

**1과목 : 미생물공학**

- 식초용 초산(acetic acid) 발효의 상업적인 생산에 주로 이용되고 있는 방법은?  
 ① 적하식 발효법 (trickling generator)  
 ② 미생물 고정화법 (whole cell immobilization)  
 ③ 표면발효법 (surface culture)  
 ④ 혐기발효법 (anaerobic culture)
- 2차 대사산물에 대한 설명으로 옳은 것은?  
 ① 균이 생육에 필요한 양분을 생산한다.  
 ② 공업적인 발효로 생산이 되고 있지 않는 것들이다.  
 ③ 균의 대사와 생육과 직접적인 관련이 없는 것들이다.  
 ④ 아미노산, 핵산, 단백질, 지질, 탄수화물 등이다.
- Aspergillus oryzae*로부터  $\alpha$ -amylase를 생산하는 배지를 고안하기 위하여 여러 가지 질소원에 대해 생산성을 시험한 결과 무기 질소원보다는 유기 질소원이 양호한 것으로 나타났다. 적당한 질소원이 아닌 것은?  
 ① 카제인 분해물 (casein hydrolysate)  
 ② 주석산암모늄 (ammonium tartarate)  
 ③ 펩톤 (peptone)  
 ④ 옥수수시럽 (corn syrup)
- 산소의 공급을 제한하여 대사를 억제하는 방법이며, 곰팡이나 효모에 적합한 균주의 보존법은?  
 ① 유동파리핀 중층법      ② 현탁법  
 ③ 동결건조법              ④ 계대배양법
- 항생제 A는 50S 리보솜에 결합한다. 다음 중 항생제 A의 효과는?  
 ① 진핵생물의 전사과정을 저해한다.  
 ② 진핵생물의 번역과정을 저해한다.  
 ③ 원핵생물의 전사과정을 저해한다.  
 ④ 원핵생물의 번역과정을 저해한다.
- Tetracycline 발효를 fed-batch 방식으로 행하려한다. 미강유 (rice bran oil)는 발효 시작 후 30시간부터 발효 종료시까지 평균유속  $0.3\text{m}^3/\text{h}$ 의 속도로, 암모니아수는 발효 시작 후 20시간부터 발효 종료시까지 평균유속  $0.15\text{m}^3/\text{h}$ 의 속도로 feed한다. 배양액의 증발이 없다고 산주하고, 배양액이 발효조 부피의 80%가 될 때까지 발효 할 수 있다면 배양시간은 얼마인가?

- 발효조의 부피 :  $100\text{m}^3$   
 - 발효를 시작할 때 배지의 부피 : 발효조 부피의 20%  
 - Seed tank로부터의 접종량 : 배지부피의 5%  
 - 발효 도중 옥수수전분 가수분해액 공급량 : 발효시작 후 60시간에  $10\text{m}^3$ , 100시간에  $10\text{m}^3$

- ① 약 125 시간              ② 약 115 시간
  - ③ 약 105 시간            ④ 약 95 시간
- 우유처리 공정의 부산물인 Whey에는 어떤 당이 가장 많이 포함되어 있는가?  
 ① 과당(fructose)              ② 젖당(lactose)

- ③ 포도당(glucose)              ④ 전분(starch)
- 젖산발효에 관여하지 않는 균주는?  
 ① *Pseudomonas* 속              ② *Streptococcus* 속  
 ③ *Lactobacillus* 속              ④ *Leuconostoc* 속
- 호산성 세균이 아닌 것은?  
 ① *Streptococcus faecalis*      ② *Lactobacillus bulgaricus*  
 ③ *Acetobacter aceti*              ④ *Bacillus subtilis*
- 미생물 세포가 유리(free) DNA를 받아들이는 유전자 전달 과정은?  
 ① 접합(conjugation)              ② 형질도입(transduction)  
 ③ 트랜스포손(transposon)      ④ 형질전환(transformation)
- 전분 분해와 관련이 없는 효소는?  
 ① 알파 아밀라아제(alpha-amylase)  
 ② 글루코아밀라아제(glucoamylase)  
 ③ 인베르타아제(invertase)  
 ④ 베타 아밀라아제(beta-amylase)
- 승화에 의한 수분 제거 방법으로 항생제, 효소액과 박테리아 현탁액에 사용되는 건조 방법은?  
 ① 증류수 보존법              ② 동결건조법  
 ③ 액체질수 보존법          ④ 실리카겔 보존법
- 대수기 상태인 세균의 농도가  $1 \times 10^7$  cell/mL 이었다면 2시간 후의 세균 농도는 얼마인가? (단, 이 균의 대수기에서의 세대시간은 30분이다.)  
 ①  $4 \times 10^7$  cell/mL              ②  $8 \times 10^7$  cell/mL  
 ③  $16 \times 10^7$  cell/mL          ④  $32 \times 10^7$  cell/mL
- 구연산 발효에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?  
 ① 구연산은 혼합생장관련 산물 생성 형태로 세포 성장이 멈춘 후 질소와 인산염이 제한된 조건에서 생산이 이루어진다.  
 ② 구연산은 2차 대사산물이기 때문에 매우 특수한 조건에서 높은 농도로 생산된다.  
 ③ *Aspergillus niger* 미생물은 당밀 또는 당용액에서 구연산을 생산하기 위한 미생물로 가장 널리 사용된다.  
 ④ 발효과정 중 용존산소는 고중도로 유지해야한다. 만일 산소 공급이 잠시 중단되면 구연산 생산성은 비가역적으로 급격히 감소될 수 있다.
- Alcohol 발효를 위한 비당화 발효에 사용될 수 있는 기질은?  
 ① 전분(starch)              ② 폐당밀  
 ③ cellulose                  ④ 밀기울
- 균류와 산물의 연결이 틀린 것은?  
 ① *Aspergillus niger* - 구연산  
 ② *Penicillium chrysogenum* - 페니실린  
 ③ *Aspergillus oryzae* - 알파아밀라아제  
 ④ *Rhizopus delemar* - 베타아밀라아제
- 산업적으로 생산되는 아미노산의 생산 공정으로 가장 거리가 먼 것은?

