

## Quiz 문제 및 정답

1. [5점] Biotechnology의 정의에 대하여 기술하시오.

The use of living organisms or life processes to solve problems or make useful products

2. (1) [5점] Prokaryotic cell과 eukaryotic cell의 차이에 대하여 기술하시오.

Prokaryotic cells: nuclear membrane 없음, small ( $0.2\text{--}2 \mu$ ), mostly single-celled organisms

Eukaryotic cells: nuclear and internal membrane 있음, organelle 있음, larger than prokaryotes ( $10\text{--}100 \mu$ )

(2) [10점] Prokaryote와는 Eukaryote는 각각 다시 어떤 그룹들로 나뉘어 지는가에 대하여 기술하시오.

Prokaryote: Eubacteria, Archaebacteria (or Archaea)

Eukaryote: Fungus (Yeast, Mold), Algae, Protozoa, Animal cell, Plant cell

3. 세포를 구성하고 있는 성분과 관련하여 다음을 기술하시오.

(1) [5점] 주요 구성 원소 (6가지)

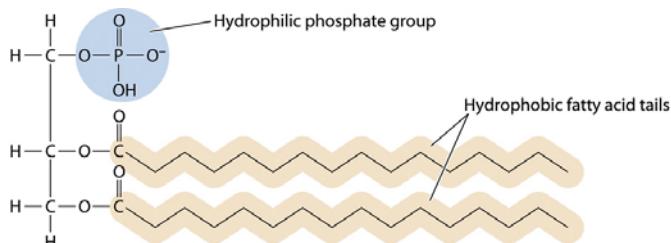
C, H, O, N, S, P

(2) [5점] building block을 이루는 거대분자 (4가지)

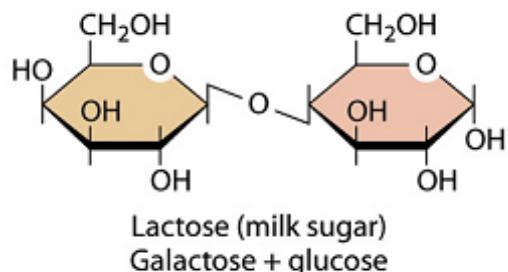
lipid(지질), carbohydrate(탄수화물), protein(단백질), nucleic acid(핵산)

4. 다음 분자의 구조를 그리시오.

