

2024 년 61 회 변리사 시험 1 차 생물 기출문제 해설

- A 형 기준 -

2024 김 민

총 평

	테마		테마
21	“ 균계의 세포벽 _ 키틴 ”	26	“ 단백질 분석기법 ”
22	“ 광호흡 ”	27	“ 진핵세포의 발현 ”
23	“ 해당과정 ”	28	“ 체세포분열 vs 감수분열 ”
24	“ 자가반응성 : 세포사멸 ”	29	“ 속씨식물 ”
25	“ 세균의 DNA 복제 ”	30	“ 열대우림 ”

24 년 61 회 변시 1 차 생물의 출제 특성 및 생물의 출제경향의 변동, 주의해야 할 최근의 출제 경향은 다음과 같다.

1. 61 회(2024 년) 생물 : 낮은 난이도

61 회 생물 문제의 난이도는 상당히 낮은 편이다.

최근 16 년 중 가장 난이도가 낮은 회차(년도) 중 하나라고 판단할 수 있다. 60 회(2023 년)의 생물 문제가 최고의 난이도에 가까웠기 때문에 61 회에는 아주 쉽게 출제된 것으로 추정된다.

최근 3 년간 생물은 난이도의 변동이 아주 심한 상태이다. 59 회의 난이도는 상당히 낮으며, 60 회는 최고의 난이도라고 볼 수 있고, 61 회는 최저의 난이도라고 볼 수 있다.

2. 61 회 생물의 문항별 분석

문항 번호	테마	난이도	분석
21	“ 균계의 세포벽 _ 키틴 ”	하	■ 세균, 고세균, 균계, 식물계 세포벽의 주성분 문제는 출제 가능성이 높은 내용이며, 균계의 경우 주성분이 키틴이라는 내용은 기본적으로 기억해야 하는 내용이다.
22	“ 광호흡 ”	하	■ 광호흡은 최근 2~3 년간 지문화가 많이 되고 있다. 광호흡의 가장 핵심적인 내용을 묻는 지문으로 구성되어 있어 꼭 맞추어야 하는 문제이다. 향후에도 광호흡의 출제 가능성에 대비해야 한다.
23	“ 해당과정 ”	하	■ 세포호흡은 빈출 영역이며, 세포호흡의 첫 단계인 해당과정에 대한 문제이다. 지문들은 해당과정의 핵심 기본 이론들로 구성되어 있다.

24	“ 자가반응성 : 세포사멸 ”	중하	<ul style="list-style-type: none"> ■ ‘자가반응성’과 ‘자가반응성을 가진 B 세포의 사멸’의 개념은 대학 일반생물학과 그 이상 수준의 이론이 포함된다. 그러나 이 이론을 몰라도 문제 지문에서 “죽게 되는 과정”이라는 표현이 포함되었기 때문에 ⑤번 세포자멸사(apoptosis)를 용이하게 추정해 낼 수 있는 국어 문제가 되어 버렸다. 이로 인해 난이도가 높지 않다. 생물 평균점수를 높이기 위한 출제일 가능성도 생각해 볼 수 있다.
25	“ 세균의 DNA 복제 ”	하	<ul style="list-style-type: none"> ■ DNA 복제의 핵심 기본 이론들로만 지문이 구성되었다. 유사한 지문들이 그 이전 기출에도 포함되어 있으며 꼭 맞추어야 하는 문제이다.
26	“ 단백질 분석기법 ”	하	<ul style="list-style-type: none"> ■ ‘에드만 분해법’, ‘등전점 전기영동’, ‘2 차원 전기영동’, ‘효소결합면역흡착측정법’의 내용은 대부분 일반생물학 이상 수준이다. 그러나 이 내용들을 전혀 몰라도 정답인 ‘노던 블롯팅’이 RNA 분석기법이라는 사실만 알면 맞출 수 있는 문제이므로 난이도 하 문제이다. 블롯팅은 이미 2 문제 정도 기출이 되어 왔기 때문에 반드시 상당 수준까지 대응해야 하는 생명공학기법이다.
27	“ 진핵세포의 발현 ”	중하	<ul style="list-style-type: none"> ■ 원핵세포와 진핵세포의 차이점과 진핵세포의 발현에 대한 핵심 이론 위주로 지문이 구성되었다. 또한 정답인 ②번 ‘번역에는 tRNA 와 리보솜의 역할이 필요하다’는 기초적인 내용이기 때문에 난이도가 높은 문제라고 볼 수 없다. 다만 ④번, ⑤번 지문의 의미가 있고 기억해야 하는 지문이고, 정답과 혼동의 우려가 있기 때문에 문항 전체의 난이도는 중하 정도로 판단된다.
28	“ 체세포분열 vs 감수분열 ”	하	<ul style="list-style-type: none"> ■ 체세포분열과 감수분열에 대한 지문들이며, 난이도가 높은 지문들은 아니다. 특히 정답인 ①번 ‘감수분열은 4 개의 딸세포를 만든다’는 아주 기초적인 내용이다.
29	“ 속씨식물 ”	중	<ul style="list-style-type: none"> ■ 난이도가 좀 높은 문제이다. 특히 <u>최근 ‘식물’에 대한 출제 빈도가 아주 높아졌다는 점에 주의해야 한다.</u> 식물 중 <u>속씨식물만의 3 가지 특징(꽃, 중복수정, 열매)</u>은 시험에서 아주 중요한 포인트이다. ①~④번은 기출지문들과 유사한 부분이 있으며 상식적으로 추론할 수 있는 내용이 포함되므로 꼭 알고 있어야 하는 지문이다. ⑤번 지문은 틀린 지문이며, 맞는 내용은 “외떡잎식물은 속씨식물에 속한다” 이다. 이 내용은 기출 지문에서 조금 더 심화된 부분이지만, 기출분석 및 기출이론의 정확한 이해과정에서 충분히 예상할 수 있는 지문이다. 이 문제의 난이도는 상 보다는 중으로 판단된다.
30	“ 열대우림 ”	중	<ul style="list-style-type: none"> ■ <u>1 회 기출된 적 있는 Biome(생물군계) 문제가 다시 출제되었다.</u> 생물군계 중 ‘열대우림’의 지문만 출제되었다. 생물군계는 생물 기본이론에서는 좀 지엽적인 내용이라고 볼 수 있다. 난이도를 높인 문제를 출제하는 과정에서 지엽적이지만 과거 기출된 내용을 보수적 및 안정적으로 선택한 것으로 추정해 볼 수 있다. 향후 생물군계에 대해서는 주의해서 대비해야 할 것으로 보인다. ■ ‘ㄷ. 식물 종의 다양성이 육상생태계 중 가장 높다.’는 열대우림의 특징으로 꼭 알고 있어야 하는 부분이다. ‘ㄴ. 일교차가 크다’에서 일교차가 큰 Biome 은 사막이다. ㄷ.과 ㄴ.은 기본 학습과 상식을 통해 추론할 수 있는 쉬운 지문이다. ‘ㄱ. 토양이 산성이다.’는 난이도가 있는 지문이다. 열대우림의 토양은 많은 비로 칼슘 등이 유실되며 산성비와 화학비료의 사용으로 산성을 띄게 된다. 최근의 환경 문제와도 관련되어 기억해야 하는 내용이다. ㄱ. 지문은 2024 년 생물 문제 중 유일하게 영역 외에서 출제된 지문이다. ■ 문제의 난이도는 맞출 수 있는 2 개의 지문과 영역외 지문 1 개로 구성되기 때문에 내용상으로는 난이도 중 정도로 판단된다. 다만 ㄴ.은 틀린 지문, ㄷ.은 맞는 지문이라는 사실을 미리 알고 있으면 ㄱ.의 정오를 몰라도 답이 ③번으로 확정되는 문제 구성을 갖고 있다. 따라서 문제 풀이(정확히는 문제 찍기)에서는 난이도 중하로 판단된다.

3. 생물의 최근 출제 경향의 변동

회차(년도)	문제 난이도	비전공자의 최대득점 가능 문항수 (추정)	문제 출제의 특성
47 회~55 회 (10 년~18 년) 9 년간	상당히 높음	6~7 문항	<ul style="list-style-type: none"> 영역외 문제가 상당 비율로 출제됨 (영역외 문제는 대부분 비전공자가 맞추기 극히 어려움)
56 회~59 회 (19 년~22 년) 4 년간	상당히 낮음	8~10 문항	<ul style="list-style-type: none"> 생물 기본 이론에 충실하게 출제됨 영역외 문제의 비율이 아주 낮음
60 회 (2023 년) 1 년간	최고 난이도	약 5 문항	<ul style="list-style-type: none"> 평균 득점을 낮추기 위한 어려운 문제들이 많이 포함됨 그러나 어려운 문제도 영역외 문제는 아니며, 기본 이론에 포함되는 내용임 (기본 이론에 포함되지만 지엽적인 문제나, 기본 이론에 포함되지만 수준이 높은 문제들임)
61 회 (2024 년) 1 년간	아주 낮음	약 9 문항	<ul style="list-style-type: none"> 대부분 기본 이론에 해당하며, 기출관련 이론을 완벽하게 숙지하면 맞출 수 있는 문제들임 1 문제 정도만 평균 득점을 낮추기 위해 영역외 지문이 일부 포함됨

47 회~55 회(2010 년~2018 년) 9 년간의 생물 출제 경향은 상당히 높은 난이도이다. 또한 소위 짝돌문제라고 하는 **영역외 문제**가 상당한 비율로 출제되어 왔다. 영역외 문제의 비율은 10 문제 당 2~3 문제로 볼 수 있다. 이 시기의 경우 생물 비전공자의 최대 득점 가능 개수는 낙관적으로 판단할 때 평균적으로 10 문제 중 6~7 문제 정도로 볼 수 있다.

56 회~59 회(2019 년~2022 년) 4 년간의 생물 출제 경향의 특징은 적당히 낮은 난이도와 생물의 기본 개념에 충실한 출제 그리고 영역외 문제의 비중이 현격히 낮아졌다는 점이다. 영역외 문제의 비율은 10 문제 당 1 문제 이하라고 판단된다. 이 시기의 경우에는 비전공자의 최대 득점 가능 개수는 10 문제 중 8 문제 또는 9 문제 또는 10 문제로 볼 수 있다. 생물의 기본적인 이론에 충실하게 학습한 경우 노력만큼의 점수를 얻을 수 있는 출제방식이다.

60 회(2023 년)의 경우 최고 난이도의 문제들로 구성되었다. 59 회(2022 년) 번시 1 차 합격컷이 81.66 점으로 역대 최고 수준으로 상승했는데, 이의 영향으로 보인다. 60 회 생물의 경우 비전공자의 최대 득점 가능 개수는 10 문제 중 5 문제 정도로 판단된다. 60 회 문제 중 5 문제 정도는 생물 기본 개념을 충분히 학습하고 기출문제들을 정확히

2024 년 61 회 번시 1 차 생물 기출문제 해설 _ 김 민

이해한 경우 맞출 수 있는 문제이지만, 난이도가 낮은 편은 아니었으며 일부러 어려운 용어나 과거에만 사용되던 용어들이 포함되어 있다.

60 회와 나머지 5 문제는 생물 평균 득점을 낮추기 위한 의도로 출제된 것으로 보인다. 비전공자가 1~2 개월 생물만 집중적으로 학습한다고 해도 맞추는 것은 아주 어려운 문제들이다. 다만 이 5 문제들은 영역외 문제라기 보다는 [기본 이론에 포함](#)되지만 [지엽적](#)이거나 기본 이론에 포함되지만 [이론 수준이 깊어서](#) 비전공자가 접근하기에는 쉽지 않은 내용들이다.

61 회(2024 년)의 생물 문제의 난이도는 상당히 낮은 편이다. 앞에서 언급된 바와 같이 최근 16 년 중 가장 난이도가 낮다고 보인다.

생물 기출문제 분류 (46회/2009년~61회/2024년, 최근16년), #1/2

	대단원	기술 횟수	중단원	기술 횟수	Category	소단원	세부 분류	기술 횟수	46회	47회	48회	49회	50회	51회	52회	53회	54회	55회	56회	57회	58회	59회	60회	61회	
									09년	10년	11년	12년	13년	14년	15년	16년	17년	18년	19년	20년	21년	22년	23년	24년	
A	생명과학의 이해	0	1. 생명과학의 이해		Category 1	01 생물의 특성																			
				02 생명과학의 특성과 탐구 방법																					
			2. 생명과학의 역사			01 생명과학의 발달 과정																			
				02 생명 과학의 연구 방법																					
B	세포	16 (10%)	1. 세포의 특성	11		01 생명체의 구성																			
				02 세포의 구조와 기능		11																			
			2. 세포막과 효소	5		01 세포막을 통한 물질의 출입	5		24 (세포막)		21 (물질이동/삼투)	22 (물질이동)													
				Category 2		02 효소																			
C	세포호흡과 광합성	22 (14%)	0. 세포의 물질대사와 에너지		Category 3	01 세포의 물질대사와 에너지																			
				01 물질대사와 세포 소기관																					
			1. 세포 호흡	7		02 세포 호흡	6		21 (수소/산소/물) 29 (NADH등 분자수)	27 (최초물질)		22 (음성피드백 등)	24 (리루브산 등)											23 (해당과정)	
				03 발효		1	23 (각별한 운동)																		
			2. 광합성	15		01 광합성	10	21 (RuBP 축적) 22 (광합성)			22 (남조류 등) 28 (광안산화 모델)		29 (광합성)	23 (광합성)			26 (광합성)	21 (광합성)	22 (광호흡/C ₄ 식물)	22 (광호흡)					
				02 광합성과 세포 호흡의 비교		5		23 (식물 / ATP합성)	25 (세포호흡 vs 광합성)				24 (세포호흡 v s광합성)			23 (최종전자수용체)	22 (세포호흡과 광합성)								
D	유전학	19 (12%)	1. 세포와 세포분열	9	Category 4	01 유전자의 염색체 (제세포분열)	3		22 (세포사멸)	23 (간기)					25 (제세포분열)										
			02 생식세포 형성과 유전적 다양성 (감수분열)	6			27 (육성생식/ 유전적 다양성)	26 (제1감수분열 중기)	30 (제세포분열 vs 감수분열)	23 (제세포분열 vs 감수분열)			25 (감수분열)		28 (제세포분열 vs 감수분열)										
			2. 사람의 유전	10	Category 5	01 사람의 유전 현상 (현열 유전학)	3		23 (반성유전)						21 (검정교배)					26 (자가교배 : 상반연관)					
			02 사람의 유전병 (돌연변이)	7		26 (교차)			23 (가계도)				21 (교차)	27 (돌연변이)	23 (ABO) 27 (점돌연변이)				26 (연관과 교차)						
E	유전자	27 (17%)	1. 유전 물질	8	Category 6	01 유전 물질의 구조	2		28 (사가프)			29 (유전물질 / 페렴균)													
				02 DNA 복제		6		24 (Primase)			21 (복제관련 효소, 영어 지문)	25 (반보존적 복제) 28 (이중나선 구조)		28 (복제 기작)							25 (세포의 DNA 복제)				
			2. 유전자 발현	19			8	27 (RNA) 28 (코돈)	21 (분비단백질 경로) 30 (핵내과정)		26 (중심원리)	27 (복제 및 발현)	28 (분비단백질 경로) 30 (생합성 경로)												
				02 유전자 발현의 조절		11		26 (발현조절)	22 (마이크로 RNA)	27 (진핵세포의 전사) 28 (진핵세포의 발현조절)	25 (siRNA)	27 (ey 유전자)				27 (유전자 발현 : 원핵세포 vs 진핵세포)	27 (진핵세포의 발현)		27 (오메론) 28 (진핵세포의 단백질 구조)	27 (진핵세포의 발현)					
F	생명 공학 기술	11 (7%)	1. 생명 공학 기술과 인간 생활	11	Category 7	01 생명 공학 기술	11		26 (DNA 제조법)	30 (RFLP / Blotting)	25 (마이크로 어레이)				28 (PCR vs 서열분석)		29 (DNA 제조법)				27 (PCR 프라이머) 28 (노던 블롯)	29 (CRISPR-Cas9)	26 (단백질 분석기법)		
			02 생명 공학 기술의 활용과 전망																						