- ① 효소법

② 발효법

③ 동결법

④ 추출법
18. Glutamic acid의 생산 및 분비는 cell permeability에 크게 좌우된다. Glutamic acid를 생산하는 균주의 cell permeability를 증가시킬 수 있는 방법이 아닌 것은?
- ① biotin 결핍

② 포화 지방산 및 그 유도체 첨가
- ③ 페니실린 첨가

④ phospholipid 첨가
19. 자낭균류의 무성포자에 해당되지 않는 것은?
- ① 접합포자

② 분생포자
- ③ 분절포자

④ 후막포자
20. 크기를 알지 못하는 double strand DNA 절편을 전기영동한 결과 loading well로부터 4.4cm 이동 하였다. 이 전기영동에서는 크기를 알고 있는 여러 가지 double strand DNA 절편이 혼합된 시료도 동시에 전개하였으며 각각의 이동거리는 아래 표와 같았다. 이 미지의 절편의 크기는 얼마인가?

[표] 전기영동 결과

| 번호 | 크기(kb) | 이동거리(cm) |
|----|--------|----------|
| 1  | 58     | 2.2      |
| 2  | 41     | 2.8      |
| 3  | 25     | 3.6      |
| 4  | 9      | 5.3      |
| 5  | 6      | 6.2      |

- ① 20.1 kb

② 18.6 kb
- ③ 15.4 kb

④ 13.8 kb

2과목 : 배양공학

21. 세포 대사산물의 양으로 간접적으로 세포 농도를 측정하는 방법에 관한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
- ① 세포 내의 대사산물의 양이 변화가 없어야 한다.

② ATP의 양은 일정하므로 간접법으로 이용할 수 있다.
- ③ 단백질의 측정 시 배지에 단백질 함량이 있으면 그 값을 신뢰하지 못한다.

④ RNA의 양은 세포 내의 성장 과정 중 일정하므로 간접법으로 이용 가능하다.
22. 세포 구조에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
- ① 식물체에 존재하는 엽록체는 광합성을 일으키는 기관이다. 이의 구조는 시아노박테리아(cyanobacteria)와 매우 유사하다.

② 미토콘드리아는 모든 종류의 세포에 존재하는 기관으로 영양원을 산화시켜 세포의 에너지를 공급하는 역할을 한다.
- ③ 세포내 막에 붙어 있는 기관인 리소좀은 분해 효소를 가지고 있어 세포내 물질을 소화시킨다.

④ 박테리아에 존재하는 리보솜은 단백질의 합성장소이고, 63% 정도의 RNA를 가지고 있다.
23. TCA 회로에서 생성되지 않는 물질은?
- ① O<sub>2</sub>

② CO<sub>2</sub>
- ③ NADH + H<sup>+</sup>

④ FADH<sub>2</sub>

24. 효모(*S. cerevisiae*)를 재조합 단백질의 숙주 세포로 사용할 경우 장점을 설명한 것으로 옳지 않은 것은?
- ① 제빵 효모는 병원성이 없으므로 대량 생산시 비교적 안전하다.

② 발현된 단백질의 post-translation modification 과정에서 당 분자를 부착시키는 기능을 가지고 있다.
- ③ 효모는 진핵생물이므로 진핵생물 유래의 외래 단백질을 발현시키는데 유리하다.

④ 효모는 에탄올을 생산하므로 재조합 단백질을 생산하는데 유리하다.
25. 배지조성은 미생물 균체의 조성에 근거하여 만들어진다. 포도당을 탄소원으로 하여 탄소(C)함량이 50%인 균체를 30 g/L 생산하려고 하는 경우에 필요한 포도당 공급량은 약 몇 g/L인가? (단, 세포를 구성하는 탄소 외에, 균체 1g을 생합성하는데 필요한 에너지량은 2g의 포도당이 완전 산화되어 얻어지는 에너지량과 같다고 가정 한다.)
- ① 50

② 100
- ③ 150

④ 200
26. 발효의 생산성에 영향을 주는 인자 중에 접종세포의 상태는 매우 중요하다. 일반적으로 접종 세포의 상태는 어떤 것이 좋은가?
- ① 지체기(lag phase)에 있는 세포

② 대수기 초기에 있는 세포
- ③ 대수기 중기에 있는 세포

④ 정지기에 있는 세포
27. 킬레이팅제(chelating agent)에 대한 설명으로 틀린 것은?
- ① Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 같은 불용성 이온들과 결합하여 수용성 화합물을 형성한다.