(1) Phospholipid

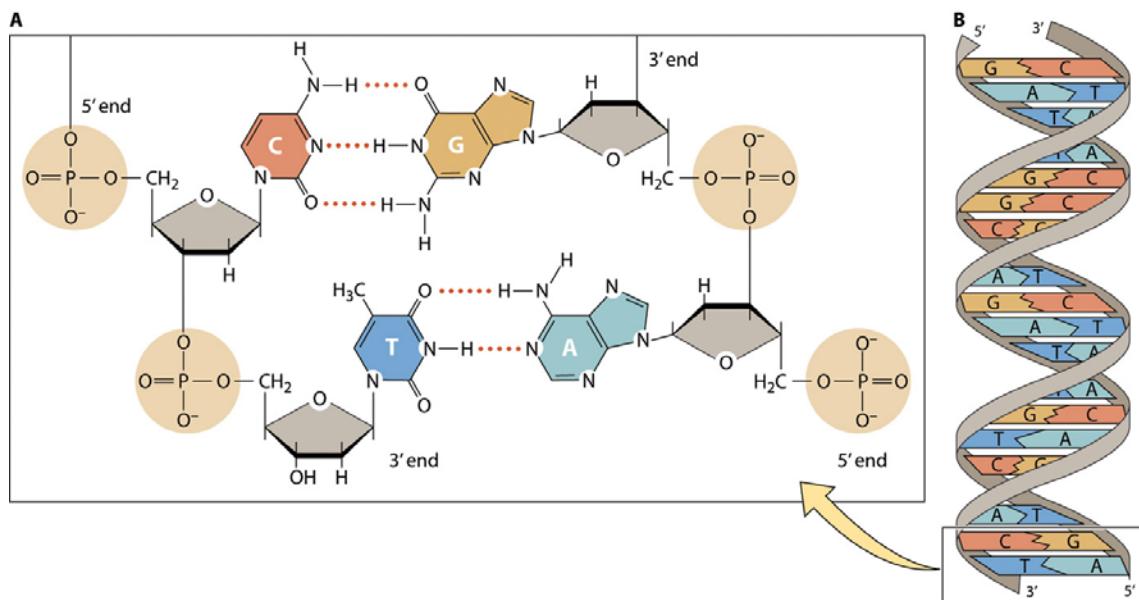


(2) Lactose



(3) Deoxyadenylate와 deoxyguanylate가 phosphodiester bond에 의해 연결된 구조  
(phosphodiester bond에 의해 deoxyadenosine과는 5' linkage를 deoxyguanosine과는  
3' linkage를 이루고 있는 상태)

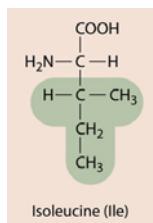
아래 그림의 오른쪽 가닥에서, A와 G의 위치가 서로 바뀌어져 있는 상태



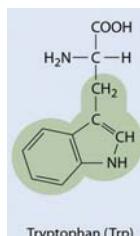
## Exam 1 문제 및 해답

1. [10점] 다음 아미노산의 구조를 그리시오.

(1) Isoleucine



(2) Tryptophan



2. [20점] 다음 부위의 명칭과 기능을 쓰시오.

(1) Transcription의 시작을 위하여 필요한 DNA 부위:

명칭: promoter,

기능: RNA polymerase가 binding하는 부위

(2) Transcription의 종료를 위하여 필요한 DNA 부위:

명칭: terminator

기능: RNA polymerase가 떨어져 나오는 부위

(3) Translation의 시작을 위하여 필요한 DNA 부위 (2가지):

명칭: Shine-Dalgarno sequence (혹은 ribosome binding site)

기능: ribosome이 붙는 부위

명칭: initiation codon (혹은 start codon)

기능: methionine이 붙어서 translation이 시작되는 부분

(4) Translation의 종료를 위하여 필요한 DNA 부위:

명칭: stop codon (혹은 termination codon)

기능: 해당 tRNA가 없어서 translation이 종료되는 부위

3. [10점] Erythromycin이나 tetracycline 같은 항생제와 관련하여,

(1) 이들 항생제는 박테리아에 의한 질병을 어떻게 치료하는가?

이들 항생제는 박테리아의 ribosome에 binding함으로써, 박테리아의 단백질 생성을 못하게 한다.

(2) 이들 항생제를 바이러스에 의한 질병 치료제로 사용할 수 없는 이유는 무엇인가?

바이러스는 자체의 라이보솜을 갖고 있지 않으며, 숙주세포(인간)의 라이보솜을 이용하기 때문이다.

4. 인체 세포의 경우에 대하여

[5점] (1) respiration과 fermentation은 각각 어떤 환경에서 일어나며, 세포의 입장에서 이것들의 궁극적인 목적은 각각 무엇인가?

respiration: aerobic condition, 에너지(ATP) 생성

fermentation: anaerobic condition, 에너지(ATP) 생성

[15점] (2) Glucose catabolism의 세 가지 주요 pathway 이름을 쓰고, 각각에 대하여 기술하시오.

(i) Glycolysis, :

1 mole의 glucose를 2 mole의 pyruvic acid로 전환시킴

(ii) Krebs cycle(TCA cycle, Citric acid cycle):

Acetyl CoA 형태로 도입되어, CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O를 생성하고  
중간 에너지 저장물질인 NADH를 생성한다.

(iii) Electron transport pathway:

(Electron transport chain, respiratory chain)

산소를 electron acceptor로 사용하여, ATP를 생산한다.

5. [10점] 인간 성장호르몬 생산을 위해 해당 유전자를 인간세포로부터 얻어서 이를 *E. coli*에 클로닝 하였다. 그런데 이렇게 만들어진 *E. coli*는 인간 성장호르몬을 생산하지 않고, 대신에 이보다 크기가 훨씬 큰 알 수 없는 단백질을 생산하였다.

(1) 이 이유에 대하여 설명하시오.

