

千葉大学大学院園芸学研究科博士前期課程

2021年4月入学

入学試験問題

園芸科学コース (応用生命化学 領域)

専門科目

(注意事項)

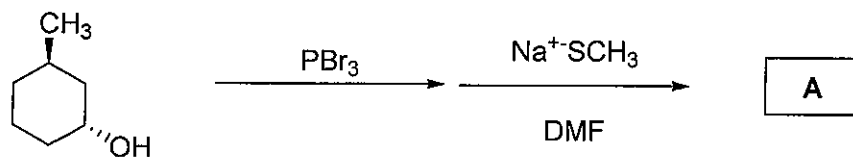
1. この冊子は監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら、最初に解答用紙に科目名、志望領域、受験番号を記入すること。
3. 届け出た科目以外で受験すると失格となります。
4. 解答用紙が2枚以上ある場合は、それぞれに科目名、志望領域、受験番号を記入すること。

1. Do NOT open this question book until instructed by the supervisor.
2. Right after you are instructed to start the examination, fill in your subject, program, and identification number on the answer sheet.
3. If examinations are not taken in the designated subject, you will be disqualified.
4. When you use two or more answer sheets, write your subject, program, and identification number on each sheet.

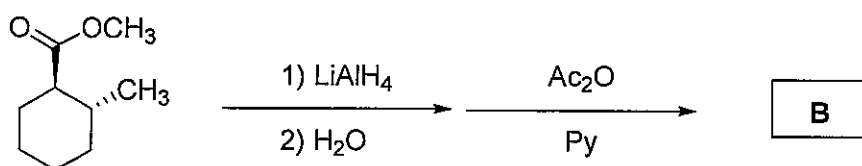
有機化学 1/2

問1. 次の反応 (1) - (3) の空欄 **A** - **C** に該当する適切な化合物の構造式、および反応 (4) の空欄 **1** , **2** に該当する試薬の化学式をそれぞれ書きなさい。構造式は立体構造を明示すること。(A, B, C : 各7点、1, 2 : 各2点)

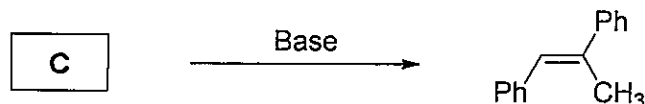
(1)



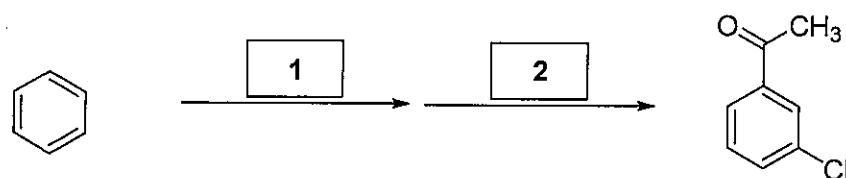
(2)



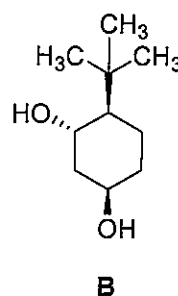
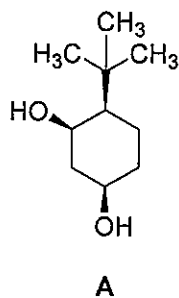
(3)



(4)



問2. 分子 **A** は分子内で水素結合を形成するが、分子 **B** は分子内では水素結合を形成しない。その理由について、各分子の立体構造を論じながら説明しなさい。(25点)



有機化学 2/2

問3. 次の文章を読み、以下の(1)–(4)に答えなさい。

Benzylidene acetal is one of the important protective groups in organic synthesis. This cyclic acetal prefers to form a six-membered ring rather than five-membered one; therefore it can protect 1,3-diol regioselectively in the presence of 1,2-diol. Because most of carbohydrates have polyols, benzylidene group is very useful for protection of specific diols in oligosaccharide synthesis. Formation of benzylidene acetal is generally achieved using ①benzaldehyde dimethyl acetal and a catalytic amount of *p*-TsOH in DMF ②under reduced pressure. The reaction with methyl α -D-glucopyranoside gives ③a single product exclusively.

- (1) ベンジリデンアセタールが糖鎖合成に幅広く用いられている理由を述べなさい。(5点)
- (2) 下線部①の反応条件で 1,3-propanediol を反応させた時に起こる反応の反応機構を巻矢印で表しなさい。(8点)
- (3) 下線部②の"under reduced pressure"で反応を行う理由を述べなさい。(5点)
- (4) 下線部③の"a single product"の構造式を書き、この化合物のみが生成する理由について位置選択性や化合物の安定性の観点から述べなさい。(7点)

問4. ある芳香族化合物 (C_8H_8) **A** に対してある水和反応を行ったところ、化合物 **B** が生成した。化合物 **B** の 1H NMR および MS スペクトルは以下の様であった。予想される化合物 **B** の構造式とその理由、そして化合物 **A** に対してどのような反応を施したかについて述べなさい。(25点)

1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ 7.07–7.41 (m, 5H), 3.86 (triplet, $J = 6.8$ Hz, 2H), 2.87 (triplet, $J = 6.8$ Hz, 2H), 2.01 (broad singlet, 1H). MS (EI): 122 [M^+].