생물 기출문제 분류 (46회/2009년~61회/2024년, 최근16년), #2/2

	대단원	기출 횟수	중단원	기출 횟수		소단원	세부 분류	기출 횟수	46회	47회	48회	49회	50회	51회	52회	53회	54회	55회	56회	57회	58회	59회	60회	61회	
									09년	10년	11년	12년	13년	14년	15년	16년	17년	18년	19년	20년	21년	22년	23년	24년	
G	인체 생리학	33 (21%)	0. 인체 일반	14	Category 8	01 기관계의 통합적 작용	인체생리학 기본	1								26 (결합조직)									
							소화계	3	24 (늑개돌)							25 (지방의 소화)	25 (지방의 소화)								
							순환계	5			25 (헤모글로빈)	28 (심장박동)	22 (심장박동)					26 (순환 및 호흡)		23 (순환계 : 동맥/정맥/모세혈관)					
							호흡계	1			22 (호흡)														
							배설계	1							22 (네프린)										
							생식계	2			24 (남성 생식기)	26 (난자형성)												25 (동물의 난합)	
			1. 항상성과 몸의 기능 조절	10		02 물질대사와 건강	발생	1																	
							01 자극의 전달												25 (활동전위)						
							02 근육 수축의 원리	신경계	2																
							03 신경계										24 (교감 신경계)								
			2. 방어작용	9		04 항상성 유지 (내분비계)	내분비계	8			21 (호르몬)	21 (인슐린/당뇨병)	27 (아드레날린)	23 (수용체) 24 (티록신)			22 (1형 당뇨병)		24 (티록신/그레이브스병 + IgG)		23 (신호전달)				
							01 질병과 병합체	질병	3				24 (조류독감) 26 (O157)				23 (항체의 종류)		29 (프리온)						
H	생물의 진화	17 (11%)	1. 생명의 기원과 다양성	8	Category 9 Category 10 Category 11	01 생명의 기원																			
						02 생물의 분류		1												28 (계통수 분석)					
						03 생물의 다양성		7					23 (고세균)	30 (동물 계통수)			30 (고세균)	22 (고세균)			29 (식물의 분류)	30 (동물 분류학)	29 (속씨식물)		
			2. 생물의 진화	9		01 진화의 증거																			
						02 진화의 원리와 증분화		9	25 (하디와인버그)			24 (자연선택)	30 (인류의 진화)				24 (자연선택) 26 (진화상태 일반) 27 (유전적부동/ 병목효과)	24 (유전적 부동)		21 (하디와인버그)		30 (유전적 부동)			
I	생태계와 상호작용	15 (9%)	1. 생태계의 구성과 기능	14	Category 12	01 생물과 환경의 상호 작용		2							29 (작용/반작용)	30 (작용/반작용/ 상호작용)									
						02 개체군		1		29 (연령피라미드 등)															
						03 군집		6		28 (군집생태학)	30 (군집생태학)	29 (군집생태학)				29 (개체군/군집)							30 (열대우림)		
						04 에너지 흐름과 물질순환		5	30 (먹이그물)	27 (먹이그물)				29 (생태 일반)					28 (우점식물)						
			2. 생물 다양성과 보전	1		01 생물 다양성의 중요성		1	29 (종다양도 등)											30 (질소순환)	23 (질소순환)				
						02 생물 다양성 보전																			
J	시사성 테마	12 (8%)	시사성 테마	12	Category 13	시사성 테마		12		22 (세포사멸)		22 (마이크로 RNA) 25 (마이크로 어레이)		23 (고세균) 24 (조류독감) 26 (O157) 25 (siRNA)				30 (고세균) 29 (프리온)		29 (RT-PCR/코로나)		29 (CRISPR-Cas9)			

J [시사성 테마]에 포함되는 문제는 12문제이며, 위쪽의 분류테이블에도 중복기재 되어 있음. 질병 관련 문제는 3문제, 생명 공학 관련 문제는 6문제, 분류학의 핫이슈(주로 고세균) 관련 문제는 3문제임.
질병관련 문제는 14년-24(조류독감), 14년-26(O157), 19년-29(프리온), 생명 공학 관련 문제는 10년-22(세포사멸), 12년-22(마이크로RNA), 14년-25(siRNA), 12년-25(마이크로아레이), 21년-29(RT-PCR/코로나), 23년-29(CRISPR-Cas9), 분류학의 핫이슈 관련 문제는 14년-23(고세균), 18년-30(고세균), 19년-22(고세균).

4. 주의해야 할 최근의 출제 경향 (최근 트렌드)

4-1. 새로운 영역이 최초 출제된 후 수년 내에 다시 출제된다

생물에서 기존에 출제되지 않던 영역이 처음 출제된 경우 수년 내에 이 영역이 다시 출제되는 경우들이 상당히 발생하였다. 출제위원의 입장에서는 새로운 영역의 출제를 최초 시도하는 것보다는 검증이 된 부분을 재출제하는 것이 좀더 시험의 안정성에 유리하다고 판단할 수 있다.

4-2. 반복 출제된 새로운 영역들의 실제 예시

이러한 경향성을 보이는 문제들은 다음과 같다.

(1) '세균'

'세균'에 대한 문제는 20 년에 2 문제가 최초 출제된 이후 21 년 1 문제, 22 년 2 문제가 추가 출제되었다. '세균'은 20 년 이전에는 독립 문항으로 출제된 적이 없는 영역이다.

(2) '광호흡'

'광호흡'은 22 년에 1 문제가 독립 문항으로 최초 출제되고, 23 년과 24 년에 각각 1 문제씩이 추가 출제되었다. 23 년의 문제는 '세포호흡과 광합성에 관한 설명'이라고 표현되어 있지만 내용상 '광호흡'에 관한 지식이 필수적인 문제이다. '광호흡'은 22 년 이전에는 거의 출제된 적이 없는 내용이다.

'광합성'에 대한 내용들은 오랫동안 많이 출제되었기 때문에 '광합성'에 대한 적절한 난이도의 좋은 지문을 새로 추출하는 것은 쉽지 않다. 따라서 '광호흡'은 현재 이에 대한 좋은 대안이 될 수 있고 실제로 좋은 대안이 되고 있는 것으로 보인다.

(3) '돌연변이'

'돌연변이'는 18 년에 1 문제가 독립 문항으로 최초 출제되고, 다음해에 1 문제가 추가 출제되었다.

(4) '고세균'

'고세균'은 14 년 1 문제가 최초 출제되고, 18 년과 19 년에 각각 1 문제씩 추가 출제되었다. 물론 '고세균'은 생물학에 미친 영향이 큰 중요 영역이기 때문이기도 하며, 향후에도 중요도가 높기 때문에 언제든지 독립 문항으로 출제될 수 있는 영역이다.

(5) '식물의 분류학 및 생리학'

'식물의 분류학 및 생리학'에 대한 내용은 22 년 1 문제가 독립 문항으로 최초 출제되고, 24 년에 1 문제가 추가 출제되었다. 분류학은 양파 껍질과 같은 영역으로 까도까도 내용이 계속 나오는 부분이다. 출제위원의 입장에서도 분류학의 어느 영역을, 어느 깊이까지 출제해야 하는지 결정하기 난감한 영역일 수 밖에 없다. 이러한 경우 기존의 기출문제에서 영역과 그 깊이가 결정되면 이후 회차의 출제 위원의 입장에서는 가이드라인이 확보되는 효과를 갖게 된다.

(6) 'Biome(생물군계)'

'Biome(생물군계)'는 19 년에 1 문제(19 년-28 번. 우점식물)가 최초 출제되었으며, 24 년(24 년-30 번. 열대우림)에 1 문제가 추가 출제되었다.

'생물군계'가 포함되는 '생태와 환경' 영역은 생물에서도 이론이 아주 쉬운 영역이다. '생물군계'는 좀 지엽적인 내용이며, 문제의 난이도를 높이기 위해 19 년에 최초 출제된 것으로 보인다. 24 년에도 난이도를 높이기 위해 출제된 것으로 보이며, 시험의 안정성을 위해 지엽적인 내용 중 이미 출제된 적이 있는 '생물군계'를 재출제된 것으로 볼 수 있다.

당연한 사실이지만, '생태와 환경'에서도 지엽적인 내용을 찾으면 출제할 수 있는 문제들은 많다. 그러나 기출제된 내용을 다시 선택한 것은 보수적인 출제 경향성으로 나타난 것으로 볼 수 있다.

(7) '질소순환'

'질소순환'은 19 년에 1 문제가 최초 출제되었으며, 20 년에 1 문제가 추가 출제되었다. '생태와 환경' 영역은 생물에서도 이론이 아주 쉬운 영역이다. '생태와 환경'에서 가장 어려운 이론이 '질소순환'이라고 할 수 있다. 문제의 난이도를 높이기 위해 19 년에 최초 출제되었으며, 다음 해에 같은 이유로 재출제되었다고 판단된다.

4-3. 이 경향성과 관련하여 준비해야 하는 내용

"생물에서 새로운 영역이 출제되면 반복된다"는 사실을 Fact 로서 꼭 기억해야 한다.

또한 앞에서 언급된 '세균', '광호흡', '돌연변이', '고세균', '식물의 분류학 및 생리학', 'Biome', '질소순환' 등의 반복 출제된 영역의 실제 내용들을 생물 학습시에 완벽하게 숙지 및 대비하는 것이 필요하다.

4-4. 최근 최초 출제된 영역들의 실제 예시

현재 시점에서, 기존에 기출되지 않았지만 최근 최초 출제된 영역들은 다음과 같다. 이 영역들은 최초 출제만 되었고 이후 추가 출제가 되지 않았다. 따라서 이후 추가 출제될 가능성을 염두에 두어야 한다.

(1) 여러가지 '세포 소기관'에 대한 종합 문제

'세포 소기관'은 23 년에 1 문제가 최초 출제되었다. '세포 소기관' 중 '세포골격'은 이미 많이 기출되었으며, '리보솜'은 그 이전에 독립 문항으로 출제되었다. '세균의 세포소기관'에 대한 문제도 그 이전에 많이 출제되었으며, '세포벽'에 지문들은 여러 번 기출되었다. 하지만 23 년에 출제된 문제는 여러가지 '세포 소기관'에 대한 지문들을 골고루 조합한 형태이며 최초의 방식이다. 향후 이러한 방식으로 추가 출제될 가능성을 고려하는 것이 좋다.

(2) '오페론'

'오페론'은 23 년에 1 문제가 독립 문항으로 최초 출제되었다. 난이도가 극상인 문제였으며, 23 년에 출제된 문제들 중 평균 득점을 낮추기 위한 문제 중의 하나로 '영역외 문제'라고 할 수 있다. 일부 내용은 일반생물학 이상의 이론을 포함한다.

그러나 '오페론'이 이미 독립 문항으로 출제되었기 때문에 향후 추가 출제될 가능성에 주의해야 한다. 다만 향후 추가 출제시에는 번시 1 차에 적합한 난이도로 낮추어 출제될 것으로 예상하는 것이 상식적인 판단이다.

(3) 'CRISPR-Cas9'

'CRISPR-Cas9'은 23 년에 1 문제가 출제되었다. 생물 시사성 테마로서 가장 출제 가능성이 높은 내용은, '코로나 바이러스', 'CRISPR-Cas9', '차세대 서열분석'의 3 가지 내용으로 예상해 왔는데, 그 중 1 개가 출제된 것이다.

3 가지 시사성 테마 예상 내용은 완벽하게 대비해야 하며, 'CRISPR-Cas9'의 재출제 가능성도 염두에 두어야 한다. 물론 'CRISPR-Cas9'은 독립 문항 1 문제로 출제되었기 때문에, 향후에는 독립 문항으로 출제되기 보다는, 1 개 문제에 포함된 여러 개의 선택 지문 중 일부로 출제될 가능성이 더 높다 라고 판단하는 것이 합리적이다.

(4) "단백질 분석기법 4 가지" : '에드만 분해법', '등전점 전기영동', '2 차원 전기영동', '효소결합면역흡착측정법'

24 년-26 번은 "단백질 분석기법"에 대한 문제이다. 5 개의 선택 지문 중 '에드만 분해법', '등전점 전기영동', '2 차원 전기영동', '효소결합면역흡착측정법' 4 가지는 번시 1 차 생물에서 최초로 언급된 용어들이다. 이 문제에서는 4 가지 용어 자체만 언급되었으며, 용어의 개념과 원리는 전혀 몰라도 맞출 수 있는 형식의 문제였다.

그러나 현재 이후로는 이 4 가지에 대한 용어의 개념과 원리의 기초는 숙지하는 것이 권장된다.

이 4 가지는 '분자생물학(생명공학기술)' 영역에 해당되는 용어이다. '분자생물학' 영역은 기존의 기출문제들에서 이미 핵심적인 내용들이 충분히 출제되었다고 볼 수 있다. 따라서 향후에 출제 위원은 새로운 내용(생명공학기법)의 출제를 고려할 수 있는데, 용어가 언급된 이 4 가지를 우선 고려할 가능성이 있다고 봐야 한다.

물론 이 4 가지 중 '등전점 전기영동'과 '효소결합면역흡착측정법'의 경우, 그 원리를 정확히 이해하기 위해서는 일반생물학 이상의 이론의 이해가 필요하다. 현실적으로 이 수준까지의 학습이 필수적이라고 보기는 어렵다. 그러나 향후 간단한 지문의 정오를 판단하기 위해서, 용어의 간단한 개념과 원리의 기초적인 핵심 부분은 필수적으로 숙지해야 한다.

(5) '난할(동물의 난할)' : 또는 '발생학'의 기본

'난할(동물의 난할)'은 23 년 1 문제가 최초 출제되었다. 향후 '난할'이 재출제될 가능성이 있다고 생각해야 한다.

또한 '발생학'의 출제 개념에서 접근하는 것도 필요하다. '생리학' 영역에서 '발생학'은 거의 출제되지 않았는데, 23 년에 최초로 출제된 것이다. 이후 추가 출제를 고려해야 하며, '발생학'의 기본을 방어적으로 대비하는 수준이 적절할 것으로 보인다.

(6) '신호전달'

'신호전달'이 23 년에 독립 문항 1 문제로 최초 출제되었다. '인체 생리학' 중 '내분비계'는 중요 영역들이 이미 충분히 반복 기출되어 왔다고 보인다. '신호전달'은 '내분비계'와 '신경계'가 통합된 부분이며, '생물학'의 기존 개념과는 차이가 있는 최근의 연구 결과들이 반영된 내용이다. 향후 추가 출제를 대비하는 것이 좋다.

(7) '동물 분류학'

'동물 분류학'은 15 년과 23 년에 각각 1 문제씩 출제되었다. 이 문제들은 분자생물학과 서열분석(Sequencing)의 발전에 따른 최신 연구 결과들을 반영한 결과이다. 앞에 언급된 대로 '식물 분류학'과 '동물 분류학'의 출제 빈도가 높아졌으며, 적절한 수준까지의 대비가 필요하다.

여기에 포함된 영역들은 향후 추가 출제 가능성을 고려하여 충분히 대비하는 것을 권장한다.

4-5. '식물'에 관련된 내용의 출제 경향이 최근 크게 변화했다

기존에는 '식물' 자체에 관련된 내용들은 별로 출제되지 않았었다. 그러나 최근 '식물' 자체에 대한 내용들의 출제 빈도가 높아졌다고 볼 수 있다.

물론 '광합성'은 '식물'과 관련된 내용이고 꾸준히 빈출되는 영역이다. 하지만 생물에서 '광합성'이 중요한 영역이고 많이 출제되는 이유는, '식물' 관련 내용이기 때문이라는 이유보다는, '광합성'이 지구 생태계의 생물들이 수십억 년간 생존해 올 수 있었던 생물학의 기본원리이기 때문이다. 태양의 빛에너지를 유기물로 전환하는 과정인 '광합성'이 지구의 생태계를 유지할 수 있는 핵심 원리이다.

식물과 관련된 출제 경향의 변화는 다음과 같다.

(1) '광호흡': 출제빈도의 급증

기존에는 '광합성' 영역에서 '광호흡'에 관련된 내용은 거의 출제되지 않았었다.

그러나 22 년, 23 년, 24 년에 각각 '광호흡'에 대한 문제가 1 문항씩 출제되었다. 23 년-22 번 문제는 지문 3 개의 합답형 문제인데, 3 개의 지문 중 2 개의 지문이 '광호흡'에 대한 지식이 필요한 내용이다. 즉 최근 '광호흡'의 중요성이 높아졌다.

식물에 관련된 내용 중 '광합성'에 한정되어 반복되던 기존 출제 경향에서 벗어나 출제 대상을 다양화하려는 시도라고 판단된다.

(2) '식물의 분류학 및 생리학': 최근 연이어 출제됨

'식물의 분류학 및 생리학'에 관련된 문제가 22 년과 24 년에 각각 1 문제씩 출제되었다. 식물 분류학 또는 생리학에 대한 문제의 그 이전에는 거의 출제되지 않았다.

(3) 'Biome(생물군계)'

'Biome(생물군계)'에 대한 문제가 19 년과 24 년에 각각 1 문제씩 출제되었다.

'생물군계'는 생태계에 대한 내용이지만, 생태계의 구조와 특성을 구성하는 중요한 요인은 식물이다. 식물군의 구성과 특성 및 우점종 식물 등이 중요 내용이 되기 때문에 '생물군계'와 '식물'의 연관성은 무시할 수 없다.

이 3 가지 경향성을 분석해 보면, 식물에 대한 출제 경향의 변화는, 우연의 일치일수도 있다. 반대로 최근 출제 위원의 식물에 대한 강한 선호도가 반영된 결과일 수도 있다.

원인이 어느 쪽이든, 시험을 대비하는 입장에서는 결과적으로 식물에 관련된 출제 경향이 크게 변화되었다고 생각하는 것이 좋다. '식물의 출제 경향이 크게 변화되었다'는 Fact 자체를 꼭 기억하기 바란다.