인간의 DNA는 intron을 포함하고 있으나, *E. coli*는 transcription시 이를 제거하는 과정인 splicing 과정이 없기 때문에 intron이 제거 되지 않은 상태의 mRNA가 생성되어 원하는 크기보다 큰 단백질이 생성된다.

(2) 이 문제를 해결할 수 있는 방법에 대하여 기술하시오.

먼저 인간 세포(뇌하수체 전엽)에서 인간 성장호르몬 mRNA를 분리한 후, 이를 reverse transcriptase를 사용하여 cDNA를 만든 후에 이를 *E. coli*에 클로닝한다.

## Exam 2 문제 및 해답

1. [20점] 작은창자 내의 포도당이 혈액에 흡수되는 과정에 있어서, 다음 각 단계에서의 전달 과정에 대하여 기술하시오.

(1) intestinal contents --> intestinal epithelium

$\text{Na}^+$  농도 차에 의하여 발생하는 에너지에 의하여 포도당이 intestinal epithelium으로 전달된다. 이때  $\text{Na}^+$  두 분자 당 포도당 1분자가 전달된다. [7점]

(2) intestinal epithelium --> interstitial fluid

포도당은 carrier protein에 의하여 전달 되고, 반면에  $\text{Na}^+$ 는 by  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase에 의하여 전달 된다. [7점]

(3) interstitial --> capillary

확산에 의하여 전달된다. [6점]

2. [25점] DNA replication이 일어나는 과정에서 다음의 keyword들이 관련된다.

DNA polymerase, helicase, primase, dNTP, replication origin, pyrophosphate

(1) DNA replication 시, 이들이 관여하는 시간 순서대로 배열하시오.

replication origin, helicase, primase, DNA polymerase, pyrophosphate [5점]

(2) 이들 keywords를 사용하여 DNA replication 과정을 기술하시오.

1. replication 시작 부위인 replication origin에 몇 가지의 단백질이 결합한다.

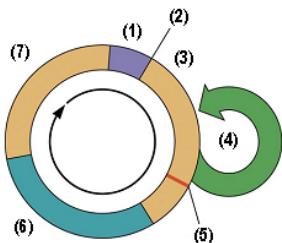
2. Helicase에 의하여 이중나선의 DNA 가닥이 서로 분리된다.

3. Primase에 의해 RNA primer가 DNA 상에 생성된다.

4. 한 가닥의 DNA를 template로 하여 DNA polymerase에 의하여 dNTP가 3' 방향으로 붙여져 나가는 데, 이때 pyrophosphate가 떨어져 나간다. [20점]

3. [15점] Cell cycle

(1) 아래 그림에서 (1)-(7)의 명칭을 기입하시오.



(1) M (2) cytokinesis (3) G1 (4) G0 (5) restriction point (6) S (7) G2 [7점]

(2) 그림의 (5)번으로 표시된 시기에 일어나는 cell cycle regulation에 대하여 기술하시오.

growth factor가 존재하면 S phase로 넘어가고, 그렇지 않으면 성장 없는 metabolism을 수행하는 G0 phase가 진행된다. [8점]

4. [20점] Ras protein에 대하여

(1) Cell cycle에서 Ras protein이 작용하는 부분의 명칭은?

Restriction point [3점]

(2) Ras protein의 기능에 대해 기술하시오.

Growth factor가 growth factor receptor와 결합하여 전달되는 신호는 Ras protein을 통하여 전달된다. 이 신호전달에 의하여 S phase로 넘어가서 DNA 합성이 진행된다.

[7점]

(3) Cancer와의 관련에 대해 기술하시오.

Ras 유전자에 mutation이 발생하여, Ras protein이 항상 작동하면 cell cycle이 regulation되지 않고 항상 cell cycle이 진행됨으로써 제어되지 않는 세포분열이 일어나게 되어 cancer로 발전한다. [10점]

5. [20점] Mitosis를 4단계로 나누어 각 단계별 특징에 대하여 기술하시오.

