

2016학년도 수시모집 과학인재 논술시험

생명과학(선택)

< 2015. 10. 9(금) 15:50 2교시 >

감독위원 확 인	
-------------	--

모집단위		전형유형	과학인재
수험번호		성 명	

□ 답안작성 유의사항

- 가. 답안작성 시간은 50분이며, 문제번호와 답안번호는 반드시 일치해야 합니다.
- 나. 답안은 지정된 작성영역을 벗어나서 작성할 수 없으며 답안이 작성영역을 벗어난 경우 감점처리될 수 있습니다.
- 다. 답안 작성시 풀이과정과 답을 정확하게 작성해야 하며, 소문항이 있는 문제는 각각의 소문항 번호를 쓰고 순서대로 답안을 써야 합니다.
- 라. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 마. 흑색 또는 청색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 색상변경 불가)
- 바. 답안 수정시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 사. 답안지 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 전형유형, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 날인을 받아야 합니다.



생명과학(선택)

[문제 1] [15점] 다음 제시문을 읽고 답하십시오.

가. DNA와 RNA는 뉴클레오타이드가 사슬처럼 길게 연결된 중합체이다. 뉴클레오타이드는 당, 염기, 인산이 1:1:1의 비율로 구성되어 있다. DNA를 구성하는 뉴클레오타이드의 염기는 아데닌(A), 구아닌(G), 티민(T), 사이토신(C)의 4종류가 있다. RNA 뉴클레오타이드는 티민(T) 대신에 우라실(U)이라는 염기를 가진다.

나. DNA 분자는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드 사슬이 서로 마주 보며 꼬여 있는 2중 나선 구조를 이루는 데, 당-인산 축은 바깥쪽에 위치하며, 한 사슬의 염기는 다른 사슬의 염기와 짝을 이루어 수소 결합으로 연결되어 있다. 염기 A은 항상 T과, G은 항상 C과 수소 결합을 할 수 있는데, 이러한 결합을 상보적 결합이라고 한다.

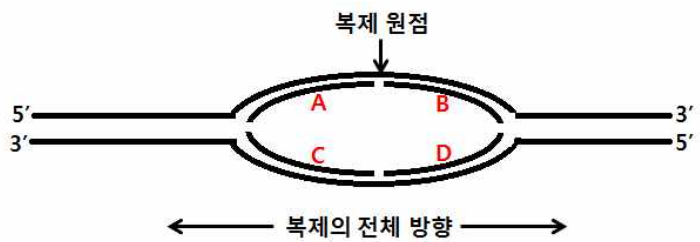
다. DNA 복제는 반보존적이며, 복제 원점이라고 하는 특정 염기 서열 위치에서 시작된다. DNA 복제는 완전한 DNA가 복제될 때까지 양 방향으로 동시에 진행된다. 복제 원점에 헬리카이스라는 효소가 부착되어 모 가닥의 2중 나선이 풀어지기 시작하면 DNA 부분이 Y자형으로 나타나게 되는데 이 부위를 복제 분기점이라고 한다.

라. DNA 중합 효소는 5'→3' 방향으로만 새로운 뉴클레오타이드를 계속 결합시킬 수 있다. 이때 DNA 중합 효소가 복제 원점을 계속 따라가면서 연속적으로 합성하는 DNA 사슬을 선도 가닥이라고 한다. 선도 가닥이 합성되는 주형 가닥과는 달리 반대쪽 주형 가닥에서는 DNA 중합 효소가 복제 분기점을 따라가면서 합성을 진행할 수 없다. 따라서 반대쪽 주형 가닥에서는 작은 조각의 DNA가 여러 개 만들어진 후 연결되면서 복제가 이루어진다. 이 가닥을 지연 가닥이라고 한다.

[문제 1-i] [5점] 아래 표는 길이가 같은 2중 가닥 DNA (a) ~ (c)를 구성하는 염기들의 비율 $\frac{\Gamma + \text{C}}{\text{T} + \text{G}}$ 을 나타낸 것이다. Γ 이 아데닌(A)이라고 할 때, 구아닌(G)의 비율이 높은 2중 가닥 DNA부터 순서대로 나열하고, 그 근거를 논하십시오.

DNA	$\frac{\Gamma + \text{C}}{\text{T} + \text{G}}$
(a)	4.00
(b)	1.00
(c)	0.25

[문제 1-ii] [5점] 아래 그림은 DNA 복제 원점에서 DNA 복제가 양쪽 방향으로 진행됨을 보여준다. 새롭게 합성되는 A, B, C, D 중 선도 가닥과 지연 가닥을 표시하고, 그 이유를 논하십시오.