이러한 현상에 대해, 최소한, 식물의 기본 이론에 대한 충분한 숙지를 통해 방어적으로 대비하는 것은 꼭 필요하다.

4-6. 최근 분류학이 집중 출제되었다

앞의 '4-5.' 항목에서 설명한 바와 같이, '식물의 분류학 및 생리학'에 관련된 문제가 22 년과 24 년에 각각 1 문제씩 출제되었다.

이는 '식물'에 대한 출제 강화의 일부로서 추정할 수 있다.

그러나 '동물의 분류학'의 문제가 15 년과 23 년에 각각 1 문제씩 출제되었다. '식물의 분류학 및 생리학'과 '동물의 분류학' 문제의 출제를 통합하여 고려하면, 이는 '생물 분류학'의 출제 강화로 추정할 수도 있다. 앞의 '생물 기출문제 분류' 테이블을 참조하면, 최근 '생물 분류학'의 출제 빈도가 급격히 높아진 것을 확인할 수 있다. ('고세균'은 다른 측면의 문제들이기 때문에 여기서는 고려하지 않아도 된다)

'식물'의 출제 강화인지, '생물 분류학'의 출제 강화인지는 현재로서는 명확히 판단할 수 없다. 시험을 대비하는 입장에서는 어느 쪽인지 판단하는 것보다는 2 가지 가능성을 모두 열어 놓고, 2 가지 가능성에 모두 대응하는 것이 안전한 전략이다. 즉 '식물'에 대한 대응력을 적정 수준까지 높여야 하며, 또한 동시에 '생물 분류학'에서 중요한 내용들의 깊이를 결정하여 그 내용을 숙지해야 한다.

4-7. '생태와 환경' 영역에서는 이제 쉬운 문제는 출제되지 않는다

'생태와 환경' 영역은 명확한 출제 경향의 변화를 보여주고 있다. (앞의 기출문제 분류 테이블 참조)

년도(회차)	출제 문항수	'생태와 환경' 문제의 특성
09 년~16 년 (46 회~53 회) 8 Yrs	11	▪ 먹이그물, 군집생태학, 개체군/군집, 작용/반작용 등으로 <u>대부분 아주 난이도가 낮은 문제들로 출제됨</u>
17 년~18 년 (54 회~55 회) 2 Yrs	0	▪ 미출제
19 년~20 년 (56 회~57 회) 2 Yrs	3	▪ <u>'질소순환' 2 문제와 '우점식물'(Biome 에 해당) 1 문제</u> 가 출제되었다. ▪ '질소순환'은 이 영역에서 가장 <u>난이도가 높은 이론</u> 이며, 암기가 필요한 내용이다. '우점식물(Biome)'은 생물학 전체에서는 좀 <u>지엽적인 내용</u> 이다.
21 년~23 년 (58 회~60 회) 3 Yrs	0	▪ 미출제
24 년 (61 회) 1 Yr	1	▪ <u>'열대우림'(역시 Biome 에 해당) 1 문제</u> 가 출제되었다.

'생태와 환경' 영역에서는, 09 년~16 년(46 회~53 회)의 8 년간의 시기에는 아주 쉬운 내용들이 출제되었다. 먹이그물, 군집생태학, 개체군/군집, 작용/반작용 등으로 아주 난이도가 낮은 문제들이 대부분 출제되었다.

17 년~18 년에는 2 년동안 이 영역에서 출제되지 않았으며, 19 년(56 회)과 20 년(57 회)에 '질소순환' 2 문제와 '우점식물'(Biome 에 해당하는 문제임) 1 문제가 출제되었다. '질소순환'은 이 영역에서 가장 난이도가 높은 이론이며, 암기가 필요한 내용이다. '우점식물(Biome)'은 생물학 전체에서는 좀 지엽적인 내용이다. 이 3 문제의 의미는 "생태와 환경 영역에서는, 기존과 같이 난이도가 낮은 문제의 출제는 의미가 없기 때문에, 향후 가장 어려운 내용을 선택하거나 지엽적인 내용을 선택하여 난이도를 높이겠다." 라는 의도로 해석이 가능했다.

21 년, 22 년, 23 년에는 다시 출제가 되지 않았으며, 24 년(61 회)에 ‘열대우림’(역시 Biome 에 해당하는 문제임) 1 문제가 출제되었다.

24 년 ‘열대우림(Biome)’의 출제로, “향후 어려운 내용 또는 지엽적인 내용만을 선택하겠다” 는 의도가 맞을 가능성이 많이 높아진 상태이다.

4-8. ‘세균’에 대한 집중도는 현재 진행형일 수 있다

추가적으로 잊지 말아야 할 내용이다.

‘세균’은 20 년, 21 년, 22 년의 3 년간 5 문제가 집중적으로 출제되었다. 20 년 이전에는 ‘세균’에 대한 독립 문항이 전혀 출제된 적이 없기 때문에, 3 년간 5 문제의 출제는 아주 특이한 이례적인 경향성이다.

이후 23 년과 24 년에는 ‘세균’ 문제가 출제되지 않고 있다고 볼 수 있다. 따라서 ‘세균’의 집중 출제는 단발성의 출제 경향일 수도 있다.

하지만 3 년간 ‘세균’ 5 문제는 집중된 최고의 출제빈도에 해당하기 때문에, 주의가 필요함을 강조하고 싶다.

‘세균’에 대한 집중 출제가 단발성이 아닐 가능성을 고려하여 적정 수준까지 꼭 대비할 것을 권유한다.

관련하여 23 년-27 번 문제는 ‘오페론’에 대한 문제이다. 앞서서도 언급되었듯이, ‘오페론’에 대해 최상 난이도의 독립 문항이 이 때 최초 출제된 것이다. 이는 향후 ‘오페론’을 번시 1 차 생물의 시험범위에 명확히 포함된다고 간주해야 함을 의미한다.

좀 더 정확하게 표현하면 다음과 같다.

‘발현의 조절’ 영역은 진핵생물과 원핵생물의 2 가지 파트로 구성된다. 진핵생물 파트는 오랫동안 많은 내용이 출제되어 왔으며, 원핵생물 파트는 거의 출제되지 않았다. 원핵생물 파트는 ‘오페론’이 핵심이며, ‘오페론’이 그 전부라고 할 수 있다. 23 년 ‘오페론’ 출제의 의미는, “과거에는 ‘발현의 조절’ 영역에서 진핵생물 파트는 꼼꼼히 대비하고 원핵생물 파트는 가볍게 대비하면 적정했다. 그러나 향후에는 진핵생물 파트와 원핵생물 파트를 모두 적정 수준까지 완벽하게 대비해야 한다”라고 표현될 수 있다.

그러나 ‘오페론’의 출제는 이중적인 의미를 가질 수 있다.

‘오페론’은 원핵생물에 대한 내용이다. 원핵생물에는 세균과 고세균이 존재하는데, ‘오페론’은 세균에서 연구가 되어왔다. 고세균은 사실 생물학계에서도 앞으로 많이 연구가 되어야 하는 미지의 분야이기 때문에 여기서는 고려하지 않는 것이 좋다. 결과적으로 ‘오페론’은 세균에 대한 문제이다. 그리고 ‘오페론’은 세균학의 이론들 중 중요한 이론의 하나이다.

따라서 23 년 ‘오페론’의 출제는 출제위원의 ‘세균’에 대한 강한 선호도가 남아 있음을 반영한 결과일 수도 있다.

정리하면 ‘오페론’의 출제는, ‘발현의 조절’ 영역의 원핵생물 파트의 출제 강화일 수도 있고, ‘세균’에 대한 관심이 남아 있음을 의미할 수도 있다.

앞의 ‘4-6.’ 항목에서 언급된 ‘식물’이나 ‘생물 분류학’이나 의 문제와 유사한 경우이다. 역시, 수험생의 입장에서는 ‘오페론’이 ‘발현의 조절’ 원핵생물 파트이나, ‘세균’이나를 명확히 판단할 수는 없으며, 꼭 판단해야 하는 것도 아니다.

2 가지 가능성에 대해 모두 대비하는 것이 현명하고 안전한 전략이다.

수험생 여러분들은 향후 “ ‘발현의 조절’ 영역의 원핵생물 파트를 진핵생물 파트와 같이 적정한 수준까지 완벽하게 대비해야 한다. 원핵생물 파트의 내용 대부분은 ‘오페론’에 대한 내용이다. 또한 최근 ‘세균’에 대한 출제 빈도가 이례적으로 높기 때문에 역시 ‘세균’에 대해서도 적정 수준까지 완벽하게 대비해야 한다.”

답 안

NO.	답안	NO.	답안	NO.	답안	NO.	답안	NO.	답안
21	2	22	3	23	5	24	5	25	3
26	1	27	2	28	1	29	5	30	3

24 년-21. " 균계의 세포벽 _ 키틴 " 답안 : ②번

24년-21번. 곤충의 외골격과 갑각류의 껍질 및 곰팡이 세포벽에서 공통적으로 발견되는 다당류 구성 성분으로 옳은 것은 ?

- ① 큐틴 ② 키틴 ③ 펙틴 ④ 리그닌 ⑤ 셀룰로오스

<< 문제 해설 >>

24년-21번. 곤충의 외골격과 갑각류의 껍질 및 곰팡이 세포벽에서 공통적으로 발견되는 다당류 구성 성분으로 옳은 것은 ? 답안 ②번 키틴

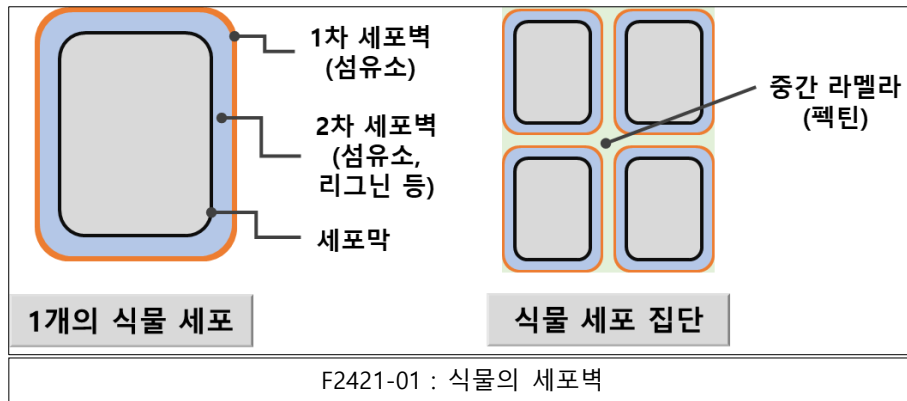
역 (Domain)	세균역	고세균역	진핵생물역	
계 (Kingdome)	진정세균계 (Bacteria = EuBacteria) (세균, 細菌) [펩티도글리칸]	고세균계 (古細菌) [슈도펩티도글리칸]	원생생물계	
			균계 (Fungi) (菌界) [키틴]	효모 (Yeasts)
				곰팡이 (Molds)
				버섯 (Mushrooms)
			식물계 [셀룰로스]	
			동물계 [X]	
특징	원핵생물 (원핵세포)		진핵생물	
	단세포 생물		대부분 다세포 생물 (균계, 원생생물계의 일부 생물은 단세포 생물)	
생물의 분류체계 (3 역 6 계)				

3 역 6 계의 분류에 따른 생물의 세포벽 성분은 빈출 지문이다. 모두 기억해야 한다.

(진정)세균은 펩티도글리칸, 고세균은 슈도펩티도글리칸, 균계는 키틴, 식물계는 셀룰로스(섬유소)이며, 동물계의 생물들은 세포벽이 없다.

키틴은 곤충과 갑각류의 외골격의 성분이기도 하다.

① 큐틴 (X)



식물 세포는 세포막 외부에 셀룰로오스(섬유소)로 이루어진 세포벽(1 차 세포벽)을 갖는다.

일부 성숙한 식물의 세포는 세포막과 1 차 세포벽 사이에 2 차 세포벽을 형성한다. **2 차 세포벽**의 성분은 셀룰로오스에 **큐틴 또는 리그닌 또는 수베린**이 포함된다. 2 차 세포벽은 1 차 세포벽에 비해 두껍고 높은 강도를 갖는다.

중간 라멜라 : 중층, Middle Lamella

Lam- : Layer (층)

② 키틴 (O)

진핵생물역 균계의 생물들(버섯, 효모, 곰팡이)의 세포벽의 주성분은 키틴이다.

키틴은 곤충과 갑각류의 외골격의 성분이기도 하다.

키틴의 단위체는 N-아세틸글루코사민(N-AcetylGlucosAmine, NAG)이다.

N-아세틸글루코사민(NAG)은 포도당(글루코스)이 변형된 유도체이다.

셀룰로오스는 포도당의 중합체이며, 키틴은 N-아세틸글루코사민의 중합체이다.

③ 펙틴 (X)

식물 세포 사이의 중간 라멜라(중층)의 주성분이 펙틴이다.

펙틴은 다당류의 일종으로 끈적끈적한 특성이 있어 식물 세포 간의 결합력을 유지해준다.

펙틴은 잼이나 젤리 등을 만드는데 사용된다.

④ 리그닌 (X)

① 큐틴 해설 참조

⑤ 셀룰로오스 (X)

셀룰로오스(섬유소)는 식물 세포의 세포벽의 주성분이다.

단위체는 포도당(글루코스)이다.

<< 난이도 : 하 >>

균계의 생물들의 세포벽이 키틴으로 구성되어 있다는 사실은 기본적이고, 중요한 사실이다.

생물의 세포벽의 주성분은 자주 출제되는 내용이므로 숙지해야 한다.

24 년-22. " 광호흡 " 답안 : ③번

24년-22번. 식물의 광합성에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ?

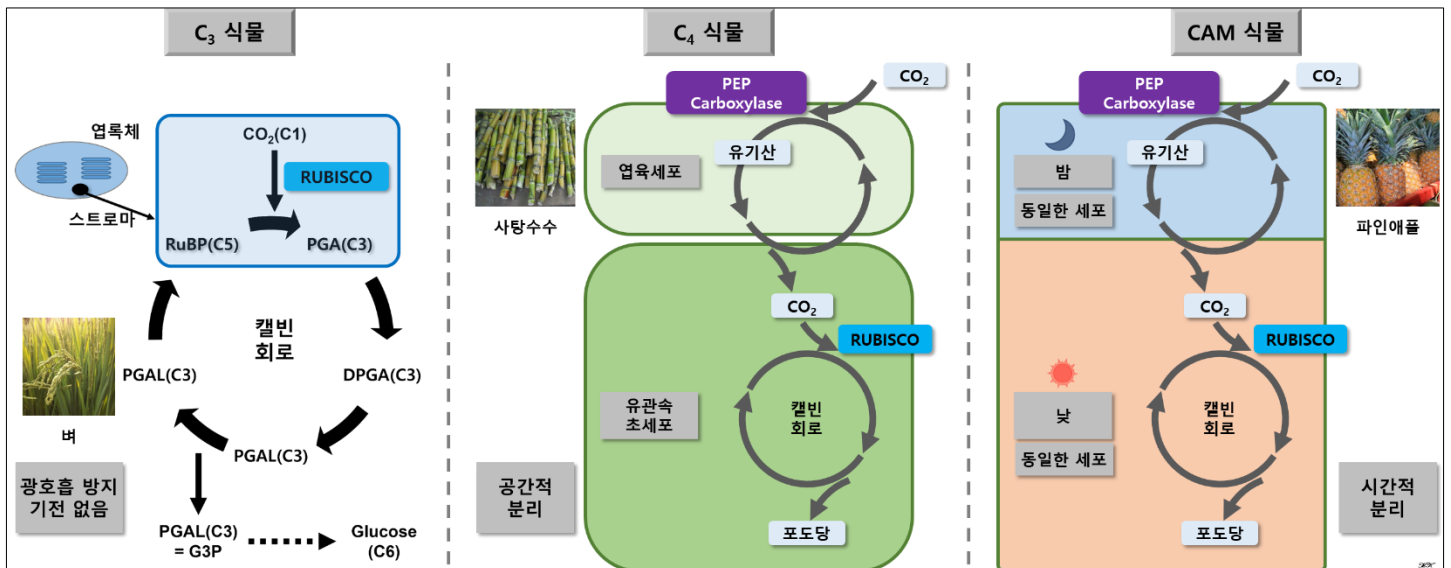
< 보 기 >

- ㄱ. C_4 식물은 C_3 식물에 비해 광호흡에 의한 손실을 최소화한다.
 ㄴ. C_3 식물은 유관속초세포(bundle-sheath cell)에서 CO_2 를 고정한다.
 ㄷ. CAM 식물은 밤에 CO_2 를 흡수하여 고정한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

<< 문제 해설 >>

24년-22번. 식물의 광합성에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ? 답안 ③번 ㄱ, ㄷ



F2422-01 : C_3 식물, C_4 식물과 CAM 식물의 비교

C_3 식물에서는 "최초 CO_2 고정"이 캘빈회로에서 이루어지며, 이 최초 CO_2 고정의 최초 산물이 PGA로 탄소를 3개 가진 C_3 물질이다. 따라서 C_3 라는 명칭을 갖는다.