1. Prophase [2점] - Condensation of chromosomes and disappearance of nuclear membrane [3점]
2. Metaphase [2점] - Alignment of chromosome in the center, Pulling by spindle fibers attached to the kinetochore [3점]
3. Anaphase [2점] - Splitting of chromatids and pulling to the opposite ends of the cell[3점]
4. Telophase[2점] - Decondensation of chromosome, Formation of new nuclear membrane[3점]

## Final 문제 및 해답

1. [10점] Genomic DNA library와 cDNA library를 비교 설명하시오.

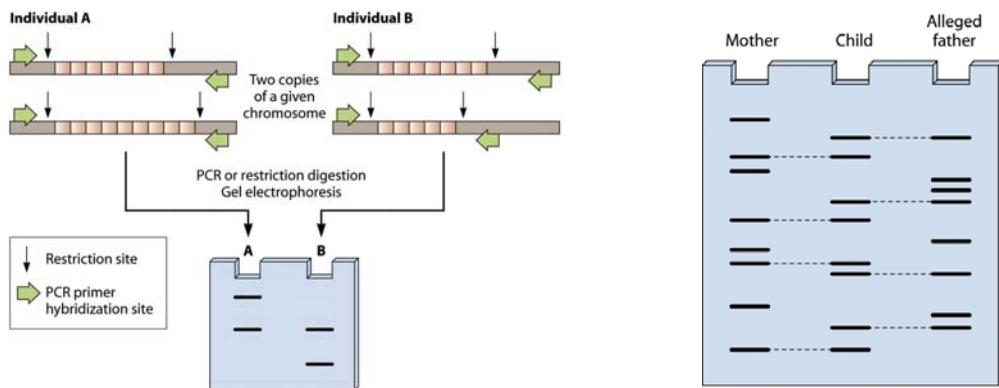
genomic DNA library는 전체 genome을 커버하는 DNA fragments이고, 반면에 cDNA library는 transcription이 일어난 mRNA를 다시 reverse transcription하여 얻어진 DNA fragments이므로 발현된 유전자에 한정된 library이고, 또한 intron이 없는 상태의 DNA library이다.

2. [20점] DNA finger printing의 원리를 설명하고, 이를 이용하여 친자를 감별하는 방법에 대하여 기술하시오.

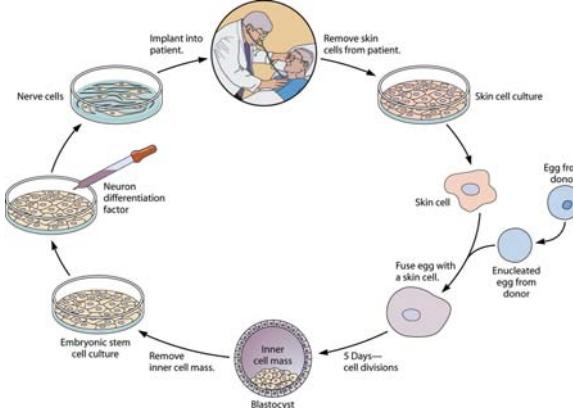
DNA의 특정 부위가 반복적으로 나타나는 구간이 존재하는데, 그 구간에서 반복되는 부위의 반복 회수가 개개인마다 다르기 때문이다. 그 반복되는 구간을 제한효소로 자르던가 혹은 그 부위를 PCR로 증폭한 후에 젤 전기영동을 하여 밴드 패턴을 비교한다.

(아래 왼쪽 그림 참고)

친자 감별 --- 위에서 설명한 방법에 의거하여 어머니 DNA, 아버지 DNA, 자식 DNA를 전기영동 하여, 비교하였을 때 절반은 어머니의 것, 절반은 아버지의 것과 일치하면 친자임이 확인된다. (아래 오른쪽 그림 참고)



3. [20점] 신경세포에 손상을 입은 환자를 치료하기 위하여, 환자 자신의 DNA를 이용한 환자 맞춤형 배아줄기세포를 제조하여 면역 거부반응 없이 치료하는 방법에 대하여 기술하시오.