② -COOH, -NH<sub>2</sub>, -SH 같은 특정한 리간드(ligand)를 갖고 있어서 이 부위에 금속이온들이 결합한다.
- ③ 배지에 100mM 이상 첨가해야 효과가 있으며, 배양 과정에서 영양원으로 쉽게 이용된다.

④ 구연산, EDTA, EGTA, 폴리인산염, 히스티딘, 타이로신, 시스틴이 대표적인 킬레이팅제이다.
28. 배양을 시작하면 배양액을 빼내는 일 없이 배지를 연속 혹은 간헐적으로 공급하는 배양기술은?
- ① 회분식 배양

② 연속배양
- ③ 고상발효

④ 유가식 배양
29. 세균의 세포를 구성하는 성분에 대한 일반적인 설명 중 옳은 것은?
- ① 세포는 총 무게의 약 60% 정도로 물을 함유한다.

② 단백질은 세포의 건조무게의 약 10%를 차지한다.
- ③ 핵산은 세포의 건조무게의 약 15%를 차지한다.

④ 지방은 세포의 건조무게의 약 1% 이하를 차지한다.
30. 반데르발스 힘 또는 분산력과 같은 약한 물리적 힘에 의하여 지지 입자의 표면에 세포를 고정시키는 방법은?
- ① 포획법(entrappment)

② 흡착법(adsorption)
- ③ 공유결합법(covalent bound)

④ 카르보디이미드법(carbodiimide)

31. 비증식속도( $\mu$ )가  $0.5h^{-1}$ 인 미생물을 회분식 배양 할 때 초기 세포농도가  $0.02g/L$ 이고 배지 중 glucose 의 농도는  $20g/L$  라면 glucose가 모두 소비되는 시간은? (단, glucose에 대한 세포의 yield coefficient [Y]는 0.4이고, 비증식속도는 glucose농도와 무관하게 일정하다.)
- ① 9.99 h                      ② 10.99 h  
③ 11.99 h                      ④ 12.99 h
32. 다량 영양소(macronutrient)에 대한 설명 중 틀린 것은?
- ① 황은 건조균체량의 약 8%를 차지하며 미토콘드리아의 성분이다.  
② 질소는 단백질과 핵산의 형태로 세포 생장에 이용된다.  
③ 인은 핵산에 존재한다.  
④ 탄소화합물은 세포의 탄소와 에너지의 주요 공급원이다.
33. 다음 중 진핵세포에만 존재하는 세포 구조는?
- ① 미토콘드리아              ② 편모  
③ 포자                          ④ 세포벽
34. 등전점(Isoelectric point)에 대해 아미노산의 이동 현상에 대한 설명으로 옳은 것은?
- ① +로 이동                      ② -로 이동  
③ 이동하지 않음              ④ +로 약간 이동
35. 아미노산 생산의 경우 대부분 발효 최종산물인 아미노산에 의해서 아미노산 대사 경로상의 초기 효소의 활성이 저해를 받는 현상을 보인다. 이런 현상을 지칭하는 용어는?
- ① 카타볼라이트 리프레션(Catabolite repression)  
② 카타볼라이트 인히비션(Catabolite inhibition)  
③ 피드백 리프레션(Feedback repression)  
④ 피드백 인히비션(Feedback inhibition)
36. 화학적 에너지원에 의존하는 미생물은?
- ① 종속영양균(heterotroph)  
② 화학합성 미생물(chemotroph)  
③ 영양요구주(auxotroph)  
④ 광합성 미생물(phototroph)
37. 포도당에 의존한 효모의 생장을 다음 식으로 나타낼 때 바이오매스 수율  $Y_{x/s}$ 는 얼마인가?
- $$C_6H_{12}O_6 + 3O_2 + 0.48NH_3$$

$$\rightarrow 0.48C_6H_{10}NO_3 (\text{biomass}) + 4.32H_2O + 3.12CO_2$$
- ① 0.105                          ② 0.154  
③ 0.315                          ④ 0.384
38. 효모를 이용한 고가의 재조합 단백질을 생산시에 세균(bacteria)에 의한 오염을 막기 위해 사용 할 수 있는 항생제로서 세포벽 합성을 저해하는 것은?
- ① 니스타틴(Nystatin)  
② 페니실린(Penicillin)  
③ 앰포테라이신 B(Amphotericin B)  
④ 싸이클로헥사마이드(Cycloheximide)

39. 식품세포의 현탁 배양을 위한 반응기 선택시 고려해야 할 사항이 아닌 것은?
- ① 식물세포의 빠른 성장속도에 따른 반응기로서는 유동층 반응기나 CSTR반응기가 이용된다.  
② 식물세포는 낮은 호흡률을 가지므로 중간 정도의 세포농도용( $<20g/L$ )반응기를 사용하여 배양한다.  
③ 박테리아 보다 전단응력에 약하므로 박테리아용 교반조는 적합하지 않다.  
④ 공기부양(airlift)반응기나 나선리본(helical ribbon) 임펠러를 이용한 반응기를 혼합과 적절한 전단응력을 지닌 배양 시스템으로 이용할 수 있다.
40. DNA와 RNA의 차이점을 설명한 것으로 틀린 것은?
- ① 사슬간 결합시 결합 방법이 다르다.  
② 유전형질 발현시 기능이 다르다.  
③ 오탄당의 구조가 다르다.  
④ 피리미딘 염기가 다르다.