C_4 식물에서는 "최초 CO_2 고정"이 캘빈회로 이전 단계인 유기산회로에서 이루어지며, 이 최초 CO_2 고정의 최초 산물이 옥살초산으로 탄소를 4개 가진 C_4 물질이다. 따라서 C_4 라는 명칭을 갖는다.

CAM 식물은 C_4 식물과 같이 "최초 CO_2 고정"이 유기산회로에서 이루어진다. 이 최초 CO_2 고정의 최초 산물은 C_4 식물과 같이 옥살초산이다. CAM이라는 명칭은 이 식물의 광호흡 방지 방식이 다육식물의 일종에서 처음 발견되었기 때문에 붙여진 명칭이다.

CAM : Crassulacean Acid Metabolism 의 약자이다. 'Crassulacean'은 선인장과 같은 다육식물의 일종이며, 'Acid Metabolism'은 유기산 회로를 의미한다.

ㄱ. C_4 식물은 C_3 식물에 비해 광호흡에 의한 손실을 최소화한다. (O)

C_3 식물은 광호흡 방지 기전을 갖고 있지 않다.

C_4 식물과 CAM 식물이 광호흡 방지 기전을 갖고 있어, 광호흡에 의한 손실을 최소화할 수 있다.

ㄴ. C_3 식물은 유관속초세포(bundle-sheath cell)에서 CO_2 를 고정한다. (X)

C_4 식물이 최초 CO_2 고정과 캘빈회로의 공간을 분리하여 광호흡을 방지한다.

C_4 식물에서는, “최초 CO_2 고정”은 상대적으로 외부 쪽에 존재하는 엽육세포에서 유기산 회로를 통해 이루어지며, 캘빈회로는 상대적으로 내부 쪽에 존재하는 유관속초세포(관다발초세포)에서 이루어진다.

ㄷ. CAM 식물은 밤에 CO_2 를 흡수하여 고정한다. (O)

CAM 식물은 최초 CO_2 고정과 캘빈회로의 시간을 분리하여 광호흡을 방지한다.

CAM 식물에서는, “최초 CO_2 고정”은 밤에 기공을 열어서 이루어진다. 캘빈회로는 낮에 기공을 닫은 상태에서 액포에 저장된 말산으로부터 CO_2 를 확보하여 진행된다.

<< 난이도 : 하 >>

최근 ‘광호흡’이 자주 출제되고 있음에 주의해야 한다.

보기의 3 가지 지문은 광호흡에서 핵심적이고 기본적인 내용이다.

24 년-23. “ 해당과정 ” 답안 : ⑤번

24년-23번. 진핵세포에서 포도당이 피루브산으로 분해되는 과정에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ?

< 보 기 >

- ㄱ. 세포질에서 일어난다.
ㄴ. 산소가 없어도 일어난다.
ㄷ. 사용되는 ATP 분자보다 더 많은 ATP 분자가 방출된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

<< 문제 해설 >>

24년-23번. 진핵세포에서 포도당이 피루브산으로 분해되는 과정에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ? 답안 ⑤번 ㄱ, ㄴ, ㄷ

ㄱ. 세포질에서 일어난다. (O)

포도당이 피루브산으로 분해되는 과정이 해당과정이다.

진핵세포에서는 해당과정이 진핵세포의 세포질에서 진행된다.

해당과정에서 생성된 피루브산은 미토콘드리아로 들어가게 되고, 이후의 과정인 피루브산 산화(아세틸 CoA 생성), TCA 회로, 산화적 인산화 과정은 미토콘드리아에서 진행된다.

ㄴ. 산소가 없어도 일어난다. (O)

해당과정에는 산소(O_2)를 필요로 하는 단계가 포함되어 있지 않다.

따라서 해당과정은 산소가 없어도 진행될 수 있다.

세포호흡에서 산소를 소모하는 단계는 산화적 인산화에 포함되는 전자전달 단계이다.

산소는 이 전자전달 단계의 최종 전자 수용체이다.

ㄷ. 사용되는 ATP 분자보다 더 많은 ATP 분자가 방출된다. (O)

해당과정은 에너지 투자기와 에너지 회수기로 구분된다.

포도당 1 분자를 기준으로 에너지 투자기에는 2 분자의 ATP 가 소모되며, 에너지 회수기에는 4 분자의 ATP 가 생성된다.

<< 난이도 : 하 >>

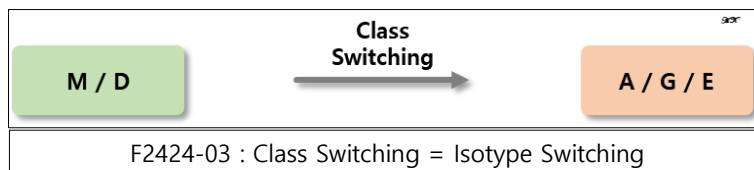
세포호흡에서 해당과정만 출제되었으며, 3 가지 지문 모두 해당과정에서 기본적이고 핵심적인 지문이다.

B 세포들은 성숙과정에서 '자가반응성'을 점검 받게 되고, '자가반응성'을 가진 것으로 판정된 B 세포들은 '세포자멸사(Apoptosis)'를 통해 스스로 죽게 된다.

이렇게 인체에는 수많은 B 세포가 존재하지만, 인체 자신의 물질(Self Material)에 결합하는 항체를 생성하는 B 세포는 제거되는 현상을 '자기관용(Self-Tolerance)'이라고 한다.

- # V 유전자 : Variable(가변적인) 유전자, D 유전자 : Diversity(다양한) 유전자, J 유전자 : Joining(연결) 유전자,
C 유전자 : Constant(불변) 유전자
 # 세포자멸사 = 세포사멸 = 예정세포사 = Apoptosis = 어팍토시스 = 에이팍토시스

① 동형전환(isotype switching) (X)



항체의 종류에는 IgM, IgD, IgA, IgG, IgE 다섯 가지의 클래스(Class)가 있다.

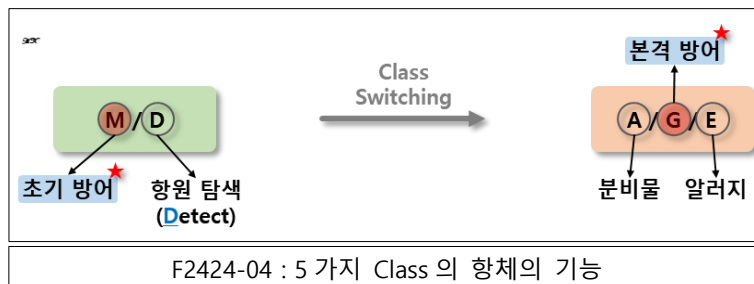
성숙한 B 세포는 항원에 노출되기 전에는 IgM, IgD 클래스의 항체를 생성한다.

이 B 세포가 자신이 대응할 수 있는 항원에 노출되면 Isotype Switching(Class Switching)이 일어난다.

이 변환 과정이 일어난 B 세포는 IgA, IgG, IgE 클래스의 항체를 생성하게 된다.

5 가지 클래스의 항체들의 항원결합부위는 동일한 형태를 가지며 동일한 항원결정기(Epitope)에 결합하게 된다.

- # Isotype Switching = Class Switching = 동형전환(???) (Isotype 은 Class 와 유사하며 등급의 의미를 가짐)
 # 항체 = Antibody = ImmunoGlobulin
 # IgM, IgG (예시) : ImmunoGlobulin M Class, ImmunoGlobulin G Class
 # Immuno(면역) + Glob(공모양) + in(단백질, Protein)



5 가지 클래스의 항체들은 각각 기능이 다르다.

항원에 대한 초기 방어는 주로 IgM 이, Class Switching 후의 본격적인 방어는 IgG 가 담당한다.

IgD 는 초기의 항원 탐색의 탐지자(Detector) 역할을 하며, IgA 는 주로 눈물, 침, 모유 등의 분비물에 존재한다.

IgE 는 알러지 유발과 관계 있다.

② 세포괴사(necrosis) (X)

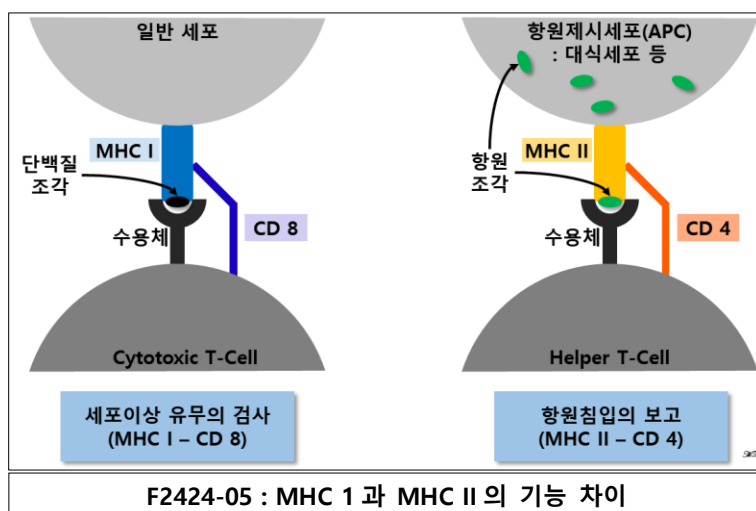
세포가 생존에 불리한 환경에 노출되었을 때 죽는 과정이 세포 괴사(Necrosis)이다.

세포는 뜨거운 온도, 화학물질 등의 독극물, 영양 부족 상태, 산소 부족 상태 등의 환경에 노출되었을 때 괴사할 수 있다.

세포 괴사는 환경에 의한 세포의 '타살'이라고 볼 수 있으며, 반면에 세포자멸사(세포사멸, Apoptosis)는 세포의 '자살'이라고 비교하여 이해할 수 있다.

③ 양성선택(positive selection) (X)

T 세포의 양성 선택(Positive Selection)을 의미한다.



	세포독성 T 세포 (Cytotoxic T-Cell)	도움 T 세포 (Helper T-Cell)
수용체	T 세포 수용체(TCR)	T 세포 수용체(TCR)
보조 수용체	CD 8	CD 4
상대 세포	일반 세포	항원제시세포 (대식세포, 수지상세포 등)
상대 세포의 MHC	MHC I	MHC II
목적	세포이상 유무의 검사 (감염 세포, 종양 세포의 식별)	항원 침입의 보고

세포독성 T 세포 vs 도움 T 세포

T 세포들은 골수에서 생성되며, 가슴샘(Thymus)에서 성숙된다.

중요한 T 세포에는 세포독성 T 세포(Cytotoxic T-Cell)과 도움 T 세포(Helper T-Cell)가 있다.

세포독성 T 세포는 성숙된 결과 보조 수용체로 CD 8을 가지며, 상대 세포의 MHC I에 대해 적합성을 갖게 된다.

도움 T 세포는 성숙된 결과 보조 수용체로 CD 4를 가지며, 상대 세포인 항원제시세포의 MHC II에 대해 적합성을 갖게 된다.

미성숙 T 세포들은 가슴샘에서의 성숙 과정 중에 초기에는 CD 8과 CD 4를 모두 발현시킬 수 있는 단계를 거친다.

이 미성숙 T 세포들은 대부분 세포사를 통해 죽게 된다.

그러나 일부 미성숙 T 세포들이 MHC I 에 대한 적합성이 높다는 것이 판별되면, 이 T 세포들은 살아남아서 성숙한 T 세포가 된다.

이 T 세포들은 성숙 과정에서 CD 4 를 발현시키는 기능이 상실되고, CD 8 만 발현시킬 수 있게 되며, 최종적으로 성숙한 세포독성 T 세포들이 된다.

다른 일부 미성숙 T 세포들이 MHC II 에 대한 적합성이 높다는 것이 판별되면, 이 T 세포들도 살아남아서 성숙한 T 세포가 된다.

이 T 세포들은 성숙 과정에서 CD 8 를 발현시키는 기능이 상실되고, CD 4 만 발현시킬 수 있게 되며, 최종적으로 성숙한 도움 T 세포들이 된다.

양성 선택(Positive Selection)이라는 용어는, 미성숙 T 세포들이 대부분 죽게 되지만, 세포독성 T 세포 또는 도움 T 세포로서의 가능성이 큰 미성숙 T 세포들만 선택적으로 생존시키기 때문에 붙여진 명칭이다.

T 세포의 T 는 Thymus(가슴샘)에서 유래된 명칭이다.

④ 보체활성화(complement activation) (X)

인체에 침입한 세균 등 외래 세포의 표면에 인간의 항체가 결합하면, 특정 단백질들이 결합하여 보체(보체계)를 구성한다. 이를 보체 활성화(Complement Activation)라고 한다.

활성화된 보체는 막공격 복합체를 생성하여 외래 세포의 세포막에 구멍을 뚫는다.

이 외래 세포는 각종 이온이나 물이 세포 내부로 유입되어 터져 죽게 된다.

보체(보체계) : Complement(보완) System 으로, 관련된 단백질들이 결합하여 보체계를 구성하게 되고, 활성화된 보체계는 막공격 복합체(MAC, Membrane Attack Complex)를 생성한다. MAC 은 세균 등 외래 세포의 세포막에 구멍을 뚫는다.

보체(보체계)는 항체의 세균 공격 기능을 보완하는 체계라는 의미에서 붙여진 명칭이다.

⑤ 세포자멸사(apoptosis) (O)

인체의 세포는 특정한 상황에서 스스로 죽는 기능을 갖고 있다. 이 현상을 세포자멸사(세포사멸)이라고 한다.

‘자가반응성’을 가진 미성숙 B 세포는 세포자멸사를 통해 스스로 죽게 된다.

태아나 배아의 손가락, 발가락이 생성되는 과정이나, 울챙이의 꼬리가 사라지게 되는 과정 등이 세포자멸사의 예시이다.

세포자멸사에서 핵심적인 효소는 Caspase(카스파제)이다. 세포 내의 이 효소가 활성화되면, 이 세포는 세포자멸사를 하게 된다.

세포자멸사 = 세포사멸 = 예정세포사 = Apoptosis = 어팍토시스

<< 난이도 : 중하 >>

익숙치 않은 용어들이 포함되어 있지만, 미성숙 B 세포가 “죽게” 되는 과정 이라는 표현에서 쉽게 세포자멸사(Apoptosis)를 유추할 수 있는 문제이다.

24 년-25. “ 세균의 DNA 복제 ” 답안 : ③번

24년-25번. 세균의 DNA 복제에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ?

< 보 기 >

ㄱ. 반보존적 복제 방식을 따른다.

ㄴ. RNA 프라이머는 프리메이스(primase)에 의해 합성된다.

ㄷ. 선도가닥(leading strand)에서 오카자키 절편이 발견된다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

<< 문제 해설 >>

24년-25번. 세균의 DNA 복제에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ?

답안 ③번 ㄱ, ㄴ

ㄱ. 반보존적 복제 방식을 따른다. (O)

세균을 포함한 원핵생물과 진핵생물 모두 DNA 복제의 방식은 반보존적 복제 방식이다.

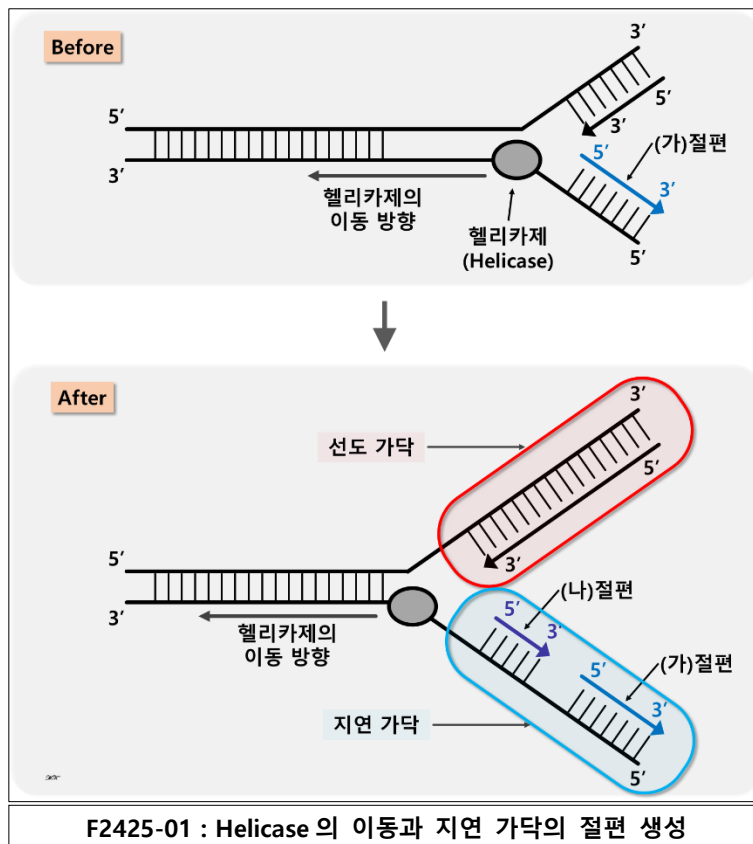
DNA 복제는 이중 가닥 DNA 를 헬리케이스(Helicase)가 단일 가닥 상태로 만든 후, 2 가지 가닥을 각각 주형으로 DNA 를 복제하기 때문에 반보존적 복제 방식이 될 수 밖에 없다.