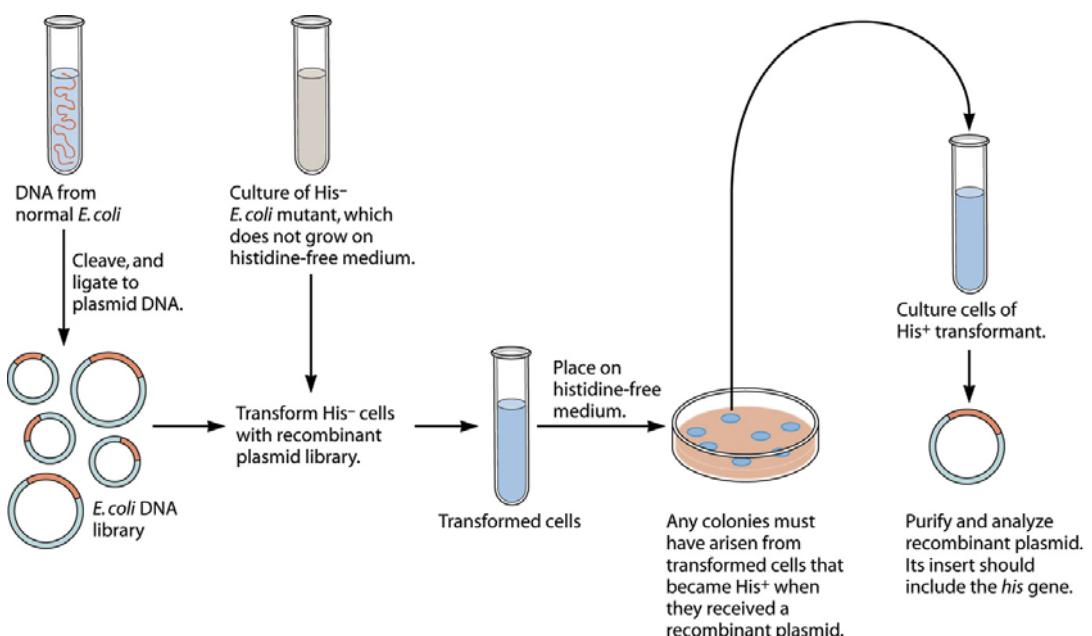


4. [30점] *E. coli*의 유전자 중에서 histidine을 합성하는데 관여하는 유전자가 어떤 것인지를 찾아내려고 한다.

(1) 이 때 사용되는 host *E. coli*는 어떤 특성을 가지고 있어야 하고, cloning vector는 일반적으로 어떤 요소들을 가지고 있어야 하는가?

호스트 특성: histidine을 생산할 수 없는 mutant *E. coli*  
 cloning vector 요건: prokaryotic (*E. coli*) promoter,  
 multicloning sites for inserting DNA,  
*E. coli* replication origin,  
 selection markers

(2) histidine을 합성하는데 관여하는 유전자를 찾아내는 방법에 대하여 기술하시오.



5. [10점] Polymerase Chain Reaction

(1) PCR을 수행하기 위하여 필요한 성분을 나열하시오.

DNA template, 2 primers, DNA polymerase, dNTPs

(2) PCR을 위해 반복해야 하는 세 가지의 각 반응에 대하여 기술하시오.

Denaturation of DNA at 95°C,

Primer annealing at 54°C,

DNA synthesis at 72°C

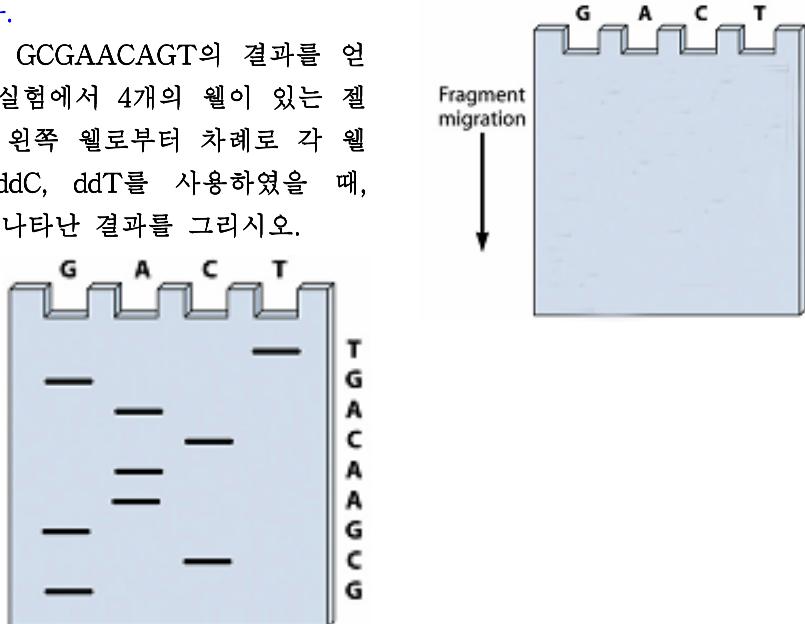
6. [20점] DideoxyNTP를 사용하여 DNA sequencing을 수행하였다.