生物化学および酵素化学 1/2

次の6問のうちから4問を選択し、答えよ。

問1. アミノ酸の性質に関する問(1)～(3)に答えよ。

(1) アミノ酸の性質を示す値である、 pK_a と pI の違いについて説明せよ。(10点)

(2) 表1を参考にしてグルタミン酸、アルギニンの pI を求めよ。(10点)

表1 アミノ酸の pK_a 値

| | pK_1 | pK_2 | pK_R |
|--------|--------|--------|--------|
| グルタミン酸 | 2.10 | 9.47 | 4.07 |
| アルギニン | 1.82 | 8.99 | 12.48 |

* pK_1 : COOH 基の解離定数、 pK_2 : NH_2 基の解離定数、 pK_R : 側鎖の解離定数

(3) アミノ酸の立体構造にはL-体、D-体が存在する。アラニンを例にフィッシャー投影式によりL-アラニンの構造を書け。(5点)

問2. うるち米ともち米のデンプンを構成するグルカンの特徴について説明せよ。また、デンプンの非還元末端からエキソ型に二糖単位で加水分解する β -アミラーゼを、うるち米のデンプンに作用させた場合にどのような生成物が得られるか、説明せよ。(25点)

問3. 炭素鎖の長さと不飽和度の程度が脂肪酸の性質に与える影響について説明せよ。また、エライジン酸 ($C_{18}:1^{\Delta 9t}$) とオレイン酸 ($C_{18}:1^{\Delta 9c}$) の構造やその特徴の違いについて説明せよ。(25点)

問4. 活発に光合成を行っている状態の葉緑体において、ストロマとルーメンでは異なる pH が観察される。光合成にともなって異なる pH が形成される分子メカニズムとその生化学的視点に基づく意味について説明せよ。(25点)

問5. 文章を読んで、以下の問(1)～(3)に答えよ。

生体から抽出したタンパク質を、硫酸アンモニウム (132.14 g/mol) を使用して塩析により回収したい。このため、飽和状態の硫酸アンモニウム溶液 (5.76 M) を用意して、硫酸アンモニウムが終濃度 70%飽和となるようにタンパク質溶液と混合した。遠心分離により塩析させたタンパク質から脱塩するため、透析によりタンパク質と塩を分離した。

- (1) 終濃度 70%飽和の硫酸アンモニウム溶液 20 mL 中には何 g の硫酸アンモニウムが含まれているか答えよ。計算過程も記述すること。(10点)
- (2) 脱塩には多孔質ビーズを使用したゲルろ過クロマトグラフィーも用いられる。ゲルろ過クロマトグラフィーで溶媒を置換する場合、タンパク質と塩はどちらが先に流出するか。ゲルろ過クロマトグラフィーの原理とともに説明せよ。(10点)
- (3) 回収したタンパク質濃度が薄いため、濃縮したい。限外ろ過という方法があるが、これはどのような方法か説明せよ。(5点)

問6. 酵素Aの阻害剤の特徴を明らかにするために、Lineweaver-Burk plotを作成し、図1の結果を得た。このグラフから、酵素Aの最大反応速度、 K_M 値を計算し、阻害剤の反応機構について説明せよ。(25点)

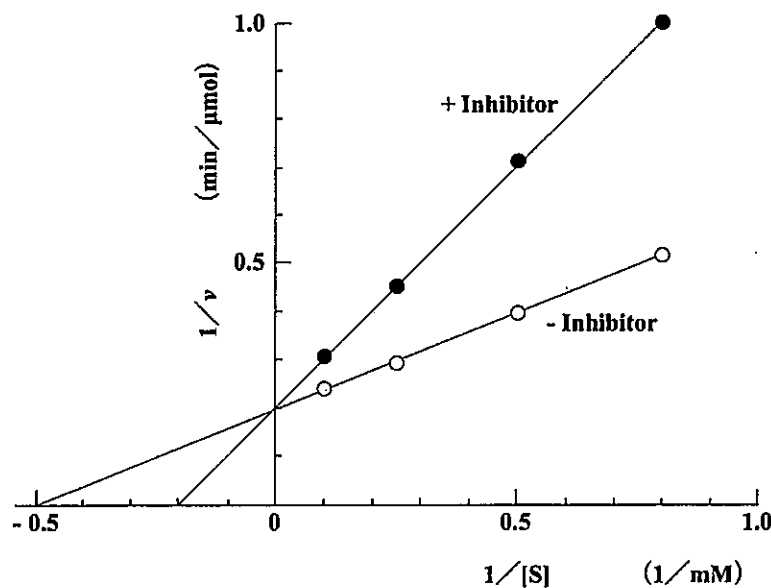


図1 酵素AのLineweaver-Burk plot

分子生物学

問1. 以下の語句から5つを選択し、その特徴や機能についてそれぞれ100字程度で説明しなさい。(8点×5)