ㄴ. RNA 프라이머는 프리메이스(primase)에 의해 합성된다. (O)

DNA 복제시에 생성되는 RNA 성분의 프라이머는 프라이메이즈(Primase)에 의해 합성된다.

DNA 복제시에 사용되는 DNA 중합효소는 프라이머가 존재해야 DNA 중합을 할 수 있다.

ㄷ. 선도가닥(leading strand)에서 오카자키 절편이 발견된다. (X)



지연가닥(Lagging Strand)에서 오카자키 절편이 생성된다.

위의 그림에서와 같이, 우측 상단은 선도가닥이 된다.

이 가닥은 헬리케이스(Helicase)의 진행방향과 DNA 중합효소의 중합방향이 일치한다.

우측 하단은 지연가닥이 되며, (가), (나)와 같은 오카자키 절편이 생성된다.

이 지연가닥 부분은 헬리케이스의 진행방향과 DNA 중합효소의 중합방향이 반대이기 때문에 오카자키 절편들이 생성될 수 밖에 없다.

<< 난이도 : 하 >>

세균의 DNA 복제에 대한 문제이지만, 진핵생물의 DNA 복제와도 공통적인 내용이다.

3 가지 지문 모두 DNA 복제에서 기본적인 내용이다.

③ 등전점 전기영동(isoelectric focusing) (O)

‘등전점 전기영동(IsoElectric Focusing)’은 단백질 혼합물에서 단백질들을 분리하는데 사용되는 분리 기법으로 특정 단백질의 연구에 사용된다.

등전점(等電點) : 등(等, 같을 등) + 전기 전

←

등(等, 같을 등) : ex. 동등하다, 등호, 등식

등전점에서 등(等)의 ‘같다’의 의미는, 단백질의 아미노산에 포함되어 있는, 이온화된 카르복시기(-COO⁻)의 숫자와 이온화된 아민기(-NH₃⁺)의 숫자가 같다고 생각하면 된다.

IsoElectric Point (pI) : 등전점, 단백질의 알짜 전하(Net Charge)가 0(zero)가 되는 pH 를 그 단백질의 등전점이라고 한다.

IsoElectric Point : Iso(동일한) + Electric(전기, 전하)

단백질들은 단백질을 구성하는 아미노산의 서열과 조성에 따라 서로 다른 전기적 특성을 나타낸다.

아미노산들 중 특히 이온화가 되어 음성(-) 전하나 양성(+) 전하를 갖는 아미노산 4 가지(ASP, GLU, LYS, ARG)가 단백질의 전기적 특성에 큰 영향을 미친다.

ASP 과 GLU 는 곁가지(Side Chain)에 카르복시기(-COOH)를 가지고 있어, 특정 pH 에서 Carboxylate(-COO⁻)로 전환되어 음성(-) 전하를 갖는다.

LYS 과 ARG 는 곁가지에 아민기(-NH₂)를 가지고 있어, 특정 pH 에서 -NH₃⁺로 전환되어 양성(+) 전하를 갖는다.

ASP : Aspartic Acid (아스파르트산), GLU : Glutamic Acid (글루탐산)

LYS : Lysine (라이신), ARG : Arginine (아르지닌)

하나의 단백질에 포함된 이 4 가지 아미노산의 카르복시기와 아민기는, 이 단백질이 존재하는 수용액의 pH에 따라 중성으로 존재하거나 전하를 띄게 된다.

따라서 이 단백질에 존재하는 전하의 총합인 알짜 전하(Net Charge)는 pH에 따라 달라진다.

특정 pH에서는 이 단백질의 알짜 전하가 0(zero)이 된다.

다시 말해 특정 pH에서는 -COO⁻의 개수와 -NH₃⁺의 개수가 같아지게 되는데 이 경우 단백질의 전하의 총합이 0 이 된다.

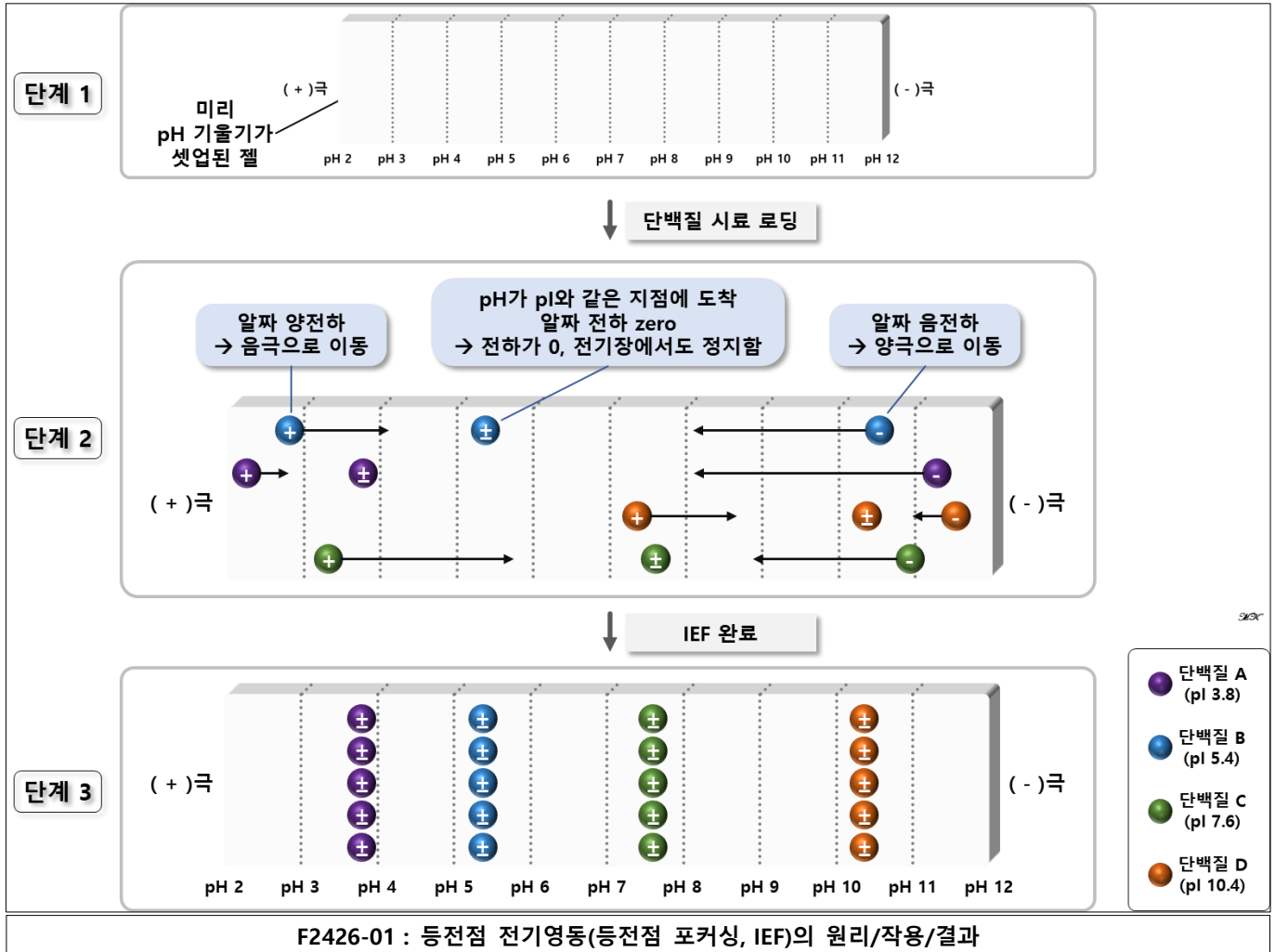
이 특정 pH의 값을 이 단백질의 등전점(pI)라고 한다.

하나의 단백질은 고유의 등전점을 갖는다.

예시로서 전자운반 단백질인 사이토크롬 c의 pI는 10.6이며, 혈장 알부민 단백질의 pI는 4.8이다.

사이토크롬 c는 pH 10.6인 용액에서 알짜 전하가 0이 되며, 알부민은 pH 4.8인 용액에서 알짜 전하가 0이 된다.

단백질들마다 등전점이 다르기 때문에 이를 이용하여 단백질을 분리할 수 있다.



다음은 '등전점 전기영동(IsoElectric Focusing)' 기법에 대한 설명이다.

특수한 젤에 점진적인 pH 기울기를 미리 생성하고, 이 젤에 전기장을 걸어준다.

여기에 단백질 혼합물을 로딩하면, 각 단백질들은 자신의 고유의 등전점과 같은 값을 같은 pH 지역으로 이동한 후 정지하게 된다.

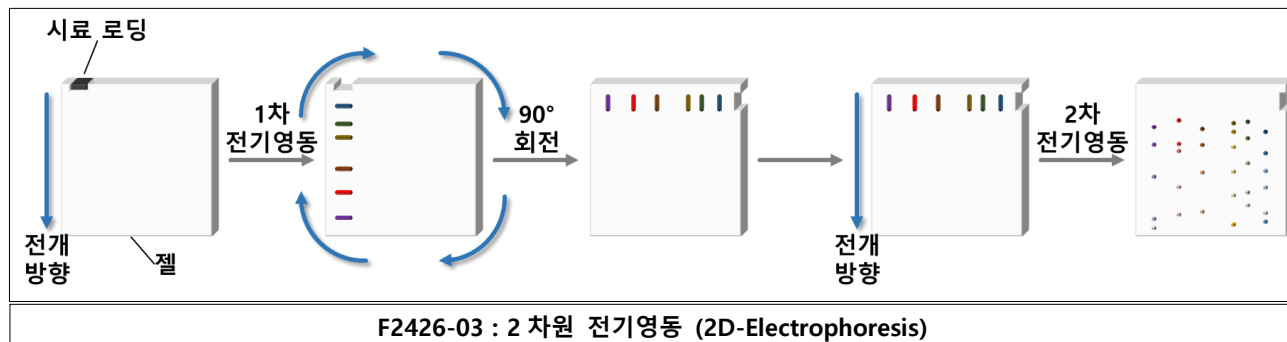
그 결과 동일한 단백질 분자들은 같은 pH 지역에 위치하게 되며, 다른 단백질 분자들은 서로 다른 pH 지역에 위치하게 되어 단백질 분리가 이루어지는데, 이를 '등전점 전기영동(IEF)'이라고 한다.

IEF : IsoElectric Focusing (등전점 전기영동, 등전점 포커싱, 등전점 초점맞추기)



F2426-02 :
등전점 전기영동 기기

④ 2차원 전기영동(2D-electrophoresis) (O)



‘2 차원 전기영동’은 단백질 분석을 위한 기법으로 사용된다.

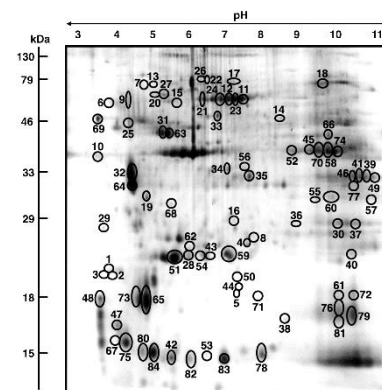
2 차원 전기영동에서는 1 차 전기영동 전개 후 겔을 90°도 회전하여 2 차 전기영동 전개를 한다.

전개 방향이 서로 90° 차이 나기 때문에, 하나의 혼합물 시료를 2 차원(x 축 방향 및 y 축 방향)으로 전개하여 분리하기 때문에 ‘2 차원’이라는 용어가 사용된다.

2 차원 전기영동은 1 차원 전기영동보다, 단백질 혼합물 등의 시료들을 더욱 정교하게 분리할 수 있다.

단백질 분석의 응용방식으로서 1 차 전개는 ‘등전점 전기영동(Isoelectric Focusing)’을 수행하고 2 차 전개는 일반적인 겔 전기영동을 수행하는 방식이 많이 사용된다.

‘등전점 전기영동’은 단백질을 등전점에 따라 분리하고, 일반 겔 전기영동은 단백질을 크기에 따라 분리하기 때문에 이러한 2 차원 분리 방식은 단백질 분해능력이 아주 좋은 기법이다.



F2426-04 : 2 차원 전기영동 결과

분석의 중간단계에서 90° 회전을 시키는 ‘2 차원’의 방식은 ‘2 차원 전기영동’ 외에 ‘2 차원 크로마토그래피’ 등 다양한 일반 화학물질 분리 기법에 사용되기도 한다.

⑤ 효소결합면역흡착측정법(ELISA) (O)

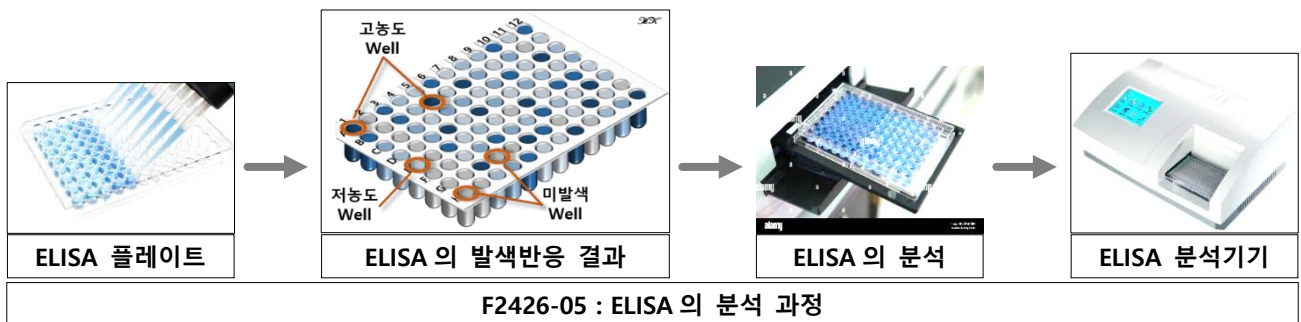
엘라이자(ELISA, Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, 효소결합면역흡착측정법)는 특정 단백질의 분석에 사용될 수 있는 분석 기법이다.

ELISA(엘라이자) : Enzyme(효소)-Linked(결합) Immuno(면역, 항체를 의미함)Sorbent(흡착) Assay(측정법)

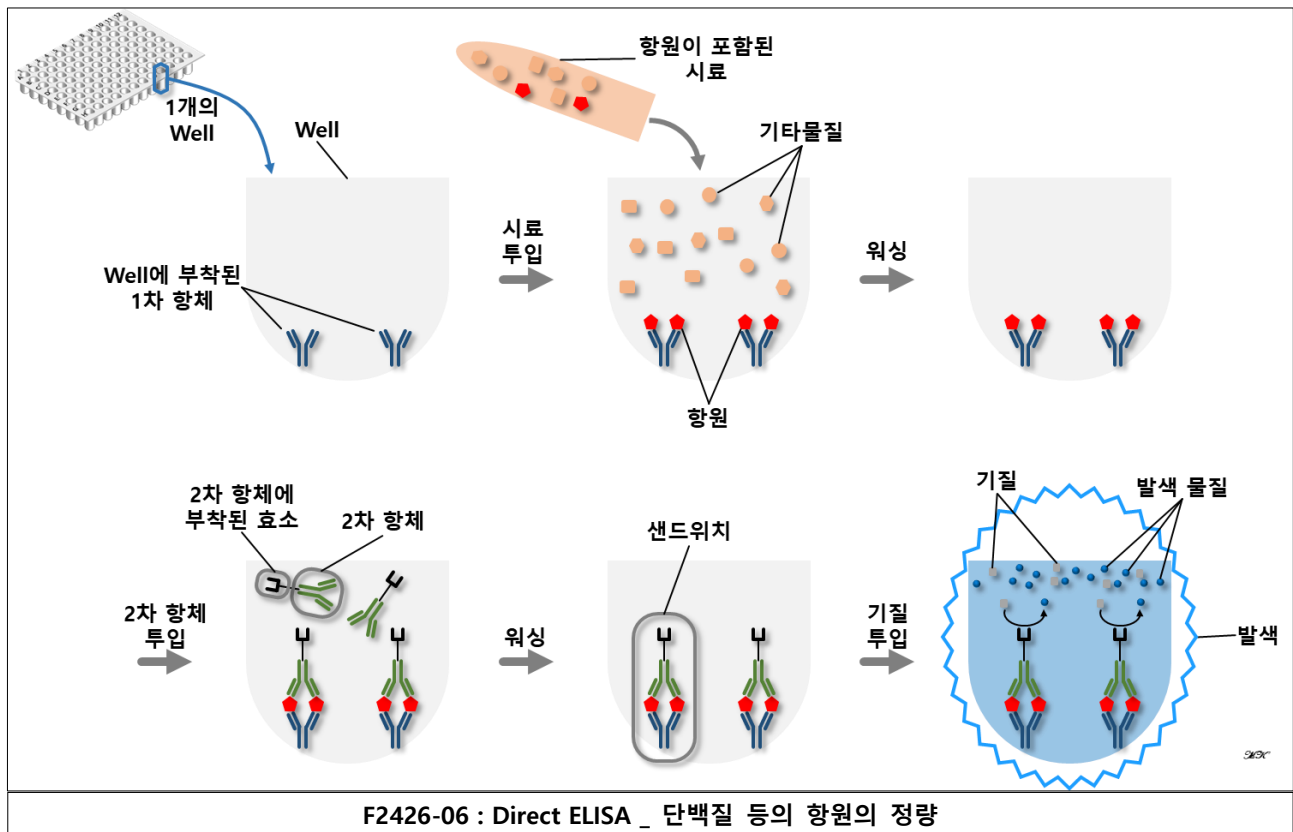
ELISA 는 '효소가 결합된 항체'를 필수적으로 사용하기 때문에 이러한 명칭을 갖고 있다.