### 3과목 : 생물반응공학

41. 막 반응기에서 막은 분리하는 입자의 크기에 따라서 분류되는데 세공이 작은 것부터 큰 순서로 나열된 것은?
- ① 역삼투압 < 정밀여과막 < 한외여과막 < 일반여과막  
② 정밀여과막 < 한외여과막 < 역삼투압 < 일반여과막  
③ 역삼투압 < 한외여과막 < 정밀여과막 < 일반여과막  
④ 정밀여과막 < 역삼투압 < 한외여과막 < 일반여과막
42. 발효조 내에 있는 미생물의 비산소 섭취속도는  $10 \mu\text{mol } O_2 \text{ g cell}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ 이다. 발효조 내의 미생물 농도가  $30 \text{ g cell l}^{-1}$ 이다. 정상상태에서 발효조내의 용존산소농도와 평형용존산소농도(최대용존 산소농도)의 차이가 4 ppm 일 때 발효조 내의 부피산소전달계수  $KL \cdot a$ 의 값은 얼마인가?
- ①  $0.24 \text{ hr}^{-1}$                       ②  $2.4 \text{ hr}^{-1}$   
③  $24 \text{ hr}^{-1}$                           ④  $240 \text{ hr}^{-1}$
43. 사상균 배양의 경우 일반적으로 배양액의 정도가 매우 높아져 산소 공급에 문제가 발생할 수 있다. 이런 문제를 최소화하기 위해 가장 적합한 반응기 형태는?
- ① 관형(Plug-flow type)      ② 유동층(Fluidized-bed type)  
③ 공기부양식(Air-lift type)    ④ 교반형(Stirred tank type)
44. 다음 중 대표적인 고상발효(solid state fermentation)인 곡자공정(koji process)에 대한 설명 중 틀린 것은?
- ① 입자의 크기는  $CO_2$ 와 산소의 교환이 잘 이루어 지도록 충분히 커야한다.  
② 곡자 발효는 보통 통기와 교반으로 습도가 조절되는 호기 환경에서 이루어진다.  
③ 최소허용수분함량 이하에서는 미생물 활성이 억제되고 최적수분함량은 약  $40 \pm 5\%$ 이다.  
④ 입자의 공극률은 인바의 부피에 대한 표면적비를 크게 하기 위하여 전처리에 의해 증가된다.
45. 효소반응의 속도인 미켈리스-멘텐(Michaelis-Menten)식을 따른다고 할 때,  $V_m$ 가  $0.5 \text{ mmol/l} \cdot \text{min}$ 이고  $K_m$ 이  $0.05 \text{ M}$ 일 때 효소반응 속도가  $0.25 \text{ mmol/l} \cdot \text{min}$ 이 되는 기질 농도  $[mM]$ 를 구하면 얼마인가?

$$v = V_m \cdot [S] / (K_m + [S])$$

- ① 10                      ② 25  
③ 50                      ④ 100

46. 온도에 따른 효소활성의 변화는 활성 에너지의 크기로 결정된다. 이에 관한 설명으로 맞는 것은?
- ① 활성에너지가 큰 효소는 작은 효소보다 상온에서 반응속도가 더 빠르다.  
② 활성에너지가 작은 효소는 저온에서 빠른 속도를 가진다.  
③ 효소는 0도 이하에서도 잘 작용한다.  
④ 활성에너지는 효소의 온도에 대한 활성 변화를 나타내며 클수록 온도에 따라 증가 혹은 감소가 급격하게 일어난다.
47. 효소를 이용하여 산물을 생산하고자 한다. 효소가 기질 해를 심각히 받고 있다면 어떤 반응기가 가장 적합하겠는가?
- ① 유가식 반응기                      ② Plug Flow 고정층 반응기  
③ 회분식 반응                      ④ 유동층 반응기
48. Bacillus spore  $4.2 \times 10^{12}$ 개인 배지 용액을 121℃에서 30분간 살균한 결과  $1.3 \times 10^6$  개의 spore가 살아남았다. 이 Bacillus 포자의 십진감소 시간 (decimal reduction time)은 약 얼마인가?
- ① 2.1 min                      ② 3.3 min  
③ 4.6 min                      ④ 5.5 min
49. 다음 생물반응기 중 closed system은?
- ① 회분식 반응기                      ② 유가식 반응기  
③ Chemostat                      ④ 재순환 연속반응기
50. 세포를 회분식 반응기에서 배양시키려고 한다. 성장속도를 증가시키기 위해 공기를 공급하는데 배양액 중의 실제 용존 산소 농도는 0.1 mg/L이고, 포화 용존산소 농도는 0.5 mg/L일 때 산소전달속도(OTR)가  $2 \times 10^{-4}$  mg/L·h이면 산소 전달계수는 몇 cm/h 인가? (단, 기체-액체 계면적은  $6.67 \text{cm}^{-1}$ 이다.)
- ①  $7.5 \times 10^{-5}$                       ②  $5 \times 10^{-4}$   
③  $2.5 \times 10^{-4}$                       ④  $1 \times 10^{-5}$
51. 다음 대사물질 중 세포의 성장과는 관계없이 생성되는 2차 대사산물은?
- ① 젖산                      ② 초산  
③ 에탄올                      ④ 페니실린
52. 액상 발효(submerged fermentation)와 비교할 때 고상 발효(solid-state fermentation)의 특징 이 아닌 것은?
- ① 배지제조 비용이 낮고, 반응기가 간단하여 시설비를 절감할 수 있다.  
② 배지의 수분 함량이 낮아 오염 가능성이 적다.  
③ 생성물의 분리가 어려우나 에너지 효율성이 높다.  
④ 교반이 잘 되지 않아서 배지가 불균일하다.
53. 구형 다공성 담체 내에 고정화 시킨 효소를 이용하여 유용 물질을 생산하고자 할 때, 대부분의 경우 담체 내부의 물질 확산 저항으로 인해 효소의 반응속도가 감소된다. 이 경우