- (1) ヘテロクロマチン (2) メタゲノム解析 (3) RecBCD 経路
(4) リボスイッチ (5) エチジウムブロマイド (6) シャイン・ダルガーノ配列
(7) 偽遺伝子 (8) エンドヌクレアーゼ (9) トランスクリプトミクス

問2. 以下の各文について、正しければ○を、誤っていればその理由を説明しなさい。(各4点)

- (1) 核酸を分離する電気泳動法とタンパク質を分離する SDS-PAGE 法は、それぞれヌクレオチド・アミノ酸が持つ負電荷により、分子が正極側に移動する性質を利用している。
(2) リボソームによる翻訳反応には、ATP の加水分解によるエネルギーが必要である。
(3) 目的タンパク質と GFP の融合タンパク質を発現させるプラスミドベクターを作成する際、GFP は必ず目的タンパク質の C 末端側に融合するよう設計しなければならない。
(4) 真核生物の RNA ポリメラーゼ II の C 末端尾部が受ける化学修飾は、アセチル化・メチル化・リン酸化の3種類である。
(5) DNA の塩基配列上で、A から G への置換が起こった。これはトランスバージョン変異である。

問3. 以下の4題から2題を選択し解答しなさい。必要に応じて図表を用いても良い。(20点×2)

- (1) 大腸菌の形質転換において、プラスミドベクターを導入し、目的のクローンを選抜する方法について、各ステップの原理も含め、詳しく説明しなさい。
(2) 全長300アミノ酸のタンパク質をコードするシロイヌナズナの遺伝子 X について、24番目のトリプトファンをコードするコドン (TGG) が終止コドン (TGA) に変わる突然変異体が得られ、顕著な生育阻害の表現型を示した。この表現型が遺伝子 X の突然変異に由来することを証明するためには、どのような実験を行えば良いか、詳しく説明しなさい。
(3) 目的タンパク質 Y を葉緑体に高蓄積するような形質転換植物を作出したい。方法を2つ考え、それぞれの研究の流れを詳しく説明しなさい。
(4) バクテリア由来の抗生物質は作用機構の違いに基づいていくつかのグループに分類される。異なる作用機構を持つ抗生物質の名称を2つ挙げ、標的分子および作用機構を詳しく説明しなさい。

生物資源利用学

以下の問いに答えなさい。

問1. 食品製造あるいは生物資源の利用に関する以下の語句について説明しなさい。
(各5点)

- (1) テアニン (Theanine)
- (2) ネオシュガー (フラクトオリゴ糖) (Neosugar, Fructo-oligosaccharides)
- (3) グルテン (Gluten)
- (4) 水分活性 (Water Activity)
- (5) 硬化油 (Hardened oil)

問2. 以下の **4題から3題** を選択して答えなさい。(各25点)

- (1) サトウキビから精製糖を作る際の製造工程を、各製造工程の役割が分かるように説明しなさい。次に、同じ精製糖を得る場合でも、サトウダイコンから粗糖(原料糖)を得る工程は、サトウキビから粗糖を得る製造工程と一部異なる。これら製造工程の違いを示し、その違いは何に起因するか答えなさい。
- (2) 環境汚染の点から、生分解性プラスチックが注目されている。バイオマスプラスチックおよび石油由来プラスチックのうち生分解性のものをそれぞれ1つずつ挙げてその特徴を示しなさい。また、生分解性のバイオマスプラスチックの普及への課題について説明しなさい。
- (3) ファイトレメディエーション (Phytoremediation) とはどのようなものか説明しなさい。次に、ファイトレメディエーションに含まれるファイトトランスフォーメーション (Phyotransformation) およびファイトボラティライゼーション (Phytovolatilization) について、いかなるものかそれぞれ説明しなさい。さらに、ファイトレメディエーションが微生物によるバイオレメディエーションに比べて有利な点および不利な点についてそれぞれ説明しなさい。
- (4) 近年、植物の芳香成分の生合成系の遺伝子をビール酵母に導入して、芳香を持ったビールが作製されている。植物の芳香成分の生合成系に関わると考えられる遺伝子の機能を明らかにする際、大腸菌を利用してリコンビナントタンパク質を作り、その酵素活性を調べることがある。しかし、リコンビナントタンパク質の発現量が少なかったり、作られてもタンパク質が不溶性になることがある。このように発現量が少ない場合と不溶性になる場合、それぞれについてその原因とそれを回避する方法をそれぞれ1つずつ答えなさい。