이 '효소가 결합된 항체'의 '효소'는 색이 없는 기질을 발색 물질로 변환시켜주는 효소이다.

이 효소를 이용하면, 분석 대상 물질의 양에 비례하여 발색 강도가 강해지기 때문에, 분석 대상 물질의 양을 정량할 수 있다.



ELISA 에는 Direct ELISA와 Indirect ELISA의 2 가지 대표적인 분석 방식이 존재한다.



위의 그림에서와 같이, Direct ELISA에서는 1 차 항체를 엘라이자 플레이트 well 의 내벽에 고정시키고, 항원을 결합시킨다.

이 항원은 1 차 항체가 특이적으로 결합하는 항체이다.

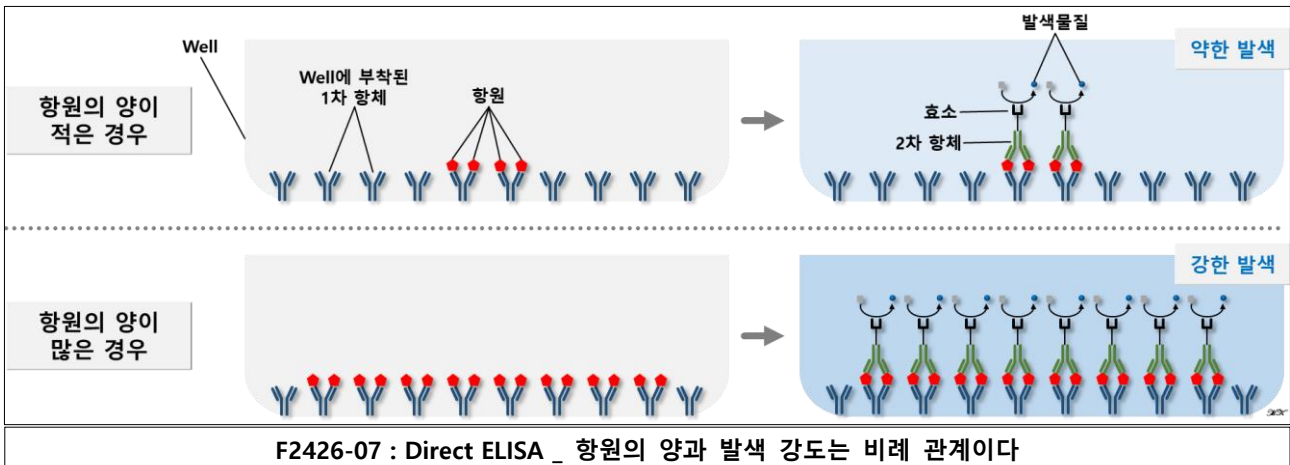
Direct ELISA 의 분석 대상 물질은 이 항원이다.

이 항원에 '효소가 결합된 2 차 항체'를 다시 결합시켜, '1 차 항체 - 항원 - 효소가 결합된 2 차 항체'의 샌드위치를 구성한다.

이 2 차 항체 역시 이 항원에 특이적으로 결합하는 항체이다.

여기에 기질을 투입하면 2 차 항체에 결합되어 있는 효소에 의해 발색 물질로 전환된다.

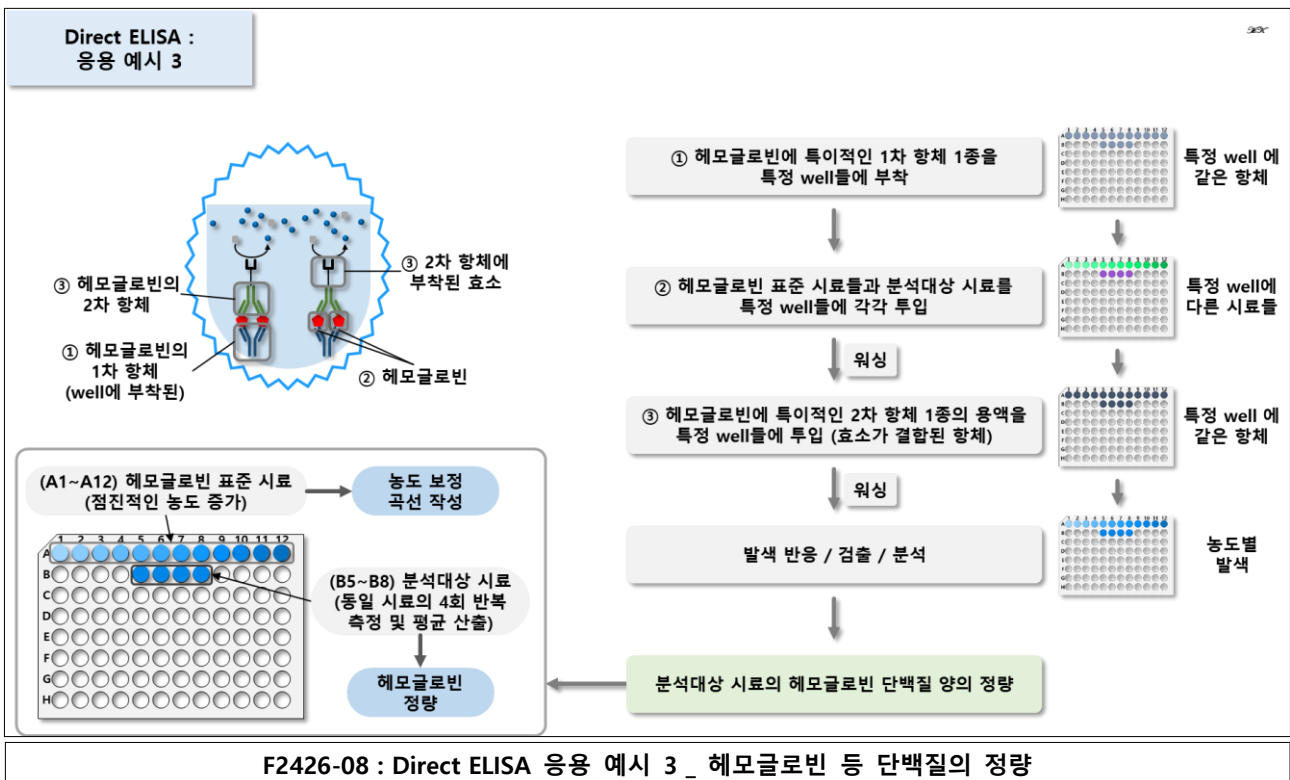
이 발색 강도는 '샌드위치'에 포함된 항원의 양에 비례하기 때문에, 발색 강도를 측정하여 항원의 양을 정량할 수 있다.



다양한 물질이 항원이 될 수 있다.

단백질을 포함하여, 탄수화물, 화합물질 등이 항원이 될 수 있다.

단백질이 항원인 경우, Direct ELISA를 특정 단백질의 분석에 사용할 수 있다.



위의 그림은, 헤모글로빈 같은 단백질을 Direct ELISA 를 사용하여 정량하는 방법을 설명한다.

- ① 헤모글로빈에 특이적으로 결합하는 1 차 항체를 엘라이자 플레이트 일부 well 의 내벽에 고정시킨다.
- ② 헤모글로빈 표준 시료 용액을 농도를 점진적으로 증가시키면서 일부 well(A1~A12)에 투입한다. 또 헤모글로빈을 포함하는 분석대상 시료 용액을 일부 well(B5~B8)에 투입한다.
- ③ 헤모글로빈에 특이적으로 결합하는 2 차 항체 용액을 해당 well 에 투입한다. 이 항체는 효소와 결합된 항체이다.

이 후 효소의 기질을 투입하여 발색반응을 일으킨다.

표준 시료와 분석대상 시료에 포함된 헤모글로빈의 양에 따라 발색 강도가 다르게 생성된다.

이 플레이트를 엘라이자 분석기기(ELISA Reader)에 투입하면, 분석기기가 표준시료에 대한 농도 보정 곡선을 작성하고, 분석대상 시료의 헤모글로빈의 양을 정량분석해 주게 된다.

이 분석기기는 일반적으로 PC 에 연결되며, 다양한 엘라이자 분석 기능을 포함하고 있다.

<< 난이도 : 하 >>

‘① 노던 블롯팅(Northern Blotting)’이 RNA 분석기법이라는 단순한 사실만 기억하면 맞출 수 있기 때문에 난이도가 낮은 문제이다.

번시 1 차 생물에서는 Blotting 이 여러 번 출제되었다.

Southern Blotting 은 DNA 분석기법이며, Northern Blotting 은 RNA 분석기법, Western Blotting 은 단백질 분석기법이라는 내용은 기초적으로 알고 있어야 하는 내용이다.

그외의 선지들인 ② 에드만 분해법 (Edman degradation), ③ 등전점 전기영동 (isoelectric focusing), ④ 2 차원 전기영동 (2D-electrophoresis), ⑤ 효소결합면역흡착측정법 (ELISA) 은 대부분 대학일반생물학 이상의 교재에 내용이 포함되는 용어들로 난이도가 있는 내용들이다.

그러나 이미 용어들이 출제에 포함되었으므로, 향후 이 용어들의 기초적인 내용은 방어적으로 학습할 필요가 있다고 판단된다.

24 년-27. “ 진핵세포의 발현 ” 답안 : ② 번

24년-27번. 동물세포의 핵에 있는 유전자가 발현되어 단백질을 합성하는 과정에 관한 설명으로 옳은 것은 ?

- ① 유전자의 전사(transcription)와 번역(translation) 과정이 같은 세포소기관에서 일어난다.
- ② 번역에는 tRNA와 리보솜(ribosome)의 역할이 필요하다.
- ③ 전사는 세포질에서 일어난다.
- ④ 엑손(exon) 부위는 전사되지만 인트론(intron) 부위는 전사되지 않는다.
- ⑤ 코돈(codon)의 변화는 반드시 아미노산 잔기의 변화로 이어진다.

<< 문제 해설 >>

24년-27번. 동물세포의 핵에 있는 유전자가 발현되어 단백질을 합성하는 과정에 관한 설명으로 옳은 것은 ?

답안 ②번

- ① 유전자의 전사(transcription)와 번역(translation) 과정이 같은 세포소기관에서 일어난다. (X)

동물세포는 진핵세포이다.

진핵생물계에 속하는 동물계, 식물계, 균계, 원생생물계의 생물들의 세포는 모두 진핵세포이다.

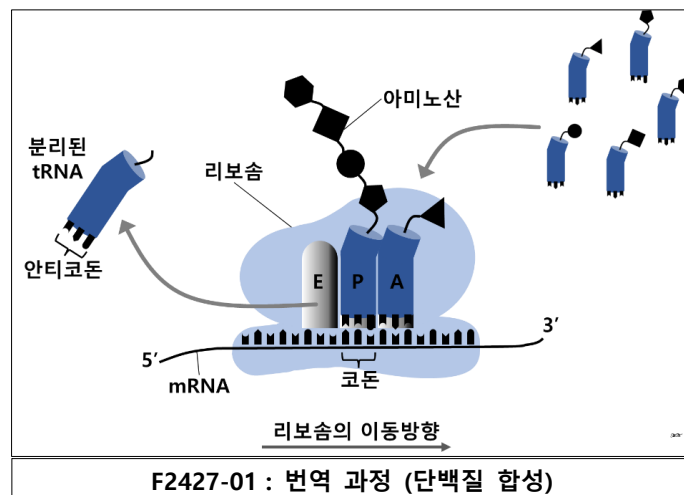
진핵세포는 핵을 갖고 있기 때문에, 전사(Transcription)는 DNA 가 존재하는 핵 내부에서 일어나고, 번역(Translation)은 리보솜(Ribosome)이 존재하는 세포질에서 이루어진다.

반면에 세균을 포함하는 원핵세포는 핵 등의 막성 세포소기관을 갖지 않는다.

따라서 원핵세포의 DNA 와 리보솜은 모두 세포질에 존재한다.

원핵세포에서는 전사와 번역이 모두 세포질에서 이루어진다.

- ② 번역에는 tRNA와 리보솜(ribosome)의 역할이 필요하다. (O)



번역에는 mRNA 외에 tRNA 와 리보솜(Ribosome)이 필요하다.

리보솜은 번역(단백질 합성)이 일어나는 세포 소기관이다.

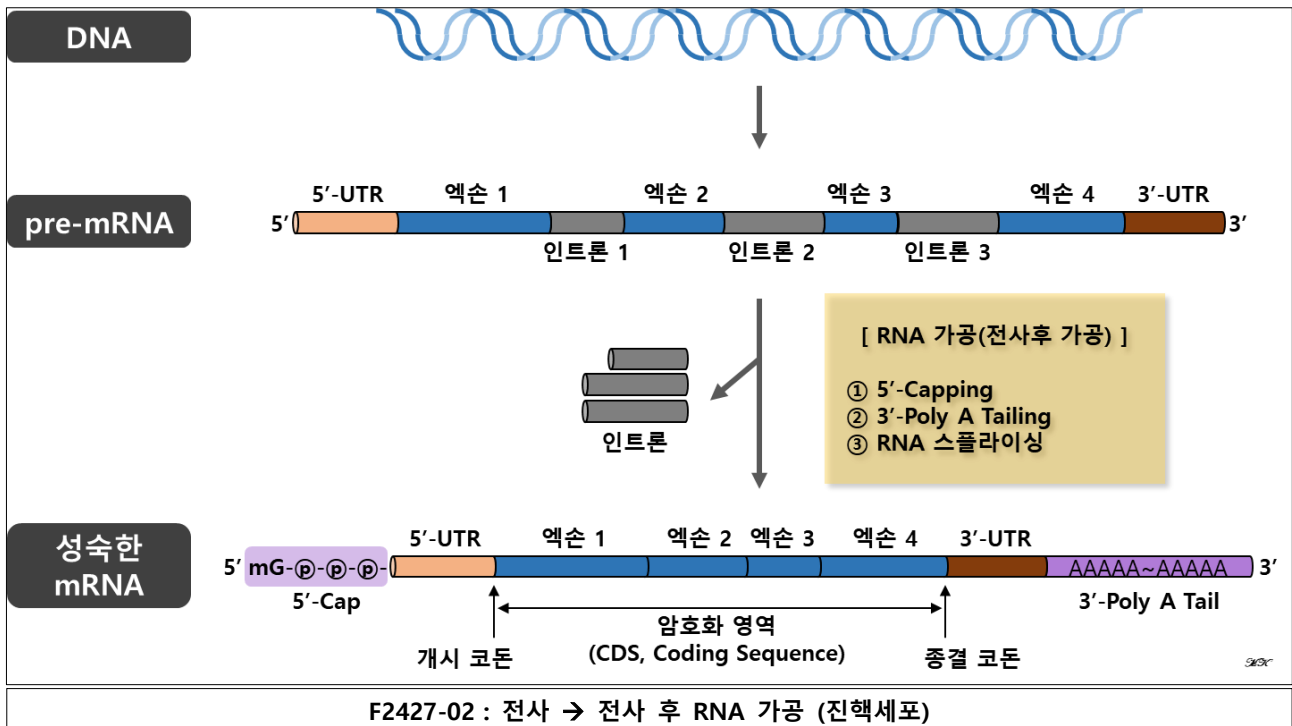
tRNA 는 mRNA 의 코돈에 대응되는 특정 아미노산을 리보솜에 전달하는 역할을 한다.

③ 전사는 세포질에서 일어난다. (X)

동물세포와 같은 진핵세포에서 전사는 핵 내부에서 일어난다.

DNA 가 핵 내부에 존재하기 때문이다.

④ 엑손(exon) 부위는 전사되지만 인트론(intron) 부위는 전사되지 않는다. (X)



진핵세포의 유전자에는 엑손들과 인트론들이 포함되어 있다.

전사에 의해 생성된 mRNA 전구체(pre-mRNA, 미성숙 mRNA)에는 엑손들과 인트론들이 모두 포함되어 있다.