[문제 1-iii] [5점] DNA 복제 시작 직전에 일시적으로 UTP 합성을 저해하였더니, DNA 복제가 시작되지 않았다. 이러한 현상이 나타나는 이유를 논하십시오.

생명과학(선택)

[문제 2] [15점] 다음 제시문을 읽고 답하십시오.

가. 호르몬은 내분비샘에서 생성되고 혈액으로 분비되는 생리활성 조절 물질로서 온 몸을 순환하다가 그 호르몬을 받아들일 수 있는 수용체를 가지는 특정 세포에 작용한다.

나. 호르몬은 외부 또는 내부 환경의 변화에 대하여 적절하게 반응하도록 함으로써 체내 상태를 일정하게 유지하게 하는 즉 항상성 조절에 중요한 역할을 담당한다.

다. 갑상샘 호르몬은 갑상샘에서 분비되어 물질대사를 촉진시킨다.

라. 혈액 속에 포함되어 있는 포도당량을 혈당량이라 하며, 정상인은 혈당량이 일정하게 유지되어야 한다. 혈당량을 유지하는데 가장 크게 관여하는 호르몬은 인슐린과 글루카곤이다.

마. 생명공학 분야의 핵심 기술인 유전자 재조합 기술은 외부 유전자가 다량으로 발현되는 형질 전환 동물 혹은 형질 전환 식물의 개발에 사용되고 있다. 실제 이러한 기술을 이용해 유용한 유전자 산물을 대량으로 얻거나 인체 질환 연구를 위한 모델로도 사용되고 있다.

[문제 2-i] [5점] 갑상샘 호르몬은 요오드(I) 원소가 포함되는 유일한 호르몬이다. 따라서 요오드를 반드시 섭취해야만 갑상샘 호르몬을 합성할 수 있다. 만약 요오드를 전혀 섭취하지 않는 사람이 있다고 가정하였을 때 이 사람의 갑상샘 조직에서는 어떠한 현상이 나타날 것인지 항상성 조절 관점에서 예측하고, 그 근거를 논하십시오. 이 사람은 요오드를 섭취하지 않았기 때문에 갑상샘 호르몬을 만들 수 없다.

[문제 2-ii] [5점] 성균이는 혈당량 조절에 관한 연구를 하던 중 돌연변이 생쥐를 외부에서 받게 되었다. 성균이는 돌연변이 생쥐를 이용하여 두 가지 실험을 수행하여 혈액 내 혈당량 그리고 인슐린과 글루카곤의 양을 측정하였다. 정상 생쥐를 대조군으로 사용하여 동일한 실험을 수행하였다.

	실험 방법	결과
1번 실험	정상 생쥐와 돌연변이 생쥐에 음식을 먹인 후 혈액내의 포도당, 인슐린, 글루카곤의 양을 매 시간 측정하여 비교한다.	<ul style="list-style-type: none"> • 돌연변이 생쥐의 포도당, 인슐린, 글루카곤의 양은 정상 생쥐와 동일한 변화를 나타내었다.
2번 실험	정상 생쥐와 돌연변이 생쥐에 심한 운동을 시킨 후 혈액내의 포도당, 인슐린, 글루카곤의 양을 매 시간 측정하여 비교한다.	<ul style="list-style-type: none"> • 돌연변이 생쥐의 인슐린과 글루카곤의 양은 정상 생쥐와 동일한 변화를 나타내었다. • 혈액내의 포도당 양은 정상 생쥐의 경우 운동 후 4시간이 지나서 정상 수준으로 돌아온 반면 돌연변이 생쥐의 포도당은 운동 후 4시간이 지나도 정상 수준에 비해 매우 낮은 양만 측정되었다.

돌연변이 생쥐의 경우 혈당량 조절과 관련된 어떤 유전자에 돌연변이가 일어나서 1번 및 2번 실험 결과와 같은 현상이 나타났는지 제시문에 근거하여 논하십시오.

[문제 2-iii] [5점] 인슐린 호르몬은 혈액내로 이동하여 표적세포의 인슐린 수용체에 결합한다. 인슐린 수용체 단백질의 구조를 보면 인슐린이 결합하는 세포 밖 부위와 세포막에 끼어들어가는 부위 그리고 세포막 안쪽 부위로 나눌 수 있다. 성균이는 인슐린 수용체의 세포 밖 부위부터 세포막에 끼어들어가는 부위까지만을 발현하는 형질 전환 생쥐를 만들었다. 제조된 형질 전환 생쥐에 정상적인 먹이를 준 후 4시간까지의 혈당량과 인슐린 양을 매 시간 측정하였다. 대조군으로 정상 생쥐를 사용하였다. 먹이를 준 시점을 0시간이라 정하였을 때 시간대별로 형질 전환 생쥐의 혈액 내 혈당량과 인슐린 양의 변화를 정상 생쥐와 비교하여 설명하고, 그 근거를 제시하십시오.