(1) DideoxyNTP가 DNA sequencing에 유용하게 사용될 수 있는 원리에 대하여 기술하시오.

DideoxyNTP는 3' 말단에 OH가 없기 때문에, 그 다음에 오는 염기의 5' 말단이 여기에 붙을 수 없다. 따라서 더 이상의 DNA 합성반응이 일어나지 않고 멈추는 현상을

이용하는 방법이다.

- (2) Sequencing 결과, GCGAACAGT의 결과를 얻었다. 이를 위한 실험에서 4개의 웰이 있는 젤이 사용되어졌다. 왼쪽 웰로부터 차례로 각 웰에 ddG, ddA, ddC, ddT를 사용하였을 때, autoradiograph에 나타난 결과를 그리시오.



#### 7. Endonuclease [10점]

아래의 DNA sequence에서 restriction endonuclease가 인지하는 부분으로 추정되는 부분이 어디인지를 표시하고 그 근거를 제시하시오.

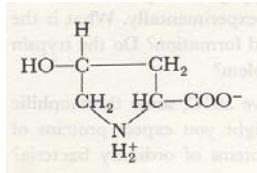
ACAGCTGCAGACG  
TGTCGACGTCTGC

아래의 빨간 부분 --- palindromic sequence를 가지므로

ACAG**CTGCAGACG**  
TGTC**GACGTCTGC**

## 공학생물 Design Project

어떤 단백질의 아미노산 서열 정보를 가지고 그 단백질의 3차원 구조를 정확히 계산하여 예측하는 것은 현재의 기술 수준으로는 용이하지가 않다. 그러나 일반적인 구조를 예측할 수 있는 몇 가지 예가 존재한다. 다음의 아미노산 서열을 가지고 있는 단백질의 3차원적 구조를 예측하여 봄으로써, 아래 4가지 형태를 나타내는 부위가 이 단백질 중의 어느 부분에 위치하고 있는지를 예측하고 그 근거에 대하여 논의하시오, Hypro는 hydroxyproline을 의미하며 다음과 같은 구조를 가지고 있다.



아미노산 서열

1                    5                    10                    15  
Ilu-Cys-Pro-Val-Gln-His-Tyr-Thr-Ala-Phe-Cys-Trp-Leu-Met-Pro-Gly-Gly-Hypro-

20                    25                    30                    35  
Phe-Gly-Ala-Gly-Ala-Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-Ilu-Glu-Asn-Glu-Gln-Asn-Met-Ala-His-

40                    45                    50                    55  
Phe-Trp-Tyr-Lys-Gly-Lys-Lys-Arg-Arg-Cys-Glu-Ilu-Gly-Ser-Gly-Ser-Gly-Ala-Gly-

60                    65  
Ser-Gly-Arg-Arg-Lys-Gly-Arg-Gly-Arg-Pro-Hypro

1.  $\alpha$  Helix
2.  $\beta$  Sheet
3. Random coil
4. Disulfide bond

### \*\*\* 프로젝트 수행 및 보고서 작성 요령

- 3인이 한 조가 되어 프로젝트를 수행하고, 조별로 보고서를 제출한다.
- 우선적으로, 각자 말을 일과 공동으로 수행할 일에 대하여 논의하여 결정한다.
- 각자 맡아서 한 부분과 공동으로 수행한 부분이 무엇인지를 보고서에 표기하고, 누가 무슨 일을 하였는지에 대하여 명확히 기록한다.
- 각 설계 단계 별로 결정한 사항에 대한 근거 및 타당성을 구체적으로 제시한다.