즉 엑손들과 인트론들은 모두 전사된다.

이후 진행되는 전사 후 RNA 가공 단계에서 mRNA 전구체에 포함되어 있던 인트론들은 모두 제거 된다.(RNA 스플라이싱)

전사 후 RNA 가공 단계는 RNA 스플라이싱 외에도 5'-Capping 과 3'-Poly A Tailing 을 포함한다.

이렇게 가공된 mRNA 는 성숙한 mRNA 이며, 이후 세포질로 이동하여 번역이 진행된다.

⑤ 코돈(codon)의 변화는 반드시 아미노산 잔기의 변화로 이어진다. (X)

		두번째 염기				
		U	C	A	G	
첫 번째 염기	U	UUU 페닐알라닌 UUC UUA 류신 UUG	UCU 세린 UCC UCA UCG	UAU 타이로신 UAC UAA 종결 코돈 UAG 종결 코돈	UGU 시스테인 UGC UGA 종결 코돈 UGG 트립토판	U C A G
	C	CUU 류신 CUC CUA CUG	CCU 프롤린 CCC CCA CCG	CAU 히스티딘 CAC CAA 글루타민 CAG	CGU 아르지닌 CGC CGA CGG	U C A G
	A	AUU 이소류신 AUC AUA AUG 메티오닌 (개시 코돈)	ACU 트레오닌 ACC ACA ACG	AAU 아스파라진 AAC AAA 라이신 AAG	AGU 세린 AGC AGA 아르지닌 AGG	U C A G
	G	GUU 발린 GUC GUA GUG	GCU 알라닌 GCC GCA GCG	GAU 아스파르트산 GAC GAA 글루탐산 GAG	GGU 글리신 GGC GGA GGG	U C A G

두번째 염기

EX. mRNA 5' - A C U - 3'

첫 번째 염기 세 번째 염기

F2427-03 : 코돈 테이블 (하나의 아미노산을 지정하는 코돈은 대부분 2 가지 이상이다)

코돈이 변화해도 동일한 아미노산을 지정하는 경우는 많다.

위의 그림의 코돈 테이블에서와 같이, 하나의 아미노산을 지정하는 코돈은 대부분 2 가지 이상이다.

그림의 예시로서 아미노산인 '프롤린'을 지정하는 코돈은 4 가지이다.

'CCU', 'CCC', 'CCA', 'CCG'가 그것이다.

따라서 코돈이 'CCU'에서 'CCC'로 변화해도 지정된 아미노산은 '프롤린'으로 동일하며 변화하지 않는다.

이러한 현상이 나타나는 것은 코돈의 3 번째 염기가, 첫번째 염기나 2 번째 염기와는 다르게, tRNA 의 안티코돈과 약하게 결합하기 때문인 것으로 알려져 있다.

<< 난이도 : 중하 >>

정답인 '② 번역에는 tRNA와 리보솜(ribosome)의 역할이 필요하다.' 는 기본적인 내용이다.

또한 나머지 선지들도 난이도가 높지 않은 내용이다.

다만 ④번, ⑤번은 주의해야 할 내용이다.

24 년-28. “ 체세포분열 vs 감수분열 ” 답안 : ①번

24년-28번. 동물세포의 체세포분열과 감수분열에 관한 설명으로 옳은 것은 ?

- ① 감수분열은 4개의 딸세포를 만든다.
- ② 체세포분열의 전기에서 염색체가 복제된다.
- ③ 체세포분열의 중기에서 상동염색체의 접합이 일어난다.
- ④ 체세포분열과 감수분열의 세포분열 횟수는 동일하다.
- ⑤ 감수분열은 유전적으로 동일한 딸세포를 만든다.

<< 문제 해설 >>

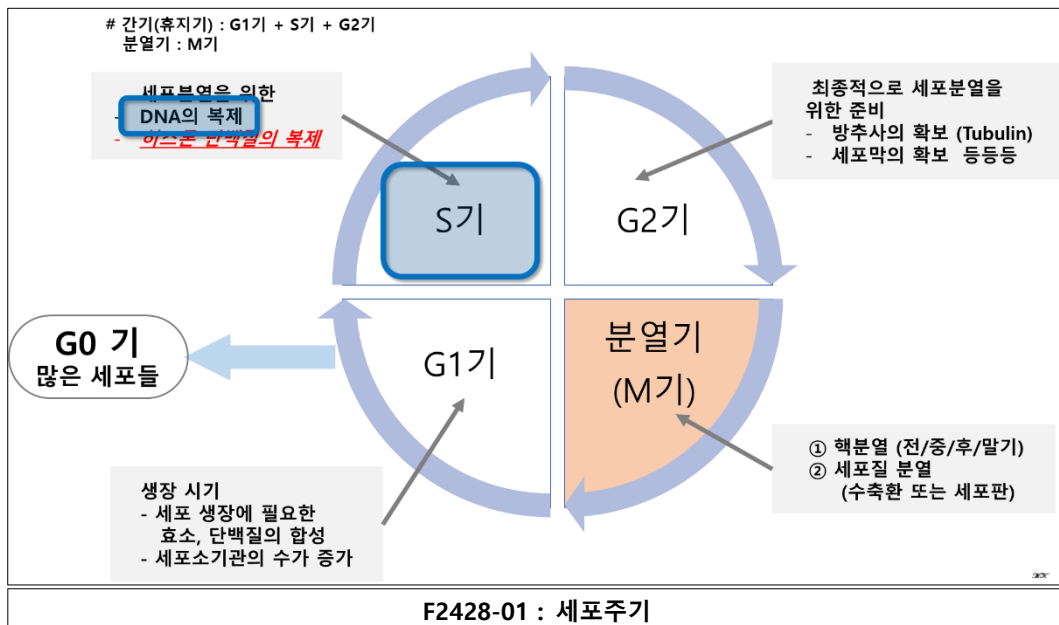
24년-28번. 동물세포의 체세포분열과 감수분열에 관한 설명으로 옳은 것은 ? 답안 ①번

- ① 감수분열은 4개의 딸세포를 만든다. (O)

감수분열은 2 회의 분열을 통해 4 개의 딸세포를 만든다.

반면에 체세포분열은 1 회의 분열을 통해 2 개의 딸세포를 만든다.

- ② 체세포분열의 전기에서 염색체가 복제된다. (X)



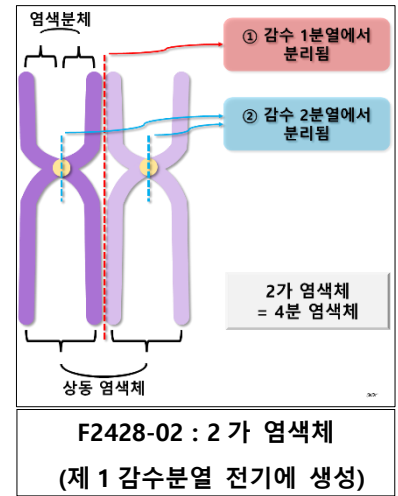
체세포분열과 감수분열 모두 염색체가 복제(정확히는 DNA 가 복제)되는 시기는 휴지기(간기)의 S 기(Synthesis 기)이다.

분열기에는 DNA 복제가 일어나지 않는다.

③ 체세포분열의 중기에서 상동염색체의 접합이 일어난다. (X)

체세포분열에서는 전 과정에서 상동염색체의 접합이 일어나지 않는다.

반면에 감수분열의 경우, 감수 1 분열 전기에, 상동염색체가 접합하여 2 가 염색체(4 분 염색체)를 형성한다.



④ 체세포분열과 감수분열의 세포분열 횟수는 동일하다. (X)

체세포분열에서는 1 회의 세포분열이 일어나며, 감수분열에서는 2 회의 세포분열이 연이어 일어난다.

⑤ 감수분열은 유전적으로 동일한 딸세포를 만든다. (X)

(1) 1 개의 모세포로부터 감수분열로 인해 생성된 4 개의 딸세포들은 각각 다른 유전정보를 갖는다.

1 개의 딸세포는, (부계 염색체와 모계 염색체로 이루어진) 모세포의 상동염색체 쌍에서 하나의 염색체만을 받게 된다.

모세포는 $2n$ 의 핵상을 갖기 때문에, 감수분열시에는 n 개의 2 가 염색체를 형성하게 된다.

따라서 1 개의 딸세포는 2 가 염색체 중 부계 또는 모계를 받는 선택 과정을 n 회 거치게 된다.

이 n 회의 선택 과정에서 각각 부계를 받게 될지 모계를 받게 될지는 무작위적이며 서로 독립적인 선택 과정이다.

따라서 4 개의 딸세포들의 유전정보는 각각 달라지게 된다.

또한 '염색체의 교차'가 발생하게 되면, 딸세포들의 유전정보가 차이가 날 가능성은 더 높아진다.

(2) 1 개의 모세포로부터 감수분열로 인해 4 개의 딸세포들이 생성되는 경우, 1 개의 모세포와 4 개의 딸세포들 즉 5 개의 세포들은 모두 유전적으로 동일하지 않다.

위 (1)의 설명에서와 같이 4 개의 딸세포들은 유전적으로 각각 상이하며, 모세포는 이 딸세포들과도 다른 유전정보를 갖는다.

모세포는 핵상이 $2n$ 이며, 딸세포들은 핵상이 n 이기 때문에 염색체의 수부터 다르므로 모세포와 딸세포의 유전 정보가 같을 수는 없다.

감수분열의 주요한 목적 중의 하나는 자손을 통해 유전적 다양성을 확보하는 것이다.

따라서 유전 정보가 다양한 배우자(정자, 난자)를 확보하고 수정을 통해 더욱 다양한 유전 정보를 가진 자손을 생성하게 된다.

반면에 체세포분열의 주요한 목적 중의 하나는 동일한 유전 정보를 가진 세포들을 확보하는 것이다.

<< 난이도 : 하 >>

정답에 해당하는 '① 감수분열은 4 개의 딸세포를 만든다' 는 기본적인 내용이다.

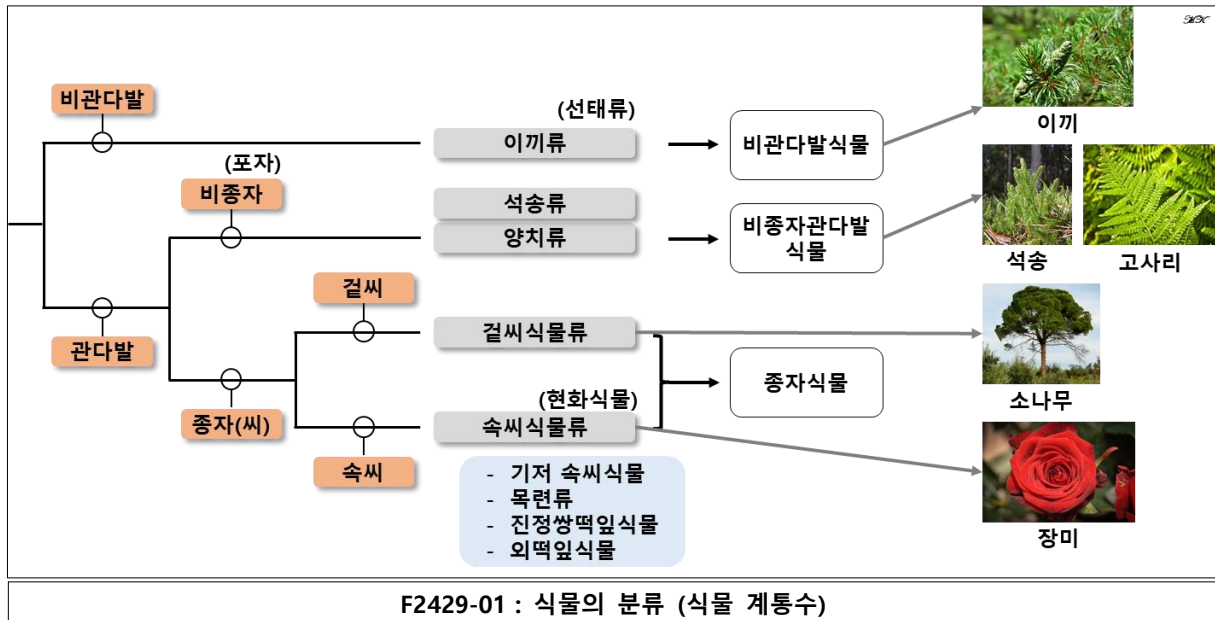
나머지 4 개의 선지들도 난이도가 높지 않다.

24 년-29. “ 속씨식물 ” 답안 : ⑤번

24년-29번. 속씨식물에 관한 설명으로 옳지 않은 것은 ?

- ① 꽃이라는 생식기관을 가진 종자식물이다.
- ② 식물계 중에서 현재 가장 다양하고 널리 분포한다.
- ③ 타가수분을 통해 유전적 다양성을 증가시킨다.
- ④ 중복수정은 속씨식물에만 존재하는 특징이다.
- ⑤ 외떡잎식물은 속씨식물에 속하지 않는다.

<< 기본 이론 >>



1. 속씨식물

속씨식물은 종자(씨앗)식물 중 “밑씨”가 씨방 안에 들어 있는 식물이다.

겉씨식물은 종자식물 중 씨방이 없어서 “밑씨”가 노출되어 있는 식물이다.

“밑씨”는 난세포(난자)가 포함된 식물의 기관이다.

또 “밑씨”는 수분 및 수정 후에는 종자로 발달하기 때문에 식물의 생식에서 중요한 기관이다.

속씨식물은 식물계 중 유일하게 꽃을 피우는 식물이라서 현화식물이라고도 불린다.

속씨식물은 수분의 성공율을 높이기 위해서 자신의 꽃을 매개로 곤충 등의 동물과의 공생 관계를 이루어 같이 빠르게 진화하고 번성해 왔다.

이러한 성공적인 진화를 통해 현재의 식물 중 가장 다양한 식물군을 형성하고 있다.

수분(受粉) : 속씨식물에서 수술에서 형성된 (정자, 정핵을 포함하는) **화분(꽃가루)**이 **암술머리에 옮겨 붙는 과정**이 수분이다. 식물은 이동할 수 없기 때문에 정핵을 난세포에 전달하는 것이 쉽지 않다. 따라서 '수정' 전의 '**수분**' 과정의 성공이 생식에 **중요한 영향을 미친다**.

/ 受(받을 수), 粉(가루 분, 여기서는 화분, 꽃가루를 의미함)

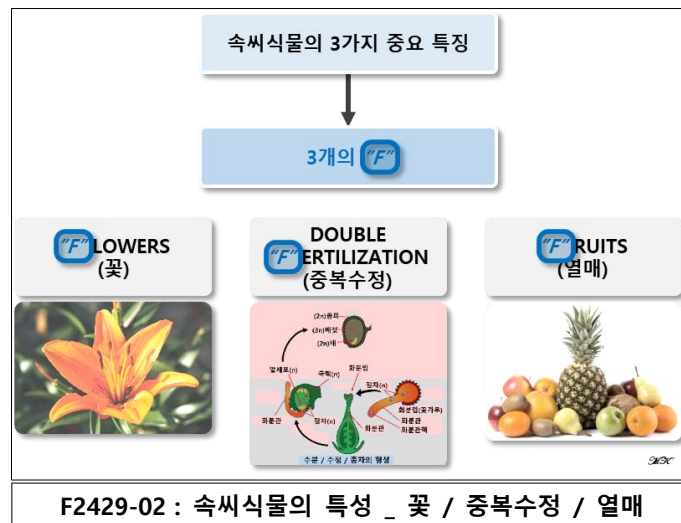
속씨식물 = 피자식물 = 현화식물

피자식물(被子-) : 밑씨(子, 자)가 겉껍질(被, 피)인 씨방에 의해 보호되는 식물을 의미한다

被(거죽 피, 겉껍질을 의미함, 식물에서는 씨방을 의미함), 子(아들 자, 밑씨를 의미함)

현화식물(顯花-) : 꽃을 피우는(꽃이 나타나는) 식물 / 顯(나타나다 현), 花(꽃 화)

2. 속씨식물의 중요 특징 3 가지



속씨식물은 식물계의 다른 식물들과는 다른 **중요 특징 3 가지**를 갖고 있다.

(1) 꽃, (2) 중복수정, (3) 열매 가 그것이다.

(1) Flowers, (2) Double Fertilization, (3) Fruits 이기 때문에 **"3F"** 로 기억할 수 있다.