- 반응속도를 높이기 위한 방안으로서 적절하지 않은것은?
- ① 가능한 한 반경이 작은 담체를 사용한다.  
② 교반 속도를 증가시킨다.  
③ 기질 농도를 높인다.  
④ 가능한 한 효소의 양을 줄인다.

54. 효소의 경쟁적인 저해반응에 있어서 최대 반응속도  $V_m$ 과 Michaelis-Menten 상수  $K_m$ 은 어떻게 변화하는가?
- ①  $V_m$ 은 변하지 않고  $K_m$ 은 증가한다.  
②  $V_m$ 은 증가하고  $K_m$ 은 변하지 않는다.  
③  $V_m$ 은 변하지 않고  $K_m$ 은 감소한다.  
④  $V_m$ 은 감소하고  $K_m$ 은 변하지 않는다.
55. 효소 속도에 대한 다음 설명 중 옳은 것은?
- ① Michaelis 상수는 최대 반응속도의 2배에 해당되는 기질 농도로 정의된다.  
② Michaelis 상수의 값이 크면 클수록 기질에 대한 효소의 친화력이 커진다.  
③ 일정한 효소 농도하에서 기질의 농도를 증가시키면 반응 속도는 1차 반응에서 0차 반응으로 변화된다.  
④ 효소의 농도는 반응속도에 영향을 미치지만 효소 및 기질의 구조는 반응속도에 아무런 영향도 미치지 못한다.
56. 세포농도를 일정하게 유지하기 위하여 희석속도를 변화시키면서 세포 농도를 일정하게 유지하는 연속배양 방법은?
- ① 회분식(batch) 배양  
② 터비도스탯(turbidostat) 배양  
③ 키모스탯(chemostat) 배양  
④ 유가식(fed-batch) 배양
57. 배양액을 습식 가열 멸균하는 경우 121℃에서 십진감소시간(decimal reduction time)이 1.5분 이다. 배양액 속의 미생물 농도가 배양액 리터당  $10^3$  마리이다. 이 배양액 1000 리터를 습식멸균 하여 저체 배양액내의 미생물 존재 확률(멸균요구도)을  $10^{-3}$ 으로 하고자 한다. 전체 멸균시간은 얼마나 필요한가?
- ① 4.5분                      ② 9분  
③ 13.5분                      ④ 18분
58. 미생물을 이용한 생물공정에 관한 설명 중 틀린 것은?
- ① 용존산소의 농도에 의한 성장제한을 극복하기 위해 쓰이는 배양 방법 중의 하나로 압력을 높여서 운전하는 것이 있다.  
② 배지의 산화환원 전위는 질소를 통과시켜 높일 수 있다.  
③ 아황산염 방법에 의하여 부피전달계수  $k_L \cdot a$ 를 결정할 때, 황산염의 형성속도는 산소소모속도에 비례한다.  
④ 배지의 이온세기는 특정 영양소의 세포내·외로 전달, 세포의 대사 기능에 영향을 미친다.
59. Michaelis-Menten 식은 다음과 같은 반응 메커니즘을 통해 유도된다. 다음 중에서 Michaelis-Menten 식을 유도하는데 있어 가장 타당한 가정은?



- ① ES의 생성반응은 빠르게 평형에 도달한다.  
② ES의 소멸속도가 다른 반응에 비해 매우 빠르다.

- ③ 기질 S의 농도가 높아야 한다.  
④ 기질 E의 농도가 높아야 한다.

60. 최대 비성장속도가  $\mu_m$ 인 미생물을 초기 세포 농도  $X_0$ 가 되도록 접종하여 배양한 후 최종 세포 농도  $X_m$ 에 도달하도록 할 경우에 걸리는 배양 시간( $t_c$ )은? (단, 지체기[지연기]는 없다고 가정한다.)

- ①  $t_c = (X_m - X_0) / \mu_m$     ②  $t_c = (1/\mu_m) \cdot \ln(X_m/X_0)$   
③  $t_c = \mu_m \cdot (X_m/X_0)$     ④  $t_c = (\ln 2/\mu_m) \cdot (X_m/X_0)$

#### 4과목 : 생물분리공학

61. 한외 여과막에 의해 단백질 용액을 농축할 때 2 kPa의 압력을 이용하여 여과되어 나오는 용매의 부피 flux는 15 cm/s이며 4 kPa 압력을 사용했을 때는 35 cm/s이었다. 이 단백질 용액의 삼투압은 몇 kPa인가?