생명과학(선택)

[문제 3] [15점] 다음 제시문을 읽고 답하십시오.

가. 돌연변이란 DNA가 변하여 새로운 형질이 나타나는 것을 말한다.
 나. 돌연변이는 유전자 단위로 일어나기도 하고 염색체 단위로 일어나기도 한다. 유전자 단위인 경우 일반적으로 유전자의 염기서열의 변화를 통해 단백질의 기능 변화를 유도한다.
 다. 비들과 테이텀은 영양 요구주 실험을 통해 아르지닌 합성 대사 과정에 관여되는 중간 대사 산물과 효소를 확인함으로써 1유전자 1효소설을 제안하였다.
 라. 진화에 있어서 돌연변이는 유전자풀을 변화시키는 주요 요인 중의 하나이다.

[문제 3-i] [6점] 돌연변이의 개념을 이해하기 위해 성균이는 다음과 같은 두 가지 가설을 설정한 후 실험을 수행하였다.

가설 1. 항생제에 저항성을 나타내는 돌연변이는 항생제에 노출된 후 나타난다.
 가설 2. 항생제에 저항성을 나타내는 돌연변이는 항생제에 노출되기 이전에 존재한다.

실험: 동일한 1×10^6 개의 대장균이 들어간 배양액 20개를 준비하였다. 각각의 배양액에 항생제 X를 1시간 처리 한 후 배지에서 배양하여 항생제 저항성을 보이면서 생존한 대장균의 개수를 조사하였다.

항생제 X 처리 후 생존하는 대장균의 수를 가설 1과 가설 2에 따라 예측하십시오. 또한 어떤 가설이 현대 생물학적 관점에서 진화론을 설명하는 데 적합한지 논하십시오.

[문제 3-ii] [5점] 성균이는 1유전자 1효소설에 근거하여 대장균에서 가상의 최종 대사물 D를 만들지 못하는 돌연변이 대장균 4종(1번-4번)을 분리하였다. 이들 돌연변이들은 돌연변이 종류에 따라 중간 대사물인 A 혹은 B 혹은 C를 축적하지만 최종 대사물 D를 만들지 못하기 때문에 배지에서 자라지 못한다. 성균이는 각각의 돌연변이 대장균에 대사물을 첨가하였을 때 최종 대사물인 D가 만들어 지면서 배지에서 자랄 수 있는지 확인하였다.

		배지에 첨가한 대사물				
		A	B	C	D	
돌연변이 종류	1번	-	+	-	+	+ 의 경우 대사물 D가 만들어지면서 배지에서 자람. - 의 경우 대사물 D가 만들어지지 못해서 배지에서 자라지 못함.
	2번	+	+	-	+	
	3번	-	-	-	+	
	4번	+	+	+	+	

위의 결과를 바탕으로 최종 대사물 D를 만들기 위한 중간 대사물 A, B, C의 순서를 결정하고, 각각의 돌연변이는 어떤 단계에 관여하는지 그 근거를 논하십시오.

[문제 3-iii] [4점] 성균이는 [문제 3-ii]의 1번과 2번 돌연변이 유전자를 분리하여 정상 유전자와 비교 분석하였다. 1번 돌연변이의 경우 아래 표와 같이 105번 아미노산까지는 정상 유전자와 동일하나 106번부터 아미노산이 달라지면 서 트립토판 다음에 종결코돈이 나왔다. (1번부터 100번까지의 아미노산은 정상과 돌연변이 모두에서 동일함.)

	정상 단백질의 아미노산(101번-108번)	돌연변이 단백질의 아미노산 (101번-107번)
1번	트립토판-페닐알라닌-세린-발린-트립토판- 페닐알라닌-글라이신-글루탐산-	트립토판-페닐알라닌-세린-발린-트립토판- 아이소류신-트립토판

이에 비해 2번 돌연변이의 경우 단백질을 구성하는 아미노산에서 전혀 돌연변이를 관찰할 수 없었다. 즉 정상 유전자와 2번 돌연변이 유전자의 아미노산 서열은 완전히 동일하였다. 그러나 흥미로운 사실은 2번 돌연변이 대장균에서는 단백질 발현이 전혀 관찰되지 않았다.