이 3 가지 속씨식물의 특징은 **수험적으로 아주 중요하다 !!!**

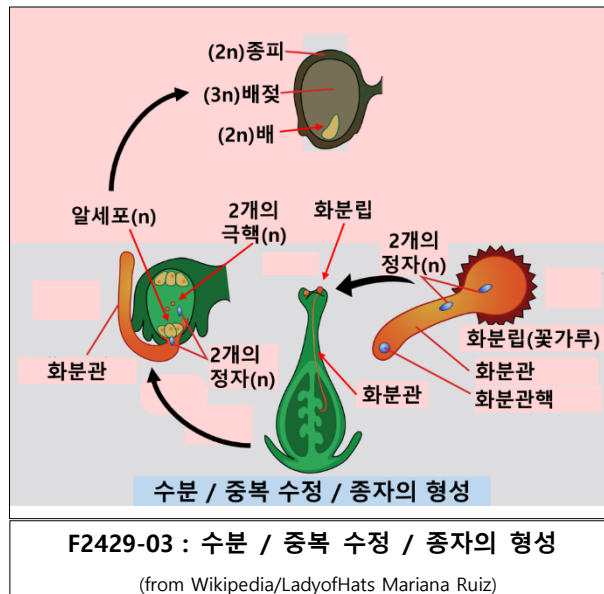
2-1. 꽃 (Flower)

속씨식물은 생식기관으로 꽃을 갖는다.

"꽃"은 **곤충 등을 유인**하여 **수분의 성공율을 높이고**, 종자를 만들어내는 장소이다.

꽃은 **강렬한 빛깔, 향기, 영양물질인 꿀** 등을 이용하여 동물을 유인한다.

2-2. 중복 수정 (Double Fertilization)



속씨식물에서는 수분 후의 수정시에 **“중복수정”**이 일어난다.

속씨식물의 화분(꽃가루)에는 **2 개의 정자**가 들어있다.

수분 후에 **1 개의 정자는 1 개의 난자(난세포, 알세포)와 수정하여 배아(배)를 형성**하고, **다른 1 개의 정자는 2 개의 극핵과 수정하여 배젖을 형성**한다.

이 2 가지 수정과정이 거의 동시에 일어나기 때문에 중복수정이다.

추후에 **배아**는 새로운 **식물 개체**가 되며, **배젖**은 **배아에게 영양물질을 공급**하게 된다.

중복수정은 난자의 수정이 정상적으로 일어난 밑씨 안에서만 배젖이 발생을 하게 하여, 속씨식물이 영양소를 낭비하는 것을 막기 위한 방식이다.

즉 속씨식물은 **난자의 수정이 정상적이지 않은 밑씨**에서는 중복수정과정에서 배젖의 발생을 억제하여 **배젖의 발생에 영양소가 투입되지 않도록 조절**하게 된다.

2-3. 열매 (Fruits)

속씨식물은 **“열매”**를 생성하는데, **열매**는 **내부의 종자(씨앗)을 보호**하고, **종자가 바람이나 동물에 의해 멀리 퍼지도록 돕는다**.

속씨식물의 **“열매”**는 진화 결과 다양한 형태와 기능을 갖는다.

열매의 기능은 종자의 보호 외에도, **종자를 넓은 지역으로의 분산**시키는 것이 중요하다.

이 과정에서 속씨식물은 더 넓은 지역에 자신의 종을 퍼뜨려서 번성할 수 있게 되었다.



1) 물에 의한 분산

- **코코넛**의 섬유성 겉껍질과 열매는 종자가 **물에 떠서 분산**되도록 한다.

2) 바람에 의한 분산

- **단풍**의 날개 모양의 **열매**는 **바람에 의한 수평이동**을 촉진한다.
- **민들레 열매**는, 흔히 민들레 홀씨라고 불리는데, 우산형 낙하산의 형태를 가져서 **바람에 종자가 멀리 분산**되도록 한다.
- **회전초**는 **바람에 의해 땅 위를 굴러다니며 종자를 퍼트린다**.

3) 동물에 의한 분산

- **사과와 같이 먹을 수 있는 열매**의 종자는 **동물이 섭취**하고 이동한 후 **배설물**로 분비되어 분산된다.
- **도꼬마리 열매**는 갈고리형태의 가시들이 있어서 **동물에 붙어서 이동**한다.

<< 문제 해설 >>

24년-29번. 속씨식물에 관한 설명으로 옳지 않은 것은 ? 답안 ⑤번

① 꽃이라는 생식기관을 가진 종자식물이다. (O)

종자(씨앗)로 번식을 하는 **종자식물**에는 **겉씨식물**과 **속씨식물**이 포함된다.

(**이끼류**와 **양치류**는 **포자**로 번식을 한다)

종자식물 중 겉씨식물은 꽃이라는 기관을 갖고 있지 않다.

결론으로서 식물계의 이끼류, 양치류, 겉씨식물류, 속씨식물류 중에서 **속씨식물류만 꽃이라는 생식기관을 가진 종자식물**이다.

② 식물계 중에서 현재 가장 다양하고 널리 분포한다. (O)

속씨식물은 식물계 중 가장 다양한 종(Species)들이 포함되며, 널리 분포한다.

속씨식물은 29 만종 이상이 존재하며, 이는 식물계의 모든 식물 종의 약 90%에 해당된다.

속씨식물이 진화에 성공하고 많은 다양한 종이 존재하게 된 것은, 꽃을 이용하여 곤충 등의 수분 매개자와 서로 영향을 미치며 같이 진화한 결과라고 추정되고 있다. (공진화, CoEvolution)

반면에 대부분의 겉씨식물은 바람을 이용하여 수분을 하기 때문에 속씨식물에 비해 수분의 성공율이 높지 않다.

③ 타가수분을 통해 유전적 다양성을 증가시킨다. (O)

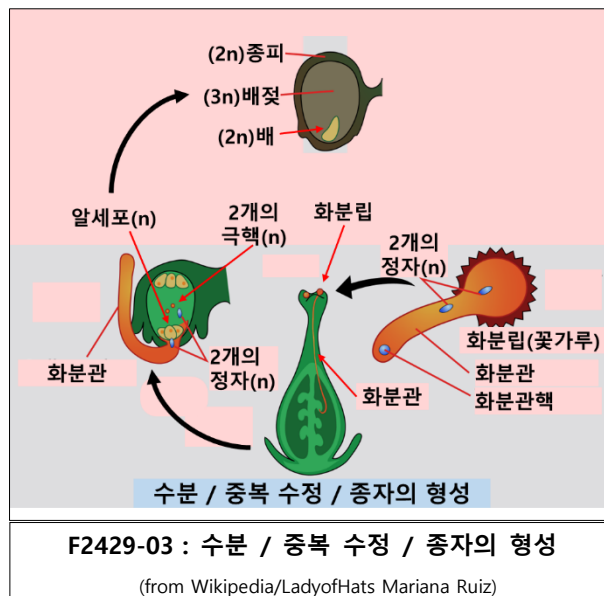
특정 식물 개체의 화분(꽃가루)이, 같은 종의 다른 식물 개체의 암술머리에 도달하는 것이 타가수분이다.

두 식물 개체는 유전체(Genome)가 서로 다르기 때문에, 타가수분에 의한 수정을 통해 유전적 다양성이 증가된다.

식물에서는 자가수분도 발생한다.

특정 식물 개체의 화분이, 같은 식물 개체의 암술머리에 도달하면 자가수분이 이루어진 것이다.

④ 중복수정은 속씨식물에만 존재하는 특징이다. (O)



중복 수정은 식물계에서도 속씨식물만 갖는 특성이다.

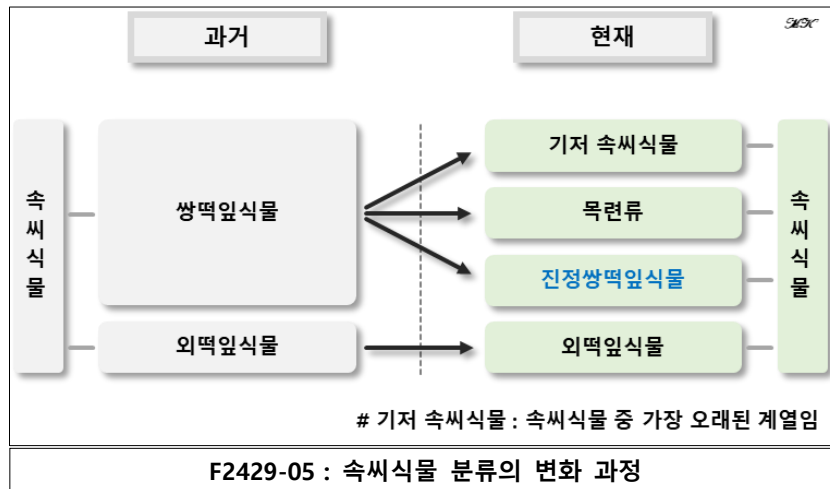
속씨식물의 경우, 수분이 일어나서 화분(화분립, 꽃가루)이 암술머리에 부착되면, 화분내의 화분관핵이 암술대 내부에 화분관을 형성하면서 이동하고 2 개의 정자가 이를 따라간다. 화분관이 길어져서 암술의 밑씨의 암배우체에 연결되면 2 개의 정자가 극핵과 알세포가 존재하는 암배우체 내부로 들어간다. 2 개의 정자 중 1 개는 알세포(난세포)를 수정시키고 후에 배(Embryo)(2n)가 된다. 다른 1 개의 정자는 2 개의 극핵을 수정시키고 후에 배젖(3n)이 된다. 배젖은 전분(녹말)과 영양물질 등을 저장하고 있다가 발아(종자에서 싹이 트는 현상) 시에 배(Embryo)에 영양을 공급한다. 속씨식물의 종자(씨, 씨앗)는 배와 배젖 그리고 이들을 보호하는 종피(종자의 겉질)로 구성된다.

속씨식물의 경우, 1 개의 정자가 알세포를 수정시키고, 다른 1 개의 정자는 2 개의 극핵을 수정시키는 현상이 거의 동시에 일어나기 때문에 이를 중복수정이라고 하며 속씨식물만의 특성이다.

중복수정은 난자의 수정이 정상적으로 일어난 밑씨 안에서만 배젖이 발생을 하게 하여, 속씨식물이 영양소를 낭비하는 것을 막기 위한 방식이다.

즉 속씨식물은 난자의 수정이 정상적이지 않은 밑씨에서는 중복수정과정에서 배젖의 발생을 억제하여 배젖의 발생에 영양소가 투입되지 않도록 조절하게 된다.

⑤ 외떡잎식물은 속씨식물에 속하지 않는다. (X)



‘외떡잎식물’은 속씨식물에 속한다. (F2429-05 참조)

과거에는 속씨식물을 ‘쌍떡잎식물’과 ‘외떡잎식물’로만 분류했다.

그러나 최근의 DNA 연구 결과에 따라 기존의 ‘쌍떡잎식물’들은 여러 개의 식물집단으로 구분됨이 확인되었다.

기존의 ‘쌍떡잎식물’들은 현재 ‘기저 속씨식물’, ‘목련류’, ‘진정쌍떡잎식물’의 3 가지 집단으로 분류된다.

따라서 속씨식물은 현재 ‘기저 속씨식물’, ‘목련류’, ‘진정쌍떡잎식물’, ‘외떡잎식물’의 4 가지 집단으로 분류된다.

‘기저 속씨식물’(Basal Angiosperm) : 속씨식물 중 가장 오래된 계열이므로 ‘기저(Basal)’라는 용어를 사용한다. ‘기저 속씨식물’은 다시 ‘앰보렐라’, ‘수련류’, ‘붓순나무류’의 3 가지 집단으로 분류된다.

‘진정쌍떡잎식물’(Eudicots) : 기존의 ‘쌍떡잎식물’ 중 ‘기저 속씨식물’과 ‘목련류’를 제외한 식물들의 집단이다. ‘기저 속씨식물’과 ‘목련류’도 쌍떡잎을 갖기 때문에, 이와 구분하기 위해 ‘진정(Eu)’이라는 용어를 사용한다.

<< 난이도 : 중 >>

식물의 분류학에 대한 부분이 출제되었기 때문에 익숙한 부분은 아닐 것으로 추정된다.

이끼류, 양치류, 겉씨식물류, 속씨식물류 중 속씨식물이 생물학적 중요도가 가장 높은 식물류이므로, 속씨식물에 대한 지문들로만 출제되었다.

'① (속씨식물은) 꽃이라는 생식기관을 가진 종자식물이다.' 와 '④ 중복수정은 속씨식물에만 존재하는 특징이다.' 와 '⑤ 외떡잎식물은 속씨식물에 속하지 않는다.' 는 기존 기출문제와 관련된 내용으로 꼭 알아야 하는 지문이다.

'② (속씨식물은) 식물계 중에서 현재 가장 다양하고 널리 분포한다.' 는 약간 난이도는 있지만, 식물의 진화과정에서 속씨식물의 진화의 성공이라는 부분은 중요하기 때문에 기억해야 하는 내용이다.

'③ (속씨식물은) 타가수분을 통해 유전적 다양성을 증가시킨다.' 는 '유전적 다양성'에 대한 이해를 통해 쉽게 유추할 수 있는 내용이다.

24 년-30. “ 열대우림 ” 답안 : ③번

24년-30번. 열대우림의 특징에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ?

< 보 기 >

ㄱ. 토양은 산성이다.

ㄴ. 일교차가 크다.

ㄷ. 단위 면적당 식물 종의 다양성이 육상생태계 중 가장 높다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

<< 문제 해설 >>

24년-30번. 열대우림의 특징에 관한 설명으로 옳은 것 만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은 ?

답안 ③번 ㄱ, ㄷ

ㄱ. 토양은 산성이다. (O)

열대우림지역의 토양은 산성이다.

산성화의 원인은 여러가지이다.

열대우림은 강우량이 높는데, 많은 비로 인해 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg) 등이 유실되어 토양이 산성화된다.

산성비와 같이 대기로부터 유입되는 산성 물질도 토양을 산성화시킨다.

화학비료의 사용도 그 원인 중의 하나이다.

칼슘과 마그네슘은 수용액에 용해되면 Ca(OH)_2 (수산화칼슘)와 Mg(OH)_2 (수산화마그네슘)의 형태로 존재하며, 염기성을 띈다.

ㄴ. 일교차가 크다. (X)

육상의 생물군계(Biome)에는 열대우림, 사막, 사바나, 관목지대, 온대초원, 북부 침엽수림, 온대 활엽수림, 툰드라 등이 있다.

일교차가 큰 것은 사막이다.

사막의 최고 대기 온도는 50°C 를 넘고, 추운 사막에서는 대기의 온도가 -30°C 까지 떨어진다.

열대우림의 일교차는 대체로 크지 않다.

ㄷ. 단위 면적당 식물 종의 다양성이 육상생태계 중 가장 높다. (O)

열대우림은 생물 다양성이 풍부한 생태계이다.

열대우림은 단위 면적당 식물 종의 다양성이 육상생태계 중 가장 높다.

식물 종의 다양성이 높기 때문에, 여기 서식하는 동물 등의 종 다양성도 아주 높다.

열대우림은 긴 일조시간, 풍부한 태양광 에너지, 풍부한 강수량 등으로 많은 식물들의 생존에 유리한 환경이다.



F2430-02 : 식물의 층상구조



F2430-01 :
아마존의 열대우림

열대우림의 식물들은 지표로부터 수직방향으로 층상 구조를 이루어

다양하게 존재하며, 태양광을 얻기 위한 경쟁이 치열하다.

<< 난이도 : 중 >>

지엽적인 문제이지만, 생물군계에 대한 내용은 기존에도 출제된 내용이므로 주의해야 한다.

열대우림 관련해서, 'ㄷ. 단위 면적당 식물 종의 다양성이 육상생태계 중 가장 높다.' 는 알고 있어야 하는 중요 지문이다.

'ㄴ. 일교차가 크다.' 에서는 일교차가 큰 생물군계는 사막이라는 것을 기억해야 한다.

'ㄱ. 토양은 산성이다.' 는 난이도가 있는 내용이지만, 원인을 포함하여 기억하는 것이 좋겠다. 최근의 환경이슈와도 관련이 되는 내용이다.

Summary

<< 문항별 >>

	테마	난이도	풀이 시간	문제 유형	특징
21	“ 균계의 세포벽 _ 키틴 ”	하	0.5 분	일반형	T
22	“ 광호흡 ”	하	1 분	합답형	T
23	“ 해당과정 ”	하	1 분	합답형	T
24	“ 자가반응성 : 세포사멸 ”	중하	0.5 분	일반형	T
25	“ 세균의 DNA 복제 ”	하	1 분	합답형	T
26	“ 단백질 분석기법 ”	하	1 분	일반형	T
27	“ 진핵세포의 발현 ”	중하	1 분	일반형	T
28	“ 체세포분열 vs 감수분열 ”	하	1 분	일반형	T
29	“ 속씨식물 ”	중	1 분	일반형	T
30	“ 열대우림 ”	중	1 분	합답형	NT

특징 : T (Typical, 전형적인 문제), NT (Not Typical, 비전형적인 문제)

<< 전체 통계 >>

난이도	상 : 0 문제, 중상 : 0 문제, 중 : 2 문제, 중하 : 2 문제 하 : 6 문제
풀이시간	1 분 : 8 문제, 0.5 분 : 2 문제 / 총 9 분
문제유형	합답형 : 4 문제, 일반형 : 6 문제, 계산형 : 없음
특징	전형적인 문제(T) : 9 문제, 비전형적인 문제(NT) : 1 문제 (30 번. 열대우림) 시사성 테마 관련 : 없음

“ The End ”