및 결과

- 2 개의 스타이로폼 컵 중 1개에는 마른 콩이 담긴 비커를, 다른 1개에는 발아 중인 콩이 담긴 비커를 넣고 뚜껑을 닫는다.
 - 2 개의 비커에 같은 양의 마른 콩을 각각 넣은 뒤, 1개는 그대로 두고 다른 1개는 발아시켜 준비한다.
- 2 개의 스타이로폼 컵에 각각 디지털 온도계를 설치한다.
- 1 시간 간격으로 스타이로폼 컵 속의 온도를 각각 측정하여 써 보자.

시간	0	1	2	3	4	5
마른 콩이 든 스타이로폼 컵 속의 온도(°C)						
발아 중인 콩이 든 스타이로폼 컵 속의 온도(°C)						

정리

- 실험 결과로 알 수 있는 사실을 에너지대사와 관련지어 설명해 보자.



발아 중인 콩은 세포호흡으로 영양소를 분해하여 에너지를 얻으며, 이 에너지를 생명활동에 사용한다.

스스로 확인하기

- 광합성에서 빛에너지는 화학 에너지로 전환되어 ()에 저장된다.
- 세포호흡으로 방출된 에너지 중 일부는 ()에 저장된다.
- 과학 역량 기르기** 운동할 때 열 발생량이 증가하는 까닭을 세포호흡과 관련지어 설명해 보자.

스스로 평가하기

- 지식·이해** 발아 중인 콩에서 나타나는 변화를 물질대사, 에너지대사와 관련지어 설명했는가? ☆☆☆
- 과정·기능** 발아 중인 콩에서 물질대사와 에너지대사가 일어나는 현상을 탐구했는가? ☆☆☆
- 가치·태도** 발아 중인 콩에서 일어나는 변화를 있는 그대로 기록했는가? ☆☆☆

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 60 쪽 학습 목표에 ☒ 표하여 스스로 점검해 보자.

온라인으로 진단하는 나의 식생활



www.foodsafetykorea.go.kr

영양 상담 프로그램

식습관 및 식행동, 신체 활동 등을 알아보는 질문에 답하면 골고루 먹기, 결식, 고열량 섭취, 나트륨 섭취, 무리한 다이어트, 신체 활동, 비만 등 여러 가지 유형을 기준으로 나의 상태를 평가해 준다. 또 평가 결과를 바탕으로 하여 현재 상태에 대한 상담을 받아볼 수 있다.



영양 지수 프로그램

‘필요한 식품을 골고루 다양하게 먹는가?’,
‘건강에 좋지 않은 식품을 적게 먹는가?’,
‘건강하고 안전한 식행동을 실천하는가?’를 알아보는 질문에 답하면 식사와 영양 상태를 종합적으로 평가해 주고, 이를 점수화하여 진단해 준다. 또 진단 결과를 바탕으로 하여 건강한 식생활을 위해 개선할 점을 안내해 준다.

생각 펼치기

건강을 유지하기 위해 실천해야 할 식생활 점검표를 만들어 보자.



탐구 능력

중단원 마무리

1. 물질대사와 에너지

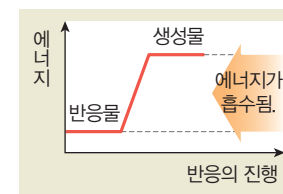
01 물질대사와 에너지 균형

55 쪽~59 쪽

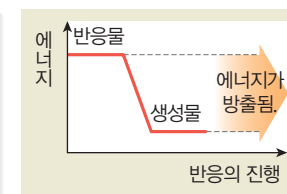
1. 물질대사와 에너지 출입

- ① : 생명체에서 생명을 유지하기 위해 일어나는 모든 화학 반응이다.
- 물질대사가 일어나는 과정에 효소가 관여한다.

구분	②	이화작용
반응	작고 단순한 물질을 크고 복잡한 물질로 합성한다.	크고 복잡한 물질을 작고 단순한 물질로 분해한다.
에너지	흡수	③



▲ 동화작용



▲ 이화작용

2. 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형

- 1일 총 대사량은 ④, 활동대사량, 음식물이 소화, 흡수, 운반되는 과정에서 소비되는 에너지량을 모두 합한 것이다.
- 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 적으면 체중이 감소하고, 에너지 섭취량이 에너지 소비량보다 많으면 체중이 증가한다.
- 건강을 유지하기 위해서는 에너지 섭취량과 에너지 소비량이 균형을 이루어야 한다.

02 생명활동과 에너지

60 쪽~63 쪽

1. 광합성

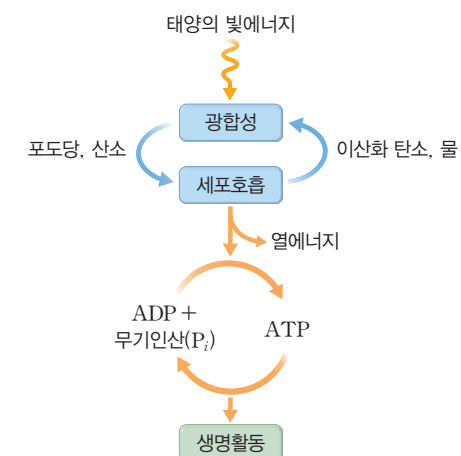
- 식물은 광합성으로 포도당을 합성한다.
- 광합성에서 태양의 ⑤ 이/가 화학 에너지로 전환되어 포도당에 저장된다.

2. 세포호흡

- 사람은 영양소를 세포호흡으로 분해하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는다.
- 세포호흡에서 포도당의 분해로 방출된 에너지 중 일부는 에너지 저장 물질인 ⑥ 에 저장된다.

3. ATP

- 아데노신에 3 개의 인산기가 결합한 화합물이다.
- ATP가 ⑦ 와/과 무기인산(P_i)으로 분해될 때 방출된 에너지는 다양한 생명활동에 사용된다.



▲ 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정

스스로 평가하기

이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

- | | | | | |
|--------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 지식·이해 | 물질대사는 생명체에서 생명을 유지하기 위해 일어나는 화학 반응임을 설명했는가? | ☐ | ☐ | ☐ |
| | 생명활동에 필요한 에너지를 공급하는 과정에서 광합성, 세포호흡, ATP의 역할을 설명했는가? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 과정·기능 | 1 일 에너지 섭취량과 에너지 소비량을 조사하고, 에너지 균형을 판단했는가? | ☐ | ☐ | ☐ |
| | 발아 중인 콩에서 물질대사와 에너지대사가 일어나는 현상을 탐구했는가? | ☐ | ☐ | ☐ |
| 가치·태도 | 에너지 균형의 중요성을 인식했는가? | ☐ | ☐ | ☐ |
| | 발아 중인 콩에서 일어나는 변화를 있는 그대로 기록했는가? | ☐ | ☐ | ☐ |

평가 결과가 아쉽다면 '1. 물질대사와 에너지'를 다시 한번 학습해 봅시다.

ADP ⑦ ATP ⑨ 이화작용 ⑤ 광합성 ① 열에너지 ③ 용해작용 ② 이화작용 ①