- ① 0.5    ② 10  
③ 2    ④ 0.1

62. 기계적인 세포 파쇄(cell disruption) 공정은 대부분 지수(exponential) 함수로 해석이 가능하다. 어느 세포 파쇄기의 시간 상수(time constant)가 20분 일 때, 총 3g의 세포내 효소에 대하여 이 파쇄기를 20분 작동하였을 때 세포외로 회수된 효소의 양은?

- ① 1.3g    ② 1.5g  
③ 1.7g    ④ 1.9g

63. 원심분리공정에서 침강 속도를 옳게 설명한 것은?

- ① 입자 직경에 비례한다.  
② 점도에 비례한다.  
③ 원심력에 비례한다.  
④ 입자 직경의 자승에 반비례한다.

64. 효소 단백질 회수 정제 공정에서 사용되지 않은 단위 공정은?

- ① 한외여과    ② 원심분리  
③ 겔 여과    ④ 초임계 추출

65. 발효액으로부터 세포와 같은 불용성 물질을 분리하는 방법이 아닌 것은?

- ① 여과    ② 추출  
③ 원심분리    ④ 응집

66. Monosodium glutamate의 용해도는 30℃에서 82, 90℃에서 138 Kg monosodium glutamate/100Kg H<sub>2</sub>O이다. 90℃ 50 wt%의 monosodium glutamate 수용액을 30℃로 냉각했을 때, 수용액 100Kg으로부터 석출되는 monosodium glutamate의 양은 몇 Kg인가?

- ① 4    ② 9  
③ 24    ④ 56

67. 생물분리공정에서 한외여과막 장치의 주요 형태가 아닌 것은?

- ① 실관형(hollow fibers)  
② 평판형(flat sheets)  
③ 나선감기형(spiral-wound)  
④ 이중파이프형(double pipes)

68. 다음 중 발효액에 비해 비중이 매우 큰 고형 입자를 발효액에서 분리하기에 가장 적합한 분리법은?

- ① 흡착법    ② 원심분리  
③ 용매추출법    ④ PEG-Dextran법

69. 액체-액체 추출에서 배제비(rejection ratio)가 1 일 때, 추출되는 용질의 분율은?

- ① 0    ② 0.25  
③ 0.5    ④ 1

70. 회수 정제 공정이 복잡한 이유를 설명한 것 중 가장 적절하지 못한 것은?

- ① 발효 산물들이 세포내 성분들보다 세포외 성분들 인 경우가 많기 때문이다.  
② 혼합된 산물들의 화학적 특성이 서로 다르고 복잡하다.  
③ 최초 발효 산물 상태에 비하여 최종 제품은 아주 높은 순도를 요구하는 경우가 많다.  
④ 산물들이 흔히 불안정하고 묽은 용액으로 희석된 상태이다.

71. CO<sub>2</sub>를 사용하며, 식품공업에서 활발히 사용되는 환경 친화적인 분리기술은?

- ① 이온교환 크로마토그래피    ② 막분리  
③ 초임계 추출    ④ 액-액 추출

72. 회수 정제 공정을 용이하게 하고, 수율을 높이며, 회수 정제 비용을 절감할 수 있도록 발효 공정에서 관리하는 내용으로 적절하지 않은것은?

- ① 색소 또는 원하지 않는 대사산물을 생산하지 않는 미생물의 개발  
② 발효 생산성이 최고점에 도달하였다가 5% 정도 감소한 후에 배양 시간 종료  
③ 발효액을 회수한 다음에 pH 조정과 온도 관리  
④ 불필요한 대사산물이 생성되지 않는 발효 배지 조성의 개발

73. 이온교환수지의 담체(matrix)로 합성고분자 물질이나 천연 고분자 물질을 사용할 때 수지제조에 사용되고 있는 가교제(cross-linking agent)의 영향으로 옳지 않은 것은?

- ① 가교제의 함량이 크면 수지의 기계적 강도가 증가한다.  
② 가교제의 함량이 크면 이온교환 속도가 감소할 수 있다.  
③ 가교제의 함량이 크면 팽창 및 수축도가 증가한다.  
④ styrene계 고분자 수지의 가교제로 divinylbenzene을 사용할 수 있다.

74. 일반적으로 여과기의 기능을 갖고 있는 원심 분리기는?

- ① Basket type  
② Tubular bowl type  
③ Disk with a nozzle type  
④ Disc with intermittent discharge type

75. 용질 분자의 크기와 모양에 따라서 충전 입자의 작은 구멍으로 용질 입자가 침투하는 원리를 이용한 크로마토그래피 방법은?

