

## 「食品工学」平成 23 年度前期試験

① 加熱殺菌に関する以下の問に答えよ。

① ある一定の温度における微生物の死滅過程が式(1-1)の速度式で表される場合を考える。

$$dX/dt = -k_d X \quad (1-1)$$

ここで、 $X$  は加熱時間  $t$  における生菌数、 $k_d$  は死滅速度定数である。初期生菌数が  $X_0$  であるとき、生菌率  $X/X_0$  を加熱時間  $t$  の関数として表す式を導け。

② 一定の温度で生菌率  $X/X_0$  をある値の  $1/10$  にするのに要する加熱時間を  $D$  値 (decimal reduction time)  $D$  という。  $D$  と  $k_d$  を関係付ける式を導け。

③ ある温度で加熱時間  $t$  と生菌率  $X/X_0$  の関係を測定して、下表の結果を得た。このとき、 $k_d$  と  $D$  はそれぞれいくらか。パラメータを推定するためのグラフも採点の対象となる。

$t$ [s]	10	20	30	45	60	75
$X/X_0$	0.61	0.37	0.22	0.10	0.050	0.024

④ ある耐熱性胞子の死滅とある食品成分の分解がいずれも 1 次反応速度式で表され、各過程に対する速度定数を  $k_d$  と  $k_f$  とする。  $k_d$  と  $k_f$  の温度依存性はともに Arrhenius 式で表され、頻度因子 (前指数因子) と活性化エネルギーはそれぞれ下表で与えられる。

速度定数	頻度因子 [ $s^{-1}$ ]	活性化エネルギー [J/mol]
$k_d$	$4.5 \times 10^{38}$	$3.0 \times 10^5$
$k_f$	$1.8 \times 10^{13}$	$1.2 \times 10^5$

$\frac{X}{X_0} = -k_d t$

100°C における  $k_d$  値は  $4.36 \times 10^{-4} s^{-1}$  であるので、耐熱性胞子の数を初期値の  $10^{-4}$  にするには  $2.1 \times 10^4 s \approx 5.9 h$  かかる。この温度では  $k_f = 2.82 \times 10^{-4} s^{-1}$  であるので、食品成分の残存率は  $\exp[-(2.82 \times 10^{-4})(2.1 \times 10^4)] = 2.7 \times 10^{-3}$  である。すなわち、わずか 0.3% 程度である。この計算を参考にして、(ア) 140°C において耐熱性胞子を初期値の  $10^{-4}$  にするのに要する時間、および (イ) このときの食品成分の残存率を求めよ。

$\chi = 0.015$

② 1 atm (=  $1.013 \times 10^5$  Pa), 20°C で、アンモニアを 1.5 mol% 含む空気がアンモニア水溶液と接している。水中のアンモニアの濃度は  $430 \text{ mol/m}^3$  である。このとき、ガス側物質移動係数  $k_G$  は  $3.30 \times 10^{-6} \text{ mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{s})$ 、液側物質移動係数  $k_L$  は  $1.06 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 、ヘンリー定数  $H$  は  $140 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$  であるとして、次の問に答えよ。

① ガス側分圧基準の総括物質移動係数  $K_G$  は次式で表される。その値を求めよ、また、物質移動の全抵抗に占める気相側の割合を求めよ。

$$\frac{1}{K_G} = \frac{1}{k_G} + \frac{H}{k_L} \quad (2-1)$$

② 気相のアンモニアの分圧  $p_A$  はいくらか。

③ アンモニアの吸収速度  $N_A$  [ $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ] を求めよ。

$\frac{1.5}{100} = 0.015$