応用微生物学

問1. 細菌の細胞壁を構成するペプチドグリカンが、なぜ強靱な構造を維持できるのか、そのグリカンテトラペプチド構造から説明しなさい。図を用いても構わない。また、ペプチドグリカンを標的とした抗菌物質を2つ挙げ、それぞれの作用機序について説明しなさい。(25点)

問2. 次の文章を読み、以下の(1)~(3)に答えなさい。

代謝は大きく2種類に分けられる。物質を小さく分解してエネルギーを放出する反応を (catabolism, dissimilation) と言い、反対にエネルギーを用いて小さな物質からより大きな物質を作る反応を (anabolism, assimilation) と言う。

- (1) ア、イに入る適切な語句を答えなさい。(5点×2)
- (2) 微生物には、アの最終過程で様々な物質に電子を受け渡せるものが存在する。微生物のこのような作用を利用した環境浄化法 (bioremediation) について、具体例を挙げて説明しなさい。研究段階のものでも構わない。(15点)

問3. いま、乳酸菌を培養するため、50 mM のグルコースを含んだ複合培地を調製したい。これに関して、以下の(1)~(4)に答えなさい。

- (1) この培地 500 mL を調製するのに必要なグルコースの量を求めなさい。計算過程も示しなさい。原子量は H=1, C=12, O=16 とする。(5点)
- (2) 培養の結果、添加したグルコースの 90% が乳酸に変換された。培養後の培養液 500 mL に含まれる乳酸の重量 (g) を求めなさい。計算過程も示しなさい。(5点)
- (3) 実験後、この培養液に枯草菌 (*Bacillus subtilis*) が汚染 (contamination) していた疑いが生じた。実際に汚染が生じていたかどうか、判別する方法について述べなさい。(5点)
- (4) 乳酸菌は最終的に、自らが生産した乳酸により死滅する。これは乳酸の持つどのような作用によるものか、説明しなさい。(10点)

問4. 以下に示す微生物から5つを選択し、その特徴をそれぞれ100字程度で説明しなさい。(5点×5)

- (a) *Clostridium* (b) *Lactobacillus* (c) *Pseudomonas* (d) *Nitrosomonas*
(e) *Methylobacter* (f) *Geobacter* (g) *Desulfovibrio* (h) *Methanococcus*

食品栄養学

問1.

- (1) 食後・食間期のたんぱく質・アミノ酸代謝について説明しなさい。(10点)
- (2) 肝臓、筋肉におけるアミノ酸代謝の特徴についても説明しなさい。(10点)

問2.

- (1) 異性化糖について説明しなさい。(5点)
- (2) 実験を行うにあたり 1.25M (モル/L) の NaCl 水溶液が必要となった。これを 400mL 作るには、何グラムの NaCl を水に溶かせばよいか。原子量は Na=22.99, Cl=35.45 とする。(7点)
- (3) 次の脂肪酸について融点が高い順に並べなさい。またその理由についても説明しなさい。
a) ステアリン酸、b) オレイン酸、c) エライジン酸、d) リノール酸 (10点)

問3. 次に該当するビタミン名を示しなさい。

- (1) 欠乏すると巨赤芽球性貧血を引き起こす。(2点)
- (2) 血液凝固を正常化する。(2点)
- (3) 生細胞中でピリドキサルリン酸の形で酵素たんぱく質と結合して存在する。(2点)
- (4) 抗ペラグラ作用がある。(2点)

問4. 消化管における脂質の消化・吸収について説明しなさい。(20点)

問5. 生体内における血圧調節の仕組みについて、ホルモンとミネラル再吸収の観点から説明しなさい。(15点)

問6. 30人の被験者を対象に新規に開発した飲料の官能評価を実施した。色、味、香りの3項目の好ましさに関して、それぞれ「好ましくない(1点)、好ましい(2点)、とても好ましい(3点)」の3段階で回答を求めた。その結果を点数化し、3項目の合計点毎に人数を集計したところ、下表のようになった。

3項目すべてに同じ評価(点数)をつけた人は7人いた。同じ評価(点数)を2項目以上につけた人数(1点を2項目以上、2点を2項目以上、3点を2項目以上つけた人数)は、それぞれ同数であった。その同数とは何人か答えなさい。また解答を導く過程も示しなさい。(15点)

| | | | | | | | |
|-------|---|---|---|----|---|---|---|
| 合計点 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 人数(人) | 2 | 2 | 8 | 10 | 3 | 4 | 1 |