

生 物

学 部	学 科	配 点
理工学部	化学・生命理工学科	200 点

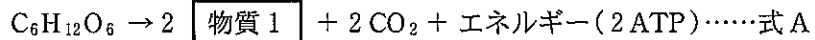
注 意 事 項

1. 問題は、**①**と**②**の計2問です。
2. **①**と**②**のすべてを解答しなさい。
3. 解答用紙は、(2の1)と(2の2)の計2枚です。解答は、すべて解答用紙の指定欄に記入しなさい。
4. 必ず解答用紙のすべてに、本学の受験番号を記入しなさい。
5. 印刷不鮮明およびページの落丁・乱丁等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 問題冊子の余白等は適宜利用してよい。
7. 試験終了後、問題冊子および計算用紙は持ち帰りなさい。

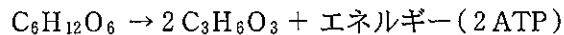
1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

生物は、炭水化物・脂質・タンパク質などの有機物の持つエネルギーを、一連の化学反応によってATPに移して生命活動を営んでいる。この生命活動のうち、^①ミトコンドリアにおいて酸素を用いて有機物を分解し、ATPを合成する過程を^②呼吸と呼ぶ。一方、酸素を用いずに有機物を分解してATPを合成する過程を発酵と呼ぶ。呼吸では、グルコースから2分子の〔ア〕が作られる際に、NAD⁺が〔イ〕とH⁺を受け取って生じるNADHが、^③電子伝達系で酸素によって酸化されて、再びNAD⁺にもどる。発酵では、電子伝達系がはたらかないため、NADHは〔ア〕の脱炭酸と還元のプロセスで酸化されてNAD⁺にもどる。この場合、グルコースなどの有機物は完全に分解されないため、^④生成されるATPは呼吸よりも少なくなる。

酵母は、酸素の多い条件下では、呼吸を行ってエネルギーを得ている。しかし酸素がないときや不足しているときには、〔ウ〕発酵を行っている。〔ウ〕発酵は、グルコースを基質とした場合、次の反応式で表される。



一方、乳酸菌などによる乳酸発酵はグルコースを基質とした場合、次の反応式で表される。



動物の筋肉でも、激しい運動を行うなどして酸素の供給が不十分な時は、乳酸発酵と同じ反応が起きる。この反応を〔エ〕という。

問 1. 空欄〔ア〕～〔エ〕に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 2. 下線部①の ATP の化学構造と最も類似性が高いものが存在すると考えられるのは、次の(a)~(e)のうちどれか、記号で答えよ。

- (a) DNA の構造の一部
- (b) RNA の構造の一部
- (c) タンパク質の構造の一部
- (d) グリコーゲンの構造の一部
- (e) リン脂質の構造の一部

問 3. 下線部②に関する記述として正しくないものを次の(a)~(e)の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) ミトコンドリアは内膜と外膜の二重膜からなる。
- (b) 電子伝達系にかかわるタンパク質は外膜に組み込まれている。
- (c) ミトコンドリアの起源については、細胞内共生説が提唱されている。
- (d) ミトコンドリアは独自の DNA を持っている。
- (e) ミトコンドリアは原核生物には存在しない。

問 4. 下線部③の反応系において、NADH などが酸化される過程で ATP が作られる反応を何と呼ぶか答えよ。

問 5. 下線部④について、グルコース 1 分子あたり、呼吸によって合成される ATP の最大数は、発酵によって合成される ATP の約何倍か。次の(a)~(f)の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) 約 2 倍
- (b) 約 10 倍
- (c) 約 20 倍
- (d) 約 50 倍
- (e) 約 100 倍
- (f) 約 200 倍

問 6. 式 A の **物質 1** にあてはまる物質の化学式を答えよ。また、式 A の反応が起こる条件下で酵母を培養し、3.60 グラムのグルコースが消費されたときに生成する **物質 1** の質量は何グラムか答えよ。ただし原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ として計算し、計算過程も解答欄に記入せよ。