1번과 2번 돌연변이는 어떤 특징을 가진 돌연변이인지 가장 적절한 근거를 제시하고 설명하십시오. (1번과 2번 돌연변이는 각각 단일 유전자에만 돌연변이가 일어났음.)

생명과학(선택)

[문제 4] [15점] 다음 제시문을 읽고 답하십시오.

가. 생물이 갖고 있는 모든 유전 정보는 DNA를 구성하고 있는 염기 서열이다. DNA는 아데닌(A), 구아닌(G), 티민(T), 사이토신(C)의 4종류의 염기를 가지고, RNA는 티민(T) 대신에 우라실(U)이라는 염기를 가진다. DNA에 저장된 유전 정보로부터 단백질을 합성하여 형질이 나타나는 과정을 유전자 발현이라고 한다.

나. DNA에 저장된 유전 정보는 ‘DNA → RNA → 단백질’의 순서로 전달되어 발현되며, 이러한 유전 정보의 흐름을 생명의 중심 원리라고 한다. DNA에서 RNA가 만들어지는 과정을 전사라 하며, RNA에서 단백질이 만들어지는 과정을 번역이라고 한다. 전사 과정은 DNA의 2중 나선이 풀리고 한 가닥의 DNA를 주형으로 하여 이에 상보적인 염기쌍을 형성하는 리보뉴클레오타이드를 5'→3' 방향으로 연결시키는 방법으로 진행된다.

다. 유전 암호는 DNA나 RNA의 염기 서열을 특정 아미노산에 대응시켜 주는 규칙이다. 3개의 염기로 된 DNA의 유전 암호를 트리플렛 코드라고 하며, 단백질을 합성하기 위해 DNA로부터 물려받은 mRNA의 염기 서열을 코돈이라고 한다. 하나의 유전자 안의 DNA 염기 서열에서 유전 암호는 겹쳐 사용되지 않고, 코돈 사이에 공백도 없다.

라. 진핵 세포의 DNA에는 원핵 세포와 달리 실제로 단백질을 합성하는 엑손 부분과 아무 관련이 없는 인트론 부분이 섞여 있다. 따라서 진핵 세포에서 전사 과정 직후에 생성된 1차 mRNA는 인트론 영역과 엑손 영역이 교대로 나열되어 있다. 인트론은 1차 mRNA로 전사되는 DNA 상의 유전자 영역 중 mRNA 가공 과정에서 잘려 나간다. 인트론이 잘려 나가고 엑손이 모두 연결되어 최종 mRNA를 구성하게 되어 단백질로 번역되는 암호를 제공한다.

[문제 4-i] [5점] 대장균으로부터 mRNA 이외에 단백질 합성에 필요한 모든 물질(단백질 합성계)을 추출하였다. 우라실(U)로만 이루어진 합성 mRNA(5'UUUUUU---3': 폴리U)와 단백질 합성계를 이용하여 단백질을 합성시켰더니 페닐알라닌으로만 이루어진 폴리펩타이드가 생성되었다. 또한, 서로 다른 합성 mRNA들로부터 단백질 합성계를 이용하여 단백질을 합성하였더니, 아래와 같은 결과를 얻었다. 이 결과를 이용하여 AUA, AAU, UAU가 지정하는 아미노산을 구하고, 그 이유를 논하십시오. (단, UAA는 종결 코돈이다.)

합성 mRNA	합성된 모든 폴리펩타이드를 구성하는 아미노산
5'AUAUAUAUAUAU-----3'	아이소류신, 타이로신
5'UAAUAAUAAUAA-----3'	아스파라진, 아이소류신
5'AUAUAAUAAUA-----3'	아이소류신, 아스파라진

[문제 4-ii] [5점] 인간의 염색체로부터 베타-글로빈 유전자를 추출한 후, 대장균 프로모터와 복제 원점을 가지고 있는 플라스미드에 삽입하여 재조합 DNA를 만들었다. 이 재조합 DNA를 대장균에 도입하였으나 정상적인 베타-글로빈 단백질을 얻지 못하였다. 그 이유를 논하십시오. (단, 돌연변이는 일어나지 않았다.)

[문제 4-iii] [5점] 동물 세포내에서 인슐린 유전자는 두 가닥의 DNA 중 한 가닥을 주형으로 사용하여 한 가닥의 mRNA를 생성한다. 생명공학 기술을 이용하여 인슐린 유전자의 mRNA와 상보적인 염기 서열을 가지는 mRNA를 합성하였다. 합성된 상보적 mRNA를 동물 세포내에 삽입하면 인슐린 단백질의 합성이 억제됨을 확인하였다. 이러한 현상이 나타나는 이유를 논하십시오.