- ① 젤여과 크로마토그래피    ② 흡착 크로마토그래피  
③ 고압액체 크로마토그래피    ④ 친화성 크로마토그래피

76. 대장균에서 발현된 단백질 불용성 내포체 (inclusion body)를 용해할 때 주로 사용되는 물질은?  
 ① 우레아(urea)                      ②  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$   
 ③ 아세토니트릴(acetonitrile)      ④ 에탄올(ethanol)
77. 미생물을 파쇄하니 세포파쇄물(debris)의 직경이 1/2로 되고 정도가 2배로 되었다. 파쇄전 미생물의 침강속도가 32 cm/h일 때, 세포파쇄물 의 침강속도는 몇 cm/h인가?  
 ① 2                                      ② 4  
 ③ 8                                      ④ 12
78. 전기투석(electrodialysis)을 이용한 단백질 용액의 탈염 공정의 특성이 아닌 것은?  
 ① 단백질은 희석 되지 않는다.  
 ② 탈염 속도를 조절할 수 있다.  
 ③ 막에 의한 단백질의 손실이 적다.  
 ④ 막의 사용은 단백질의 분자량과 밀접한 관계가 있다.
79. 정압(진공)여과운전에서 여과속도는 여과기의 표면적과 여액의 점도와 각각 어떤 관계인가?  
 ① 여과기의 포면적에 비례, 여액의 점도에 비례  
 ② 여과기의 표면적에 비례, 여액의 점도에 반비례  
 ③ 여과기의 표면적에 반비례, 여액의 점도에 비례  
 ④ 여과가의 표면적에 반비례, 여액의 점도에 반비례
80. 당단백질의 당쇄가 연결될수 없는 아미노산은?  
 ① 세린(serine)                      ② 쓰레오닌(threonine)  
 ③ 라이신(lysine)                    ④ 아스파라진(asparagine)

#### 5과목 : 생물공학개론

81. 박테리아에서 유전자가 한 세포에서 다른 세포로 전달되는 방법이 아닌 것은?  
 ① 형질전환(transformation)      ② 번역(translation)  
 ③ 형질도입(transduction)        ④ 접합(conjugation)
82. 아미노산과 같은 약산을 강염기로 적정할 때의 적정곡선에 대한 설명으로 틀린 것은?  
 ① pH가 점점 증가한다.  
 ② pK값 근처의 pH에서는 pH변화가 작다.  
 ③ 짙염기의 농도는 항상 일정하게 유지된다.  
 ④ pH가 pK보다 작을 때는 산의 농도가 짙염기의 농도보다 높다.
83.  $10^{-6}$  N NaOH 수용액의 pH는?  
 ① 2                                      ② 8  
 ③ 12                                    ④ 13
84. 한 효소반응을 저해하는 물질이 있는데 기질 농도가 낮을 때에는 저해효과가 현저하나 기질 농도가 높으면 그 저해효과가 미미한 것으로 나타났다. 이 물질은 어떠한 형태의 저해 작용을 하는 것인가?  
 ① 혼합형 저해                      ② 비경쟁적 저해  
 ③ 경쟁적 저해                      ④ 기질 저해

85. 미생물 회분식 배양에서 지수 성장기에 있다. 이 단계에서 알짜 비성장속도는  $3 \text{ h}^{-1}$ 이다. 이 경우 세포의배가시간(doubling time)은 얼마인가?  
 ① 0.462 h                              ② 0.231 h  
 ③ 0.693 h                              ④ 0.875 h
86. 금속 원소의 분석에 있어서 측정 대상 원소가 많고 한번의 측정으로 다원소의 정량이 가능한 분석법은?  
 ① ICP발광분석법                      ② 원자흡광분석법  
 ③ 불꽃분석법                          ④ 흡광광도법
87. 다음 효소들 중 락토오스 오페론에서 생성된 것이 아닌 것은?  
 ① 글루코키나아제(glucokinase)  
 ② 트란스아세틸라제(transacetylase)  
 ③ 베타갈락토시다제( $\beta$ -galactosidase)  
 ④ 페르메아제(permease)
88. 진핵세포의 세포 소기관과 그 기능이 잘못 연결 된 것은?  
 ① 조면소포체 - 당합성              ② 핵 - DNA 합성  
 ③ 리보솜 - 단백질 합성            ④ 액포 - 세포 폐기물 저장
89. 전기영동에 관련된 내용 중 옳지 않은 것은?  
 ① 생물 분자의 크기와 전하에 의해 분리하는 방법이다.  
 ②  $\text{pH} > \text{pI}$  일 때 단백질은 양전하를 띠게 된다.  
 ③  $\text{pH} = \text{pI}$ 에서 전기영동속도는 0이다.  
 ④ 전하를 띠는 입자에 대한 항력은 정전기적 힘과 균형을 이룬다.
90. 외부에서 조작된 DNA 절편 또는 vector를 세포내로 전달하는 방법이 아닌 것은?  
 ① 세포감염능력이 있는 recombinant virus particle을 이용한 host cell infection  
 ② liposome을 이용한 transfection  
 ③ competent bacterial cell을 이용한 transformation  
 ④ DNA ligase를 이용한 재조합 vector 결합
91. 무균공정의 유효성과 관련된 설명 중 틀린 것은?  
 ① 공기는 HEPA filter를 통과  
 ② 중요 무균공정 단계의 시간 제한 설정  
 ③ 중요한 무균공정의 viable particle 수는  $10 \text{ CFU/ft}^3$  이하  
 ④ 무균공정을 위한 공간에 들어갈 수 있는 최대 인원수의 설정
92. 고박테리아(archaeobacteria)의 특징을 진정박테리아(eubacteria)와 비교할 때 옳지 않은 것은?  
 ① 고박테리아는 펩티도글리칸(peptidoglycan)을 가지지 않는다.  
 ② 리보솜 RNA의 염기서열은 고박테리아 내에서는 비슷하지만 진정박테리아와는 상당히 다르다.  
 ③ 세포질막의 지질 조성이 매우 다르다  
 ④ 고박테리아는 캡슐이라 불리는 표피 또는 외부 세포벽을 가지고 있다.
93. pH 6인 완충용액의  $\text{OH}^-$  이온의 농도는?