問 7. ビール酵母をすりつぶして得た液を用いて、次の実験 A～F を行った。

実験 A すりつぶした液とグルコース溶液を混ぜた。

実験 B すりつぶした液を煮沸し、冷ました後、その液とグルコース溶液を混ぜた。

実験 C すりつぶした液をセロハンの袋に入れ、水で透析した後、その内液とグルコース溶液を混ぜた。

実験 D すりつぶした液をセロハンの袋に入れ、水で透析した後、その外液の濃縮液とグルコース溶液を混ぜた。

実験 E **実験 B** と **実験 C** から得られた液を混ぜた。

実験 F **実験 C** と **実験 D** から得られた液を混ぜた。

すべての実験において、液を混ぜた後、混合液を $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ に保った。またグルコース溶液を混ぜる場合には、グルコースの最終濃度が 3% になるよう調製した。

以下にそれらの実験の模式図と実験結果をまとめた表を示す。これらの結果のうち、実験 B と実験 C では発酵が起きなかった理由をそれぞれ 40 字以内で説明せよ。

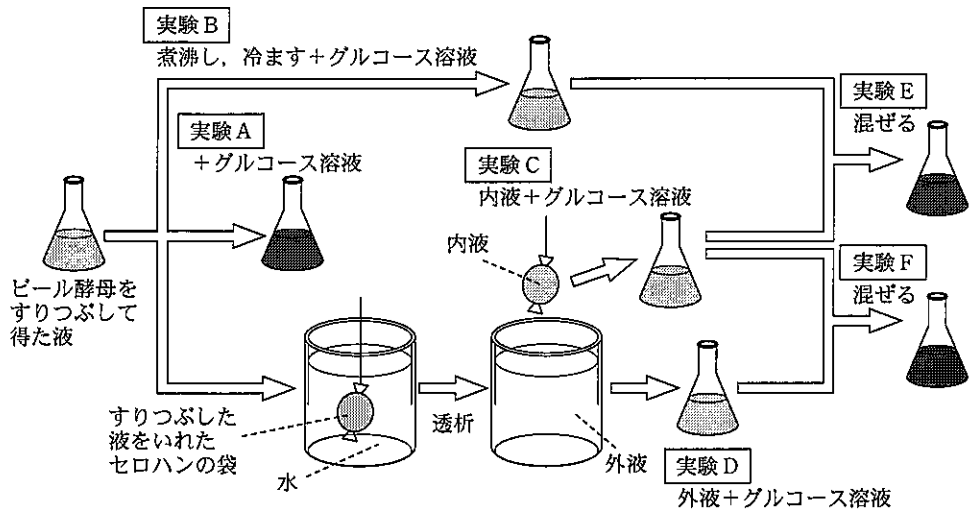


図 1. 実験の模式図

表 1. 実験結果のまとめ

発酵の有無	
実験A	起きた
実験B	起きなかった
実験C	起きなかった
実験D	起きなかった
実験E	起きた
実験F	起きた

2 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

イネの病害である「いもち病」は甚大な被害を与えることがあるため、農薬散布など多大な労力をかけて防除が行われている。そこで、品種改良によって、いもち病に強くて熟した穂が黄金色のイネ品種をつくろうと考えた。

イネ2品種および両者を交配して得られたF₁(雑種第一代)の特性を調査した結果が、下の表2である。事前の文献調査では、いもち病の発病程度と熟した穂の色との間に連鎖はないことが知られていた。また、イネは自家受精(自らの花粉で受精)する植物であり、その品種は純系、すなわちすべての遺伝子についてホモ接合であるとみなせる。なお、解答で用いる表現型の表記は、表2の右端列「表現型の略号」を参考にしなさい。

表2. イネ2品種および両者間のF₁にみられる特性

品種または世代名	いもち病の発病程度	熟した穂の色	表現型の略号
① 玉の光	激発	黄金色	激・黄
② 紫の露	無発病	紫色	無・紫
F ₁ (①×②)	無発病	紫色	無・紫

問1. このF₁から得られたF₂(雑種第二代)種子を播いて多数個体を栽培すると、その集団にはどのような表現型の個体がどのような割合で現れると予想されるか。

問2. 問1で予想したF₂における表現型の出現について、遺伝学の法則や用語を用いて300字以内で説明しなさい。

問3. 当初の目的である「いもち病に強く、熟した穂が黄金色(表現型の略号で無・黄)」のイネ品種をつくるためには、この後どのような操作をすればよいか、300字以内で説明しなさい。