- ① 6 M                      ② 8 M  
③  $10^{-6}$  M                ④  $10^{-8}$  M
94. 연속배양(continuous culture)에서 원료 배지는 무균상태이고, 사멸속도가 성장속도에 비해 무시할 만큼 작다고 하면 시스템이 정상 상태일 때, 희석속도 D와 성장속도  $\mu$ 의 관계를 옳게 나타낸 것은?  
①  $\mu = D$                       ②  $\mu > D$   
③  $\mu < D$                       ④  $\mu = D/2$
95. 어떤 화합물의 등전점에 대한 내용으로 틀린 것은?  
① 알짜전하(net charge)가 없는 pH  
② 전기장 내에서 분자의 이동이 없는 pH  
③ 전기적으로 중성인 pH  
④ 염기의 농도와 짝염기의 농도가 같을 때의 pH
96. 의약품 생산에 있어 FDA 승인을 받기 위한 검증 종합 계획서에 포함되는 내용으로 가장 거리가 먼 것은?  
① 방법론(methodology)  
② 원가 및 비용(cost)  
③ 공정도(process flow diagram)  
④ 검정(qualification)
97. 분열시 모든 세포가 20개의 플라스미드를 가지고 있는 경우, 플라스미드 불포함세포가 발생할 확률은 약 얼마인가? (단, 세포분열시 플라스미드는 무작위로 분배된다.)  
①  $9.5 \times 10^{-7}$                       ②  $1.9 \times 10^{-6}$   
③  $5.28 \times 10^5$                       ④  $1.1 \times 10^6$
98. 다음 중 염색질(chromatin)의 구성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
① DNA와 단백질로 이루어져 있다.  
② 히스톤은 DNA를 뭉치게 하는 단백질이다.  
③ DNA는 양전하를 띠고 히스톤은 음전하를 띤다.  
④ 뉴클레오솜을 구성하는 히스톤 단백질은 4 종류이다.
99. 진핵세포의 핵에 관련된 내용 중 옳지 않은 것은?  
① 단백질과 결합된 DNA를 포함한다.  
② 다공성 막으로 둘러싸여 있다.  
③ RNA는 핵 안에서 생성된다.  
④ 핵막은 한 겹(monolayer)으로 이루어져 있다.
100. 분광광도계에서 람버트-비어(Lambert-Beer)의 법칙이 성립하기 위한 조건이 아닌 것은?  
① 입사광은 단색광이어야 한다.  
② 용액 및 용매 부자에 의한 산란이 없어야 한다.  
③ 용액 계면에서의 반사, 기기 내부의 미광이 없어야 한다.  
④ 용액 농도가 변화함에 따라 용질 화학종의 용존 상태가 변화해야 한다.

전자문제집 CBT PC 버전 : [www.comcbt.com](http://www.comcbt.com)  
전자문제집 CBT 모바일 버전 : [m.comcbt.com](http://m.comcbt.com)  
기출문제 및 해설집 다운로드 : [www.comcbt.com/xs](http://www.comcbt.com/xs)

전자문제집 CBT란?  
종이 문제집이 아닌 인터넷으로 문제를 풀고 자동으로 채점하며 모의고사, 오답 노트, 해설까지 제공하는 무료 기출문제 학습 프로그램으로 실제 시험에서 사용하는 OMR 형식의 CBT를 제공합니다.  
PC 버전 및 모바일 버전 완벽 연동  
교사용/학생용 관리기능도 제공합니다.

오답 및 오탈자가 수정된 최신 자료와 해설은 전자문제집 CBT에서 확인하세요.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10  |
| ①  | ③  | ④  | ①  | ④  | ③  | ②  | ①  | ④  | ④   |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20  |
| ③  | ②  | ③  | ②  | ②  | ④  | ③  | ④  | ①  | ③   |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30  |
| ④  | ②  | ①  | ④  | ②  | ③  | ③  | ④  | ③  | ②   |
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40  |
| ③  | ①  | ①  | ③  | ④  | ②  | ④  | ②  | ①  | ①   |
| 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50  |
| ③  | ②  | ④  | ①  | ③  | ④  | ①  | ③  | ①  | ①   |
| 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60  |
| ④  | ③  | ④  | ①  | ③  | ②  | ③  | ②  | ①  | ②   |
| 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70  |
| ①  | ④  | ③  | ④  | ②  | ②  | ④  | ②  | ③  | ①   |
| 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80  |
| ③  | ②  | ③  | ①  | ①  | ①  | ②  | ④  | ②  | ③   |
| 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90  |
| ②  | ③  | ②  | ③  | ②  | ①  | ①  | ①  | ②  | ④   |
| 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| ③  | ④  | ④  | ①  | ④  | ②  | ②  | ③  | ④  